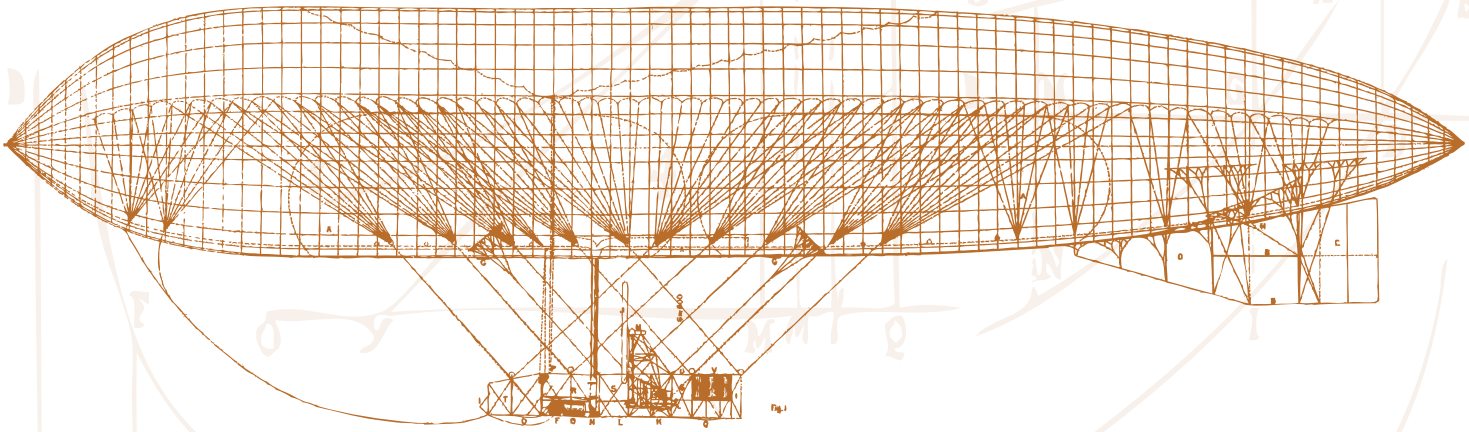
Francisco A.
González Redondo
Coordinador

CIENCIA Y TÉCNICA
ENTRE LA PAZ Y LA GUERRA
1714 1814 1914

Volumen 2



SOCIEDAD ESPAÑOLA DE HISTORIA
DE LAS CIENCIAS Y DE LAS TÉCNICAS

Francisco A. González Redondo
Coordinador

CIENCIA Y TÉCNICA
ENTRE LA PAZ Y LA GUERRA
1714 1814 1914

Volumen 2

SOCIEDAD ESPAÑOLA DE HISTORIA
DE LAS CIENCIAS Y DE LAS TÉCNICAS

González Redondo, Francisco A. (coord.)

Ciencia y Técnica entre la Paz y la Guerra. 1714, 1814, 1914 / Francisco A. González Redondo (coord.). Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas, 2015.

2 v. (732, 594 p.), il., 21 cm x 29,7 cm

ISBN 978-84-608-3010-8 (Soporte electrónico, O.C.)
ISBN 978-84-608-3147-1 (Soporte electrónico, Vol. 1)
ISBN 978-84-608-3148-8 (Soporte electrónico, Vol. 2)

1. Historia de la Ciencia. 2. Historia de la Ingeniería y de la Tecnología. I. Título

001(091), 62(091)

Edita: Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas (SEHCYT)
ISBN: 978-84-608-3010-8 Soporte electrónico (pdf, Obra completa)
978-84-608-3148-8 Soporte electrónico (pdf, Volumen 2)
© Los autores del contenido de sus textos.
© Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas (SEHCYT) de esta edición. Todos los derechos reservados. Ninguna parte de esta edición puede ser reproducida, almacenada o transmitida en ningún formato ni por ningún medio sin previo conocimiento expreso y escrito de la SEHCYT, salvo en el caso de citas y referencias (haciendo constar la procedencia).

ÍNDICE

VOLUMEN 2

9. NUEVOS HORIZONTES MATEMÁTICOS EMERGENTES EN PERÍODOS DE CRISIS MUNDIALES

“La necesidad de decidir en periodos de crisis: la Matemática una herramienta aliada”.
Gabriela M. Fernández Barberis y Mª Carmen Escribano Ródenas 751

"Formalización de la Teoría de Juegos en el tiempo de entreguerras".
Angel F.Tenorio y Ana M. Martín Caraballo 757

“Desarrollo de la Bioestadística en tiempos de crisis”.
José Almenara Barrios 765

“*Anales de Ingeniería* en Colombia a finales del siglo XIX: 1887-1899”.
Asdrúbal Moreno Mosquera y Yolima Álvarez Polo 771

"El Cálculo de Probabilidades en España con anterioridad a la Primera Guerra Mundial".
Gabriel Ruiz-Garzón y Luz-María Zapatero Magdaleno 777

"Los *Grundzüge der Mengenlehre* de Hausdorff".
Juan Tarrés Freixenet 785

"Doscientos años con la curvatura media".
José Rojo Montijano, Mª Carmen Escribano Ródenas y Juan Tarrés Freixenet 793

"¿Qué ha sido de la armonía de las esferas a partir del siglo XVIII?".
Vicente Liern Carrión 799

10. QUÍMICA Y TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTOS: ENTRE LA PAZ Y LA GUERRA

“Estudio experimental al estudio de procedimientos utilizados en la Europa Moderna para la preparación del remedio farmacéutico denominado *oro potable*”.
Joaquín Pérez Pariente, Javier Agúndez e Ignacio Miguel Pascual Valderrama 809

“La *Chymie Experiméntale* (1773) de Antoine Baumé (1728-1804), traducida en 1783 por M. J. Suárez Núñez (1733-1791)”.
Juan Riera Palmero y Cristina Riera Climent 817

“Bernardo María de la Calzada y la traducción de la *Lógica* de Condillac en España”.
José Miguel Cobos Bueno y José Ramón Vallejo Villalobos 825

“Marie Anne Paulze y la Didáctica de la Química”.
Manuel R. Bermejo, Ana María González Noya y Xoana Pintos Barral 833

“Evolución de la tabla periódica desde Mendeléiev hasta Moseley (1869-1914)”.
Pacual Román Polo y Eduardo Fernández Garbayo 841

“Investigación básica y desarrollo tecnológico. La respuesta de la Ciencia Química en períodos de conflictos bélicos”.
Luis Ángel García Castresana y José Mª Castresana Pelayo 849

“La Química en la 'Escuela de Minas' de Bilbao, primera parte (1914-1937)”.
Inés Pellón González y Ana De-Luis Álvarez 857

“La Química en la 'Escuela de Minas' de Bilbao, segunda parte (1937-2014)”.
Ana De-Luis Álvarez, Ana e Inés Pellón González 865

11. UN RECORRIDO HISTÓRICO EN TORNO A LAS TECNOLOGÍAS EDUCATIVAS

“La incorporación de las figuras en los libros de texto de Geometría”.
Fernando Vea Muniesa y Javier Esteban Escaño 875

“Del método de pizarras del siglo XIX a las actuales pizarras digitales”.
Mª Ángeles Velamazán Gimeno, Ana Esteban Sánchez y Antonio Bono Nuez 883

“Del método de exhaución a los manipuladores algebraicos en el cálculo de áreas planas”.
Fernando Vea Muniesa y Víctor Arenzana Hernández 891

“La influencia de los ordenadores en el desarrollo de los métodos iterativos”.
Víctor Arenzana Hernández 899

“Del arte de computar a la computadora y su introducción en la enseñanza”.
Ana García Azcárate y Ángel Requena Fraile 907

12. EPISODIOS SINGULARES EN LA HISTORIA DE LA GEOLOGÍA

“Observaciones geológicas en el *Compendio y Descripción de las Indias Occidentales* (c.1626) de Antonio Vázquez de Espinosa”.
Carlos Villaseca González 917

“El Cuerpo de Ingenieros Militares en las Tablas de Daimiel. Consecuencias de un proyecto ilustrado”.
Alberto Celis Pozuelo, Juan I. Santisteban Navarro y Rosa Mediavilla López 925

“El origen de los terremotos en la Ilustración española”.
Agustín Udías Vallina 933

“La *Teoría de la Tierra* de James Hutton: el nacimiento de una tradición de investigación”.
José Alsina Calves 941

“La *Kurze Klassifikation* de Abraham G. Werner. Una traducción inédita”.
Enrique Silván Pobes y Juan Gabriel Morcillo Ortega 949

“Lucas Fernández Navarro. El iniciador de la vulcanología en España”.
José Luis Barrera Morate 955

“El impacto científico del Seminario de P. Fallot (1889-1960), sobre “*Les Cordillères Bétiques*”, en el Instituto Lucas Mallada (CSIC-Barcelona, 1945)”.
Salvador Ordóñez Delgado y Mª Ángeles García del Cura 963

“¿Quiénes fueron los promotores de la *Compañía Española de las Minas del Rif*?”.
José Antonio Sainz Varela y José Luis Barrera Morate 971

“La histórica relación entre geología y medicina”.
Belén Soutullo García y María Victoria López-Acevedo Cornejo 979

“Del cristal al átomo: un siglo de difracción de rayos X”.
Josefina Perles Hernáez 987

“El geólogo Telesforo Bravo y el descubrimiento de los mega-deslizamientos gravitacionales en Tenerife”.
Juan Jesús Coello Bravo y Jaime Coello Bravo 993

“Un mapa geológico inédito de la sierra de Albarracín (C. Ibérica) de Santiago Rodríguez (1824-1876)”.
Ester Boixereu Vila, Octavio Puche Riart y Fabián López Olmedo 1001

“El contenido geológico en revistas científicas mexicanas del siglo XX: una revisión temática”.
Óscar H. Jiménez Salas 1009

13. CIENCIA Y CREENCIA EN LA GRAN GUERRA: ESTÁNDARES Y PROPAGANDA

“Las enfermeras también posan: representaciones de los cuidados en la Gran Guerra”.
Dolores Martín Moruno 1019

“De la *SPA* a los fotógrafos amateur: la cámara como instrumento de apropiación de la guerra”.
Beeatriz Pichel Pérez 1027

“La Gran Guerra y la intervención humanitaria: un estudio iconográfico de la tarjeta postal”.
Mª Teresa Miralles Sangro, Juana María Hernández Conesa y Enrique Maldonado Suárez 1035

“La intervención humanitaria durante la Gran Guerra y su simbolismo en el cine bélico norteamericano”.
Juana María Hernández Conesa, Mª Teresa Miralles Sangro y Enrique Maldonado Suárez 1043

“Guerra y degeneración. Los eugenistas italianos y la Primera Guerra Mundial”.
Giovanni Cerro 1051

“Paz por el bien de la raza”.
Antonello La Vergata 1059

“Carteles en la comunicación visual para la educación sanitaria en el período de entreguerras”.
Beatriz de las Heras Herrero y Jorge Fernandes Alves 1067

14. CIENCIA, GÉNERO Y EDUCACIÓN EN LA ESPAÑA CONTEMPORÁNEA. EN EL 50 ANIVERSARIO DE ELISA SORIANO FISCHER

"Género, Ciencia y conservadurismo: un contexto convulso".
Mª José Tacoronte Domínguez 1077

“La Doctora Elisa Soriano Fischer y sus coetáneas”.
Cristina Escrivá Moscardó 1083

“Elisa Soriano Fischer en la publicación *España Médica*”.
Júlia Jordá Gisbert y Gabriel Benavides Escrivá 1091

“Haciendo camino al andar: mujeres de la Sección de Ciencias del Instituto-Escuela”.
María Poveda Sanz 1099

“Episodios de Género en la Física y la Química españolas de la primera mitad del siglo XX”.
Rosario E. Fernández Terán y Mª Dolores Redondo Alvarado 1107

“La evolución de los indicadores de ciencia y género en España”.
Obdulia M. Torres González 1115

15. ANTES Y DESPUÉS DE 1714: DE LA REVOLUCIÓN CIENTÍFICA A LA ILUSTRACIÓN

“Los números irracionales en la Teoría musical. Diferencias entre la Antigüedad y el Renacimiento”.
Alfonso Hernando González 1125

“Los móviles perpetuos en el manuscrito de Francisco Lobato (siglo XVI)”.
Carlos Jiménez Muñoz, Andrés Martínez de Azagra Paredes y Nicolás García Tapia 1133

“Manuscrito con obras atribuidas a Diego Pérez de Mesa en la Biblioteca Histórica de la Universidad Complutense”.
José María Ortiz de Zárate Leira 1141

“La ampliación metodológica de Sebastián Izquierdo, 10 años después de la Paz de Westfalia (1648)”.
Carlos Ortiz de Landázuri 1149

16. EN TORNO A 1814: CIENCIA Y TÉCNICA HACIA LA EDAD CONTEMPORÁNEA. LAS CIENCIAS FÍSICAS

“Noticia de unos manuscritos inéditos de Juan Mieg (1780-1859), Director del Real Gabinete de Física de S. M.”.
José Llombart Palet y María Cinta Caballer Vives 1159

“La clasificación de Ampère”.
Manuel Fernández-Cañadas Fernández 1167

“Archibald Smith, matemático precursor de los coeficientes determinantes en los desvíos de la aguja náutica”.
Aitor T. Martínez-Lozares, Josú Arribalzaga Aurre y María Menéndez-Sánchez 1175

“El éter en la Física del siglo XIX: estado de la cuestión”.
Francisco Sotres Díaz 1183

“La década prodigiosa del Electromagnetismo que cambió el mundo”.
Mª Paloma Varela Nieto y Mª Carmen Pérez-Landazábal Expósito 1191

“Un paseo en Copenhague. Bohr y Heisenberg en la obra de teatro de Micheal Frayn”.
Karim Gherab Martín 1199

“La Ciencia en versión original: el Archivo del físico teórico Ramón Ortiz Fornaguera (1916-1974)”.
Gonzalo Gimeno Valentín-Gamazo, Pablo Soler Ferrán y Mercedes Xipell Gómez del Moral 1207

17. EN EL CENTENARIO DEL COMIENZO DE LA I GUERRA MUNDIAL, 1914-1918. TEMAS LIBRES

“Juan Gil Collado (1901-1986), la dignidad de un entomólogo en dos tiempos”.
Alberto Gomis Blanco y Víctor García Gil 1217

“Evolución histórica de la colecta de anfibios ibéricos: causas, consecuencias y recomendaciones de futuro”.
José Enrique González Fernández 1225

“Frederick Stark Pearson, creador del primer monopolio hidroeléctrico en México, muerte y Primera Guerra Mundial”.
María de la Paz Ramos Lara y Elio Agustín Martínez Miranda 1233

“Leonardo Torres Quevedo en el contexto científico de la España de la generación del 14”.
Manuel Romana García, Antonio López Vega y María Socorro Pascual Nicolás 1239

18. EL PATRIMONIO CIENTÍFICO, TECNOLÓGICO, INDUSTRIAL Y EDUCATIVO ENTRE LA PAZ Y LA GUERRA

“Manufactura e industria del vidrio entre la paz y la guerra”.
Josu Aramberri Miranda 1249

“Métodos de extracción y lavado, y medios de transporte en las minas de Udías (Cantabria)”.
Gerardo J. Cueto Alonso 1257

“Patentes fotográficas en el s. XIX: instrumento del conocimiento técnico para la Historia de la fotografía”.
Helena Pérez Gallardo 1265

“El proyecto del *transbordador* entre el Monte Pilatus y el Klimsenhorn (Lucerna, Suiza). Una primera aproximación”.
Daniel González Fernández y Mª Dolores Redondo Alvarado 1273

“Torres Quevedo: su imagen en la España actual”.
Manuel Romana García, Consuelo Durán Cermeño y María Socorro Pascual Nicolás 1281

“Ingenio y Técnica en la Región de Murcia, 1878-1966. Proyecto de divulgación del patrimonio tecnológico”.
Pascual Santos López y Manuela Caballero González 1289

“Daños en la educación científico-técnica mexicana debidos a la Guerra de la Independencia (1810-1821)”.
María de la Paz Ramos Lara 1297

“Recolocando, recolocando: transfiriendo la colección del *Airship Heritage Trust* al *Fleet Air Museum*”.
Peter Davison 1303

“Las patentes: grandes repertorios de información práctica”.
Giles Camplin, Christine Camplin y Edwin Mowforth 1311

“Vanguardias figurativas y Arquitectura industrial en el período de entreguerras (1918-1939)”.
Javier Molina Sánchez 1319

CONTENTS

VOLUME 2

9. NEW MATHEMATICAL HORIZONS EMERGING IN TIMES OF GLOBAL CRISIS

“The need to decide in periods of crisis: mathematics an allied tool”.
Gabriela M. Fernández Barberis and Mª Carmen Escribano Ródenas 751

"Game theory: theoretical foundations during interwar period".
Angel F. Tenorio Villalón and Ana M. Martín Caraballo 757

“Development of biostatistics in times of crisis”.
José Almenara Barrios 765

“*Anales de ingeniería* in Colombia at the end of the 19th Century: 1887-1899”.
Asdrúbal Moreno Mosquera and Yolima Álvarez Polo 771

"The calculus of probability in Spain prior to the First World War".
Gabriel Ruiz-Garzón and Luz-María Zapatero Magdaleno 777

"The Hausdorff’s *Grundzüge der Mengenlehre*".
Juan Tarrés Freixenet 785

"Two centuries with mean curvature".
José Rojo Montijano, Mª Carmen Escribano Ródenas and Juan Tarrés Freixenet 793

"What has happened to the harmony of spheres since the Eighteenth Century?".
Vicente Liern Carrión 799

10. CHEMISTRY AND THE TRANSFER OF KNOWLEDGE: BETWEEN PEACE AND WAR

“An experimental study of some procedures used in Modern Europe to prepare *potable gold*”.
Joaquín Pérez Pariente, Javier Agúndez and Ignacio Miguel Pascual Valderrama 809

“The *Chymie Experiméntale* (1773) by Antoine Baumé (1728-1804) translated in 1783 by M. J. Suárez Núñez (1733-1791)”.
Juan Riera Palmero and Cristina Riera Climent 817

“Bernardo María de la Calzada and the translation of *Condillac’s logic* in Spain”.
José Miguel Cobos Bueno and José Ramón Vallejo Villalobos 825

“Marie Anne Paulze and the teaching of Chemistry”.
Manuel R. Bermejo, Ana María González Noya and Xoana Pintos Barral 833

“Evolution of the periodic table since Mendeleev to Moseley (1869-1914)”.
Pascual Román Polo and Eduardo Fernández Garbayo 841

“Basic research and technology development. Response of scientific chemistry in periods of conflicts”
Luis Ángel García Castresana and Jose Mª Castresana Pelayo 849

“Chemistry in the *School of Mines* in Bilbao, part one (1914-1937)”.
Inés Pellón González and Ana De-Luis Álvarez 857

“Chemistry in the *School of Mines* in Bilbao, part two (1937-2014)”.
Ana De-Luis Álvarez, Ana and Inés Pellón González 865

11. HISTORICAL REVIEW OF EDUCATIONAL TECHNOLOGY

“The introduction of drawings in Geometry textbooks”
Fernando Vea Muniesa and Javier Esteban Escaño 875

“From blackboards method in 19th Century to current interactive whiteboards”
Mª Ángeles Velamazán Gimeno, Ana Esteban Sánchez and Antonio Bono Nuez 883

“From the exhaution method to algebraic manipulators calculating the area of flat surfaces”.
Fernando Vea Muniesa and Víctor Arenzana Hernández 891

“The influence of the computers in the development of iterative methods”.
Víctor Arenzana Hernández 899

“From the art of computing to the computer and its introduction in teaching practice”.
Ana García Azcárate and Ángel Requena Fraile 907

12. REMARKABLE EPISODES IN THE HISTORY OF GEOLOGY

“Geological observations in the *Compendio y descripción de las Indias Occidentales* (ca. 1630) of Antonio Vázquez de Espinosa”.
Carlos Villaseca González 917

“The board of army engineers at the Tablas de Daimiel. The consequences of a project of the Enlightenment”.
Alberto Celis Pozuelo, Juan I. Santisteban Navarro and Rosa Mediavilla López 925

“The origin of earthquakes in the Spanish Enlightenment”.
Agustín Udías Vallina 933

“James Hutton’s *Theory of the earth*. The birth of a research tradition”.
José Alsina Calvés 941

“Abraham G. Werner’s *Kurze klassifikation*. Analysis of an unpublished translation”.
Enrique Silván Pobes and Juan Gabriel Morcillo Ortega 949

“Lucas Fernández Navarro. The beginner of vulcanology in Spain”.
José Luis Barrera Morate 955

“The scientific impact of P. Fallot’s (1889-1960) seminar on “Les Cordillères Bètiques” at the Instituto Lucas Mallada (CSIC-Barcelona, 1945)”.
Salvador Ordóñez Delgado and Mª Ángeles García del Cura 963

“Who were the promoters of The *Compañía Española de Minas del Rif*?”.
José Antonio Sainz Varela and José Luis Barrera Morate 971

“The historical relationship between Geology and Medicine”.
Belén Soutullo García and María Victoria López-Acevedo 979

“From crystals to atoms: a century of X-ray diffraction”.
Josefina Perles Hernáez 987

“Geologist Telesforo Bravo and the discovery of the mega-landslides in Tenerife, Canary Islands”.
Juan Jesús Coello Bravo and Jaime Coello Bravo 993

“An unreleased geological map of Sierra de Albarracín (c. Ibérica) by Santiago Rodriguez (1824-1876)”.
Ester Boixereu Vila, Octavio Puche Riart and Fabián López Olmedo 1001

“The geological content in Mexican scientific journals from the twentieth century: a thematic review”.
Oscar H. Jiménez Salas 1009

13. SCIENCE AND BELIEF IN THE GREAT WAR: STANDARDS AND PROPAGANDA

“Nurses also pose: representations of care during the great war”.
Dolores Martín Moruno 1019

“From the *SPA* to the amateur photographers: the camera as a technology of war’s appropriation”.
Beatriz Pichel Pérez 1027

“The great war and humanitarian intervention: an iconographic study of the postcard”.
Mª Teresa Miralles Sangro, Juana María Hernández Conesa and Enrique Maldonado Suárez 1035

“Humanitarian intervention during the great war and its symbolism in the U.S. war films”.
Juana María Hernández Conesa, Mª Teresa Miralles Sangro and Enrique Maldonado Suárez 1043

“War and degeneration. The Italian eugenicists and the First World War”.
Giovanni Cerro 1051

“Peace for the good of the race”.
Antonello La Vergata 1059

“The art of posters in the visual communication for the health education during the interwar period”.
Beatriz De las Heras Herrero and Jorge Fernandes Alves 1067

14. SCIENCE, GENDER AND EDUCATION IN CONTEMPORARY SPAIN. ON THE 50TH ANNIVERSARY OF ELISA SORIANO FISCHER

"Gender, science and conservativism: a turbulent context".
María José Tacoronte Domínguez 1077

“Doctor Elisa Soriano Fisher and her coetaneous”.
Cristina Escrivá Moscardó 1083

“Elisa Soriano Fischer en la publicación *España Médica*”.
Julia Jordá Gisbert and Gabriel Benavides Escrivá 1091

“Making the way by walking: women of *Instituto-escuela´*s science section”.
María Poveda Sanz 1099

“Gender in Spanish Physics and Chemistry during the first half of the 20th century: remarkable episodes”.
Rosario E. Fernández Terán and Mª Dolores Redondo Alvarado 1107

“Evolution of science and gender indicators in Spain”.
Obdulia M. Torres González 1115

15. BEFORE AND AFTER 1714: FROM SCIENTIFIC REVOLUTION TO ENLIGHTENMENT

“Irrational numbers in musical theory. Differences between Antiquity and Renaissance”.
Alfonso Hernando González 1125

“Perpetual motion machines in the manuscript of Francisco Lobato (16th century)”
Carlos Jiménez Muñoz, Andrés Martínez de Azagra Paredes and Nicolás García Tapia 1133

“A manuscript with works attributed to Diego Pérez de Mesa at the *Historic Library* of the Complutense University (Madrid)”
José María Ortiz de Zárate Leira 1141

“Sebastián Izquierdo’s methodological extension, ten years after the ‘Peace of Westphalia’ (1648)”.
Carlos Ortiz de Landázuri 1149

16. AROUND 1814: SCIENCE AND TECHNOLOGY TOWARDS MODERN AGE. PHYSICAL SCIENCES

"On some of the unpublished manuscripts by Juan Mieg (1780-1859), director of H.M.'s Royal Cabinet of Physics".
José Llombart Palet and María Cinta Caballer Vives 1159

"The classification of Ampère".
Manuel Fernández-Cañadas Fernández 1167

"Archibald Smith, mathematician precursor of factors in determining the deviation of a nautical needle".
Aitor T. Martínez-Lozares, Josu Arribalzaga Aurre and María Menéndez-Sánchez 1175

"Aether in 19th Century Physics: the state of the question".
Francisco Sotres Díaz 1183

"A prodigious decade in electromagnetism that changed the world".
Mª Paloma Varela Nieto and Mª Carmen Pérez-Landazábal Expósito 1191

"A walk in Copenhagen. Bohr and Heisenberg in the play of Micheal Frayn".
Karim Gherab Martín 1199

"Science in original version: the archive of the theoretical physicist Ramón Ortiz Fornaguera (1916-1974)".
Gonzalo Gimeno Valentín-Gamazo, Pablo Soler Ferrán and Mercedes Xipell Gómez del Moral 1207

17. CENTENARY OF THE BEGINNING OF THE FIRST WORLD WAR, 1914-1918. FREE THEMES

"Juan Gil Collado (1901-1986), the dignity of an entomologist in two periods".
Alberto Gomis Blanco and Víctor García Gil 1217

"Historical analysis of the collect of Iberian amphibians: causes, consequences and recommendations for the future".
José Enrique González Fernández 1225

"Frederick Stark Pearson, founder of the first hydroelectric monopoly in Mexico, death and World War I".
María de la Paz Ramos Lara and Elio Agustín Martínez Miranda 1233

"Leonardo Torres Quevedo in the scientific context of the generation of '14 Spain".
Manuel Romana García, Antonio López Vega and María Socorro Pascual Nicolás 1239

18. SCIENTIFIC, TECHNOLOGICAL, INDUSTRIAL AND EDUCATIONAL HERITAGE BETWEEN PEACE AND WAR

"Glass manufacturing and industry between peace and war".
Josu Aramberri Miranda 1249

"Extraction, washing and transportation in the mines of Udías (Cantabria)".
Gerardo J. Cueto Alonso 1257

"Photographic patents in the 19th century: an instrument of technological knowledge for the history of photography".
Helena Pérez Gallardo 1265

"On the project of the *aero car* from Mont Pilatus to the Klimsenhorn (Lucerne, Switzerland). A first approach".
Daniel González Fernández and Mª Dolores Redondo Alvarado 1273

"Measurement of the relevance of Torres Quevedo in today's Spanish society".
Manuel Romana García, Consuelo Durán Cermeño and María Socorro Pascual Nicolás 1281

"Wit and technology in the region of Murcia 1878-1966. Disclosure project of technological heritage".
Pascual Santos López and Manuela Caballero González 1289

"Damage to scientific and technical education in Mexico due to the War of Independence (1810-1821)".
María de la Paz Ramos Lara 1297

"The Airship Heritage Trust: its history and collections".
Peter Davison 1303

"Patents: a huge store of useful information".
Giles Camplin, Edwin Mowforth and Christine Camplin 1311

"Figurative Avant-garde and industrial architecture between World War I and World War II (1918-1939)".
Javier Molina Sánchez 1319

CAPÍTULO 9

NUEVOS HORIZONTES MATEMÁTICOS EMERGENTES EN PERÍODOS DE CRISIS MUNDIALES

NEW MATHEMATICAL HORIZONS EMERGING IN TIMES OF GLOBAL CRISIS

GONZÁLEZ REDONDO, F. A. (coord.) (2015) *Ciencia y Técnica entre la Paz y la Guerra. 1714, 1814, 1914*. Madrid, SEHCYT, pp. 751-756.

LA NECESIDAD DE DECIDIR EN PERÍODOS DE CRISIS: LA MATEMÁTICA UNA HERRAMIENTA ALIADA

Gabriela M. Fernández Barberis[(1)], Mª Carmen Escribano Ródenas[(2)]

(1) Universidad CEU San Pablo, Madrid, España, ferbar@ceu.es
(2) Universidad CEU San Pablo, Madrid, España, escrod@ceu.es

Resumen

Las decisiones se toman y se llevan tomando desde el origen del hombre, y además con diversidad de criterios enfrentados. Desde un milenio antes de Cristo, aproximadamente, se tienen fuentes escritas, como la Biblia, con lo que hoy llamamos problemas de Toma de Decisiones Multicriterio (MCDM). La Teoría de la Decisión ha ido avanzando hasta consolidarse como disciplina científica con sus herramientas matemáticas que le dan rigor y hacen que se hayan podido desarrollar diferentes metodologías y software específicos.

En el presente trabajo se presentan las aportaciones más importantes a esta Teoría y su andadura a través de los diferentes períodos de conflicto, con especial mención a los científicos más relevantes de cada momento y de cada metodología.

Palabras Clave: Teoría de la Decisión; Matemáticas; Decisión Multicriterio; Historia.

THE NEED TO DECIDE IN PERIODS OF CRISIS: MATHEMATICS AN ALLIED TOOL

Abstract

From the origin of man, decisions have to be taken and also with a variety of conflicting criteria. Since a Millennium before Christ, approximately, written sources, such as the Bible, have situations that, at present, we call problems of Multicriteria Decision Making (MCDM). The Theory of Decision has been improved to consolidate itself as a scientific discipline with its own mathematical tools that give severity to it and make possible to develop specific methodologies and software.

In this work, the most important contributions to this Theory are presented. Moreover, the path of this discipline through different periods of conflict is studied with special mention to the most relevant scientists of every moment and each methodology.

Keywords: Theory Decision; Mathematics; Multicriteria Decision; History.

1. LOS PRIMEROS PASOS

Los primeros científicos que se cuestionaron sobre la capacidad del hombre para tomar decisiones fueron Aristóteles, Platón y Santo Tomás de Aquino. Sin embargo, tanto San Ignacio de

Loyola (1491-1556)[1] como Benjamín Franklin (1706-1790)[2] son los primeros que intentan establecer la relación entre la toma de decisiones y la comparación entre distintas posiciones, algunas a favor de la decisión y otras en contra. B. Franklin utilizaba una hoja de papel donde iba colocando en un lado los argumentos a favor de tomar la decisión, y en otro lado los que estaban en contra. A continuación iba tachando un argumento a favor y otro en contra de la misma importancia. Así, al finalizar este proceso en una de las partes, quedaban los argumentos no tachados que indicaban lo que se debía decidir. Este método lo utilizaba tanto en su vida profesional en la política como en su vida privada. Este método fue denominado "álgebra moral o prudencial"[3].

También en este siglo XVIII, algunos científicos como Daniel Bernoulli (1700-1782) discutían la paradoja del "individuo prudente" (1738)[4]. La resolución de esta paradoja puede considerarse como una versión primitiva de la teoría de la utilidad según la cual la utilidad del dinero se incrementa a una tasa decreciente. Su legado es indudable en las teorías de la utilidad esperada aparecidas posteriormente, y también en el principio de utilidad marginal decreciente del bienestar, muy popular en la economía del siglo XIX[5]. El trabajo de Stigler (1950) es esencial para vislumbrar el planteamiento de los problemas actuales de Decisión Multicriterio[6].

La siguiente paradoja en resolverse fue la del voto[7]. Ya el español Ramón Llull (1232-1316) había comparado dos a dos las alternativas, y Nicolaus Cusanus (1401-1464) había establecido el método de puntuaciones (scoring method). Sin embargo, es el Marqués de Condorcet (1743-1794) el que la resuelve en 1785 mediante un razonamiento probabilístico, intentando detectar al candidato más deseable o con más méritos en las elecciones que carecen de un candidato mayoritario. Respecto a la votación orientada a la elección social, si tenemos en cuenta la "agregación de las preferencias individuales", se puede decir que a raíz de ella han surgido numerosas metodologías que se aproximan cada vez más a su posible resolución, aunque hoy en día aún suscita investigaciones. Ramón Llull (1232-1316) y Nicolaus Cusanus (1401-1464) también se preocuparon por este asunto, aunque los primeros resultados los encuentran el Caballero Jean-Charles de Borda[8] (1733-1799) y Marie Jean Antoine Nicolas de Caritat[9], el Marqués de Condorcet[10], ambos matemáticos y politólogos, aunque discrepan en sus argumentos, el primero utilizó ordenamientos sumados (lo que hoy es semejante a las teorías del valor y de la utilidad), mientras que Condorcet aboga por preferencias de la mayoría intransitivas, a pesar de ser transitivas las preferencias individuales. Esto se conoce hoy en día como *ciclo de las preferencias*, y tiene que ver con los actuales métodos de relaciones de superación del análisis de decisión multicriterio.

Jeremy Bentham (1748-1832)[11] también estudió la agregación de las preferencias individuales, planteando el cálculo utilitario para obtener la función de utilidad total para la sociedad a partir de la agregación de los intereses personales de los individuos de una comunidad.

En la actualidad para resolver un problema de elección colectiva se utiliza inicialmente el Método de Borda-Kendall para la agregación de las preferencias individuales. En 1781 Borda fue

[1] Véase FORTEMPS Y SLOWINSKI [2002, vol. 1, pp. 93-11].
[2] Véase MAC CRIMMON [1973, pp. 18-43].
[3] Véase MATEOS-APARICIO [2004, vol. II, pp. 139-155].
[4] El porqué algunos individuos no tenían en cuenta el principio de maximización de la rentabilidad esperada (Véase FISHBURN [1991, vol.. 103, pp. 27-32]), cuando jugaban a un juego de azar de expectativa infinita, en el que pagando como mucho unas pocas libras para participar, podía devolver 2n chelines si las primeras "caras" en una sucesión de lanzamientos de moneda se producen en el lanzamiento n-ésimo.
[5] Véase STIGLER [1950, vol. 58, Nº 4, pp. 307-327].
6 El origen de esta Decisión Multicriterio puede establecerse en la Economía del Bienestar y en la Teoría de la Utilidad.
[7] Mayorías cíclicas en las elecciones colectivas en las que no había ningún candidato mayoritario que pudiera derrotar o empatar a los demás candidatos bajo comparaciones de mayoría simple fundamentadas en el ranking de preferencia electoral.
[8] En 1781 publicó su Memoria sobre las elecciones en escrutinio.
[9] En 1785 publicó su famoso "Essai sur l'Application de l'Analyse à la Probabilité des Décisions Rendus à la Pluralité de voix"
[10] Véase FIGUEIRA *et al.* [2005, pp. xxiii-xxiv].
[11] Véase BENTHAM [1988].

quien abordó y dio solución a este problema, analizando los sistemas de elección por votación. El interés práctico se ve reforzado por la fundamentación teórica propuesta por Kendall, casi dos siglos después del primer trabajo de Borda. Asimismo, resulta muy lógico pasar posteriormente a la desagregación de dichas preferencias y analizar la existencia o no del Efecto Condorcet; nombre con el que se conoce al fenómeno con el que se llega a un resultado incoherente que refleja una profunda división en la población de votantes.

2. EL SIGLO XIX

El Marqués de Laplace (1749-1827) establece los actuales elementos de un problema de decisión, en su famoso libro Ensayo filosófico sobre probabilidad de 1812, con la metodología[12] bayesiana[13]. En la actualidad las decisiones son las estimaciones, los estados de la naturaleza son un subconjunto de números reales, la función de resultado es el valor que se asigna a las diferentes opciones y las observaciones son la muestra estadística de Laplace.

Hacia 1812, Laplace plantea algunas cuestiones en las que se vislumbran los elementos básicos de un problema de decisión: las decisiones, los estados de la naturaleza, la función de resultados y las observaciones. De esta forma, puede considerarse que Laplace sentó las bases de la filosofía de lo que hoy conocemos como *análisis de decisiones*, tal como puede comprobarse al leer su famoso ensayo publicado un siglo después.

En 1821, Gauss avanza en sus estudios llegando a demostrar que la media de una distribución hace mínimo el error cuadrático esperado. En consonancia con los resultados obtenidos por Laplace, considera que ambos son casos particulares de una función de pérdida más general. Esas fundamentaciones le permiten demostrar el conocido teorema de Gauss-MArkov.

Georg Cantor (1845-1918) y Francis Ysidro Edgeworth[14] (1845-1926) desarrollan y aplican los fundamentos matemáticos a la teoría de la decisión. Y la definición de optimalidad creada por Vilfredo Federico Dámaso Pareto (1848-1923) dio un impulso fundamental a la teoría de la decisión, dando lugar a los nuevos conceptos de dominancia y eficiencia[15]. Pareto fue muy crítico con las políticas económicas del gobierno italiano, a pesar de que no estudió seriamente Economía has los cuarenta años de edad. En 1893 sucedió a León Walras como Profesor de Economía de la Universidad de Lausanne. Sus publicaciones más relevantes fueron Cours d'économie politique (1896-1897) y Manual of Political Economy (1906). En 1923, fue nombrado para forma parte del gobierno de Mussolini aunque, posteriormente, no aceptó su ratificación como miembro.

En 1844 Jules Dupuit (1804-1866), establece por primera vez los nuevos conceptos sobre la Teoría de la Utilidad Marginal[16], al intentar construir una teoría de precios que maximice la utilidad. Introduce los conceptos de utilidad marginal y utilidad total y define el concepto de "exceso del consumidor" como la diferencia entre ambas utilidades, la total y la marginal. Esta teoría tiene grandes investigadores dentro del campo económico como Carl Menger (1840-1921), León Walras (1834-1910), William Stanley Jevons (1835-1882) y Alfred Marshall (1842-1924). Sin embargo, los axiomas de probabilidad subjetiva y de utilidad de Leonard Savage (1917-1971) proceden de las ideas de Frank Plumpton Ramsey (1903-1930) y Bruno De Finetti[17] (1906-1985). Además, éste último

12 Thomas Bayes (1702-1761) estudia la teoría de la probabilidad e inferencia inductiva que facilita la corrección de las probabilidades subjetivas.

13 MATEOS-APARICIO [2002, vol. I, pp. 1-18]

14 La caja de Edwgeworth es una forma muy original de representar distintas distribuciones de recursos. Edgedworth describe la caja en su famoso libro: *Mathematical Psychics: An Essay on the Application of Mathematics to the Moral Sciences (1881).*

15 También llamada optimalidad Paretiana. Una asignación de recurso es Pareto-óptima si no es posible que ningún individuo mejore su situación si no empeora, al menos, la de otro individuo.

16 Utilidad marginal, utilidad total y "exceso del consumidor" (diferencia entre ambas utilidades).

17 De Finetti considerando las ideas de Pareto de optimalidad y equidad imaginó un nuevo sistema económico.

desarrolló la inferencia bayesiana, la Teoría de la Probabilidad, Pedagogía, Justicia Social y Economía.

3. EL SIGLO XX

Los grandes conflictos bélicos de la primera mitad de este siglo hacen avanzar los problemas prácticos y se desarrolla el control de calidad, los juegos de estrategia, la inspección por muestreo, la codificación de señales, y además los avances tecnológicos dan la posibilidad de crear softwares específicos y nacen la programación por objetivos y por metas[18]. John von Neumann (1903-1957) Oskar Morgenster (1902-1977), Kenneth Arrow (1921-)[19] y Leonard J. Savage (1917-1971) son los investigadores que trabajan la teoría de juegos, la axiomatización de la utilidad esperada subjetiva con comparaciones entre expectativas de riesgo[20], y las probabilidades subjetivas o personales para eventos inciertos que fueron obtenidas a partir de preferencias entre posibilidades. También John Nash[21] (1928-) favoreció la Teoría de Juegos, al igual que Paul Samuelson (1915-2009) concibió el nuevo concepto de *preferencia revelada*.

Herbert Simon (1916-2001) aportó la teoría del comportamiento sobre racionalidad limitada[22], cambiando la noción de eficiente por la de satisfaciente. Su planteamiento era totalmente contrario al pensamiento económico prevaleciente.

Otros nombres importantes son: Amartya Sen (1933-)[23] llevó a cabo la generalización de la Teoría de la Elección Social que ha producido un gran impacto en la MCDM[24]. Gerard Debreu (1921-2004) contribuyó con sus métodos topológicos en la Teoría de la Utilidad cardinal. R. Duncan Luce (1925-) y Howard Raiffa (1924-) considerados como predecesores de la decisión moderna por sus aportaciones en el área de la Teoría de Juegos y la Decisión. Ronald A. Howard, George. E. Kimball y James E. Matheson fueron pioneros en denominar a este nuevo campo científico como *Decision Analysis.* Ward Edwards (1927-2005) es considerado entre los investigadores como el padre de la decisión conductual. Peter Fishbur (1936-) aportó numerosos trabajos en el área de las teorías de la elección social y de la utilidad. Bernard Roy (1934-) y su equipo introdujeron los métodos ELECTRE, una nueva familia de métodos de decisión multicriterio, con sus software en diferentes versiones y reconocidos como métodos de relaciones de superación.

La programación matemática multiobjetivo es consecuencia de las investigaciones de George Dantzig (1914-2005), Leonid Kantorovich (1912-1986)[25], y de Tjalling C. Koopmans (1910-1985)[26]. Continuaron su desarrollo Arthur M. Geoffrion (1937-), Abraham Charnes (1917-1992), William Cooper (1914-2012) y R. O. Ferguson.

Thomas Saaty (1926-) y de Saul Gass (1926-) son los que inician la *Programación Paramétrica*. El algoritmo que diseñaron podría utilizarse para la generación de soluciones eficientes

[18] Véase FERNÁNDEZ Y ESCRIBANO [2012, vol. 29(1), pp. 55-77].
[19] El Teorema de Imposibilidad o Paradoja de Arrow demuestra que ningún sistema de votación puede convertir las preferencias individuales en preferencias comunes (ordenamiento colectivo), mientras haya ciertos criterios (de dominio irrestricto, no-dictadura, eficiencia de Pareto e independencia de alternativas irrelevantes) razonables con tres o más opciones discretas entre las que elegir.
[20] Véase FISHBURN [1991, vol.. 103, pp. 27-32].
[21] Obtuvo el Premio Nobel de economía en 1994.
[22] Véase KÖRSALAN, WALLENIUS Y ZIONTS [2013, Nº20, 87-94].
[23] La obra más reconocida de Amartya Sen es su ensayo *Pobreza y hambruna: Un ensayo sobre el derecho y la privación* (*Poverty and Famines: An Essay on Entitlements and Deprivation*) de 1981.
[24] Véase ARROW Y RAUNAUD [1986].
[25] Kantorovich fue galardonado con el Premio Nobel de Economía en 1975.El desarrollo del computador digital casi al mismo tiempo que las contribuciones de Dantzig y Kantorovich fue realmente muy importante, pues permitió que el algoritmo del Simplex pudiera utilizarse para resolver casos reales. La programación lineal adquirió, rápidamente, gran importancia en el sector industrial.
[26] Koopmans fue premiado en el año 1975 con el Nobel de Economía.

a partir de la variación de los pesos de una función de valor agregada. Los autores utilizaron de forma usual una función de valor lineal aditiva, pero rápidamente se dieron cuenta que la técnica no podría utilizarse para generar soluciones eficientes no confirmadas o aceptadas. Luego de medio siglo de debates, Andrzej Wierzbicki presenta su función de logro que terminaría de configurar el *proceso analítico jerárquico*.

Lotfi Zadeh (1921-) comenzó el desarrollo de Técnicas Difusas para la Toma de Decisiones.

El último tercio del siglo XX ha dado lugar a un crecimiento exponencial de las nuevas aplicaciones y desarrollos[27]. Ahora los investigadores se multiplican: Ralph Keeney y Howard Raiffa, estudian la utilidad Multiatributo, Jared Cohon la programación y planificación multiobjetivo, Milan Zeleny la Decisión Multicriterio, Craig Kirkwood y Rakesh Sarin analizan la posibilidad de conseguir ordenamientos de alternativas con información parcial o en presencia de riesgo, y Zimmermann consigue una formulación de programación lineal combinando objetivos múltiples con operadores difusos, Brans, Mareschal y Vincke crean los métodos PROMETHEE, Bana e Costa desarrolla el método MACBETH con evaluaciones cualitativas, Carlos Romero, James Ignizio, Sang y Moon Lee amplían la programación por metas, y Schaffer explica el primer algoritmo genético multiobjetivo.

En los últimos años, desde el desarrollo tecnológico de los ordenadores personales y la creación de algoritmos y herramientas informáticas, el avance ha sido mucho más importante y se volvió a trabajar en equipos multidisciplinares de investigadores de diferentes ámbitos de la ciencia que ha expandido de forma exponencial los avances de la Teoría de la Decisión. Ahora es casi imposible hacer una relación de personas implicadas, pero sí es posible una relación de sucesos que han hecho avanzar la Teoría de la Decisión. Para comenzar hay que mencionar la creación de la Red Informática Mundial (Word Wide Web), que ha cambiado el horizonte universal en todos los ámbitos, como también en el campo que nos ocupa. Por ejemplo, es importante señalar que el primer soporte de decisiones multicriterio en la web se crea a mitad de la década de los 90. También por esta época se empieza a desarrollar la optimización evolucionaria multiobjetivo. Otro hecho fundamental fue la utilización de interfaces sofisticadas y amistosas que disponen de gráficos interactivos. En este contexto las aplicaciones prácticas de la teoría de la decisión se realizan en la actualidad en todos los campos del saber[28].

En los inicios del siglo XXI no se puede dudar ya de la importancia de la Toma de Decisiones en general y de la Decisión Multicriterio en particular. Con más fuerza cada vez el Análisis Envolvente de Datos (DEA) sigue consiguiendo importancia y merece destacarse su relación con la programación lineal multiobjetivo (MOLP). También es de resaltar que la optimización multiobjetivo combinatoria ha comenzado como una nueva rama de investigación con gran acogida por parte de los jóvenes investigadores.

4. CONCLUSIONES

Las decisiones se toman todos los días y en todo momento, ahora y desde el origen de la humanidad. Además, la literatura recoge este tema de toma de decisiones, incluso desde mil años antes de Cristo, como muestra la Biblia y la decisión del Rey Salomón.

Los primeros argumentos formales los dan los filósofos y científicos tales como Aristóteles, Platón, Ramón LLull, Nicolás Cusanus, Santo Tomás de Aquino, San Ignacio de Loyola, Benjamín Franklin, J. Priestley, Bernouilli, condorcet y el Caballero de Borda. Así se llega hasta el siglo XIX

[27] Véase FERNÁNDEZ Y ESCRIBANO [2012, vol. VI; pp. 243-260],

[28] Análisis envolvente de datos (DEA), ciencia de la negociación, comercio electrónico, finanzas, ingeniería, medicina, políticas medioambientales, problemas de localización, tratamiento de desperdicios nucleares, reparto de la riqueza, etc.

donde el crecimiento de esta nueva ciencia pasa a ser exponencial, con investigadores de la talla de Laplace, Gauss, Cantor, Pareto, Walras, Edgedworth, Dupuy, Ramsey, De Finetti, y Savage.

A partir del siglo XX se produce un crecimiento exponencial de ideas y conceptos novedosos en la Teoría de la Decisión que dan lugar a trabajos y resultados en todos los campos del conocimiento. Estas manifestaciones junto con el desarrollo tecnológico hacen posible que se desarrollen software específicos para ayuda a la decisión. La nómina de científicos ahora es mucho más larga, prácticamente interminable, pero pueden citarse algunos como: Von Neumann, Morgenstern, Arrow, Savage, Sen. Luce, Raiffa, Edwards, Fishburn, Roy, Dantzig, Kantorovich, Koopmans, Geoffrion, Charnes, Cooper, Ferguson, saaty, Gass, Wierzbicki, Zadeh, Dyer, Feinberg, Zionts, Wallenius, Zeleny, Steuer, Merkhofer, Keeny, Kirkwood, Sarin, Zimmermann, Brans, Mareschal, Vincke, Jacquet-Lagrèze, Siskos, Bana e Costa, Romero, Ignizio, Moon Lee, Schaffer, …

Por último debe resaltarse la implicación de algunos investigadores españoles como Ramón Llull, Carlos Romero y otros mucho más modernos y jóvenes que están siguiendo sus huellas ya en pleno siglo XXI.

5. BIBLIOGRAFÍA

ARROW, K., RAYNAUD, H. (1986) *Social Choice and Multicriterion Decision Making.* Cambridge, M.I.T. Press.

BENTHAM, J. (1988) *The Principles of Morals and Legislation.* New York, Prometheus Books.

FERNÁNDEZ, G.; ESCRIBANO, M. (2012) "After the steps of Decision Analysis: from its origin until the present days". *Boletín de Estadística e Investigación Operativa, B.E.I.O., 29(1),* 55-77.

FERNÁNDEZ, G.; ESCRIBANO, M. (2012) "La Ayuda a la Decisión Multicriterio: orígenes, evolución y situación actual". En: J. Arribas; A. Almazán; B. Mañas; A. Vallejos (eds.) *Historia de la Probabilidad y de la Estadística VI*. Madrid, Editorial UNED, 243-260.

FIGUERA, J.; GRECO, S.; EHRGOTT, M. (2005) *Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys.* Springer's International Series.

FISHBURN, P.C. (1991) "Decision Theory: The next 100 years". *The Economic Journal, 101*, 27-32.

FORTEMPS, PH., SLOWINSKI, R. (2002) "A graded quadrivalent logic for preference modelling: Loyola-like approach". *Fuzzy Optimization and Decision Making 1 (1),* 93-111.

JACQUET-LEGRÈZE, E.; SISKOS, J. (1982) "Assessing a set of additive utility functions for multicriteria decision-making, the UTA method". *European Journal of Operational Research 10(2),* 151-164.

KÖRSALAN, M.; WALLENIUS, J.; ZIONTS, S. (2011) *Multiple Criteria Decision Making. From Early History to the 21st Century.* Singapore, World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd.

KÖRSALAN, M.; WALLENIUS, J.; ZIONTS, S. (2013) "An Early History of Multiple Criteria Decision Making". *Journal of Multicriteria Decision Analysis, 20*, 87-94.

MAC CRIMMON, K. (1973) "An overview of multiple objective decision making". En: J. Cochrane y M. Zeleny (eds.) *Multiple Criteria Decision Making.* University of South Carolina Press, 18-43.

MATEOS-APARICIO, G. (2002) "Historia de la Probabilidad (desde sus orígenes a Laplace) y su relación con la Teoría de la Decisión". En: A.H.E.P.E. (eds.) *Historia de la Probabilidad y la Estadística (I).* Madrid. Editorial AC, 1-18.

MATEOS-APARICIO, G. (2004) "Evolución histórica de los Métodos de Decisión a partir de Laplace". En: A.H.E.P.E. (eds.) *Historia de la Probabilidad y la Estadística (II)*. Delta Universidad, 139-155.

SIGMUND, P. (1963) *Nicholas of Cusa and Medieval Political Thought.* Cambridge, Harvard University Press.

STIGLER, G. (1950) "The Development of Utility Theory. I". *Journal of Political Economy, 58(4)*, 307-327.

GONZÁLEZ REDONDO, F. A. (coord.) (2015) *Ciencia y Técnica entre la Paz y la Guerra. 1714, 1814, 1914*. Madrid, SEHCYT, pp. 757-764.

FORMALIZACIÓN DE LA TEORÍA DE JUEGOS EN EL TIEMPO DE ENTREGUERRAS

Ángel F. Tenorio[(1)], Ana M. Martín Caraballo[(2)]

(1) Universidad Pablo de Olavide, Sevilla, España, aftenorio@upo.es
(2) Universidad Pablo de Olavide, Sevilla, España, ammarcar@upo.es

Resumen

Expondremos los orígenes de la fundamentación teórica de la Teoría de Juegos desde el primer trabajo sobre esta problemática (debido al matemático alemán Ernst Zermelo) en 1913, hasta el florecimiento de dicha teoría con la finalización de la II Guerra Mundial y la publicación de la obra de von Neumann y Morgenstern. Nos centraremos en el desarrollo de la Teoría de Juegos en el tiempo entreguerras. Describiremos la formalización de esta teoría en el contexto de la crisis de fundamentos en matemáticas y la Gran Depresión en el mundo económico.

Palabras Clave: Teoría de Juegos, Tiempo de entreguerras, Fundamentos teóricos.

GAME THEORY: THEORETICAL FOUNDATIONS DURING INTERWAR PERIOD

Abstract

We discuss on the theoretical foundations of Game Theory. We start with the first work on this field (by Ernst Zermelo) in 1913, until the growth of this theory at the end of World War II and the publication of von Neumann and Morgenstern's masterwork. We describe the formalization in the context of a crisis of foundations in mathematics and the Great Depression in the economic world.

Keywords: Game Theory, Interwar period, Theoretical foundations.

1. INTRODUCCIÓN

Es usual que situaciones del mundo real se modelen mediante objetos matemáticos cuyo estudio teórico posibilite (y facilite) la resolución de cierto problema general y de cualquier otro con un mínimo de analogía tanto en datos como en hipótesis de trabajo. En concreto, para tomar decisiones conviene saber las posibles estrategias a seguir y contextualizarlas según las estrategias que pueden tener los contrincantes. Analizar las estrategias ante una situación dada (tanto de colaboración como de conflicto) es el objetivo de la Teoría de Juegos. La búsqueda de estrategias está condicionada, a veces, por el contexto histórico que se vive. El origen práctico de muchos de los procedimientos y conceptos usados hoy día en Matemáticas ha sido algo habitual en la historia de la humanidad (Kline, 1992), siendo de gran importancia las cuestiones económicas y sociales.

Desde sus orígenes, la Teoría de Juegos ha modelizado y analizado situaciones de conflicto y cooperación entre decisores racionales e inteligentes [MYERSON, 1991]; reduciendo la toma de decisiones entre agentes (i.e. jugadores) a un comportamiento puramente racional basado en las

estrategias más beneficiosas o menos perjudiciales para afrontar la interacción (i.e. el juego). Para tomar decisiones, deben tenerse en cuenta tanto las nuestras como las que puedan tomar el resto de jugadores. Es evidente la importancia y desarrollo de ésta en un tiempo de entreguerras y conflictos.

La Teoría de Juegos permite modelizar muchas interacciones entre agentes que, a priori, no parecen estar relacionadas y que se resolverían con soluciones ad hoc. Al modelizar tal interacción como un juego, aparecen similitudes y analogías con otros problemas que tienen la misma estructura y requieren del mismo análisis. Como las interacciones modelizadas pueden permitir la cooperación o no entre jugadores, los juegos se dividen entre los que son y los que no son cooperativos. Los primeros permiten alcanzar acuerdos vinculantes entre jugadores mediante mecanismos preestablecidos, pues hay jugadores con los mismos objetivos y ganan o pierden conjuntamente [HARSANYI Y SELTEN, 1988]. En los juegos no cooperativos, cada jugador sólo busca su beneficio personal, admitiendo explícitamente todas las posibles cooperaciones [VAN DAMME Y FURTH, 2002].

En este trabajo, se pone de manifiesto el contexto histórico en el que la Teoría de Juegos surgió y se formalizó. Seguidamente se indicarán algunos de los precursores que darían lugar a la posterior formalización de la Teoría de Juegos. Estos precedentes surgen en épocas de profundos cambios sociales, políticos y económicos. Posteriormente, se describe la formalización de resultados en el contexto de la llamada “Crisis de Fundamentos de las Matemáticas” y la que se lleva a cabo en las postrimerías de la II Guerra Mundial, buscado tratar los problemas de manera formal y axiomática.

2. ALGUNOS PRECEDENTES HISTÓRICOS

La Teoría de Juegos se desarrolla por el simple hecho de que un individuo se relacione con otro u otros. Por tanto, es importante para el hombre porque analiza qué ocurre cuando los individuos se relacionan de forma racional. Esta sección busca esbozar la “prehistoria” de la Teoría de Juegos, exponiendo los principales trabajos que, sin existir todavía ésta, son precursores de la misma puesto que posteriormente dieron lugar a su estudio matemático formal y axiomático que culminaría con el trabajo de von Neumann y Morgenstern que describiremos posteriormente.

La primera referencia a los juegos y la lógica data de 1765 en los *Nouveaux Essais sur l'entendement humain* del matemático y filósofo Leibniz (obra que fue escrita en 1704). En ella constataba la aparición de “una nueva clase de lógica, concerniente a los grados de probabilidad […] para perseguir la investigación de los juegos de azar”. Para Leibniz, la mente humana “se despliega más minuciosamente en los juegos que en actividades más serias”. Por tanto, el precedente más antiguo de la Teoría de Juegos se sitúa en el s. XVIII, el “Siglo de las Luces” en el que surge el movimiento intelectual conocido como “Ilustración”. Este siglo es fundamental para entender el mundo moderno, pues muchos de sus eventos políticos, sociales, económicos, culturales e intelectuales han extendido su influencia hasta la actualidad. Para Occidente, es el último siglo de la Edad Moderna y el primero de la Edad Contemporánea, marcada por la aparición de *L'Encyclopédie* (1751), la Independencia de Estados Unidos (1776) o la Revolución Francesa (1789).

Tras el caos político y militar del s. XVII, el s. XVIII presencia un notable desarrollo en las artes y ciencias europeas gracias a la Ilustración, caracterizada por reafirmar el poder de la razón humana frente al de la fe. Las antiguas estructuras sociales, basadas en el feudalismo y el vasallaje, son cuestionadas y acaban desapareciendo, a la vez que se inicia la Revolución Industrial y tiene lugar un despegue económico de Europa. Este periodo de revoluciones y cambios políticos y sociales trae aportaciones relevantes para la Teoría de Juegos. En 1713 aparece el concepto de estrategia mixta y la regla minimax (que minimiza la posible pérdida en el peor escenario y que coincide con el concepto de equilibrio de Nash) en la segunda edición del *Essay d'analyse sur les jeux de hazard* de Pierre de Montmort, incluyendo su correspondencia con Nicolas I Bernoulli entre 1710 y 1713, en la que

planteaba el problema de hallar una solución de equilibrio basado en la regla minimax de estrategia mixta para una versión con dos jugadores de un juego de carta clásico denominado “Le Her” y que “Monsieur de Waldegrave” le planteó por carta, incluyendo una resolución usando la regla minimax.

Con el final del s. XVIII surgen las primeras declaraciones de derechos (Declaración de Independencia de los Estados Unidos en 1776 y Declaración de los derechos del hombre en 1789) y los primeros movimientos feministas. En este tiempo de movimientos sociales, se hallan precedentes de la Teoría de Juegos en las Ciencias Sociales con el análisis del sistema electoral en la Francia previa a la Revolución Francesa. Es entonces cuando el Marqués de Condorcet publicó su *Essai sur l’application de l’analyse à la probabilité des décisions rendues à la pluralité des voix* (1785) con la primera aparición del Teorema del jurado y de la Paradoja de Condorcet. Dicho teorema determina la probabilidad relativa de un grupo de individuos alcanzando la decisión correcta y cómo, dependiendo de esa probabilidad, debe aumentar o disminuir el número de individuos para alcanzar dicha decisión. Por otro lado, la Paradoja de Condorcet plantea la posibilidad de que las preferencias colectivas sean cíclicas, aunque no lo sean las individuales; por tanto, el criterio de lo que prefiere la mayoría no da un vencedor claro. También introduce el método de Condorcet para elegir el candidato que ganaría por mayoría en cualquier emparejamiento contra otro candidato (suponiendo que éste exista). En 1770 (pero publicada en 1784), de Borda presentó en la *Académie Royale des Sciences* un método de elección (denominado Recuento Borda) con un único ganador mediante la ordenación hecha por cada votante según sus preferencias por los candidatos.

Hay que avanzar al s. XIX (de marcado carácter económico y liberal) para el siguiente precedente en Teoría de Juegos. Surgen las democracias censitarias y desaparecen las monarquías absolutas. La Revolución Francesa y la posterior era napoleónica ayudan a expandir las ideas republicanas y liberales, surgiendo la idea de izquierda y derecha en política. Se inician también las ideologías sociales y el movimiento obrero. A mediados del s. XIX, durante la segunda fase de la Revolución Industrial, el mercado mundial se integró como nunca antes lo había hecho, gracias al notable desarrollo de los medios de transporte y de comunicación. En este proceso la libre circulación de mercaderías entre los países o su facilitación (eliminando o disminuyendo aranceles aduaneros) abarató los precios y favoreció los negocios. A finales de este siglo surgen las grandes empresas y los grandes holdings, además de tener lugar el final del liberalismo económico y comenzar las políticas proteccionistas. Es un siglo de cambios económicos muy marcados, lo que conlleva la aparición de trabajos sobre economía relacionados con la Teoría de Juegos. El matemático francés Cournot (1838) inicia el estudio de modelos de competencia entre organizaciones con su modelo de competición imperfecta (denominado duopolio de Cournot) entre dos empresas con la misma función de coste y productos homogéneos en un escenario estático. Con este trabajo, además de comenzar el análisis de oligopolios (como término intermedio entre la competencia perfecta y los monopolios), se analiza teóricamente el comportamiento de los empresarios en un duopolio en base a la toma simultánea de decisiones por ambos para obtener un equilibrio que optimice el precio de su producto según las cantidades producidas (i.e. un equilibrio de Nash en Teoría de Juegos).

Cournot recibió respuesta del matemático francés Bertrand (1883) al que le parecía más lógico que las empresas en un duopolio se enfrentasen en términos de cambios en el precio en lugar de en las cantidades que se vendían. El equilibrio (también de Nash) se alcanzaría cuando el precio coincidiese con el coste marginal. Sin embargo, el modelo de Bertrand planteaba la paradoja que lleva su nombre, por la que el duopolio terminaba en monopolio tanto si las empresas decidían aliarse como si decidían enfrentarse (la de menor coste marginal se haría con todo el mercado). Esta paradoja hizo que el economista irlandés Edgeworth (1897) modificara el modelo de Bertrand y creara el modelo de Bertrand-Edgeworth incluyendo restricciones en la capacidad de producción de las empresas para que ambas tuviesen la opción potencial tanto de aliarse como de no hacerlo. El propio Edgeworth (1881) publicaría el tratado más relevante en relación con la Teoría de Juegos en el s.

XIX, versando sobre econometría y la aplicación de las matemáticas al análisis de los fenómenos psicológicos y mostrando el análisis de equilibrios en fenómenos sociales y en el movimiento utilitarista neo-clásico. La obra introduce muchos aspectos de la Teoría de Juegos ya que modelizó la economía política y las elecciones sociales en base a un principio de incertidumbre. Esta obra demostró que una economía de trueque presenta muchas soluciones para lograr un equilibrio competitivo, por lo que existía una indeterminación del contrato; sin embargo, cuando el número de actores en la economía aumenta, el nivel de indeterminación se reduce y si hay un número infinito de actores (la competición perfecta), el problema está completamente determinado por una única solución. Esta conjetura (apellidada de Edgeworth) puede enunciarse usando el concepto de núcleo ("core") de un juego, siendo su primera aparición en la literatura, pero como curva de contrato.

3. LA CRISIS DE FUNDAMENTOS Y LA GRAN DEPRESIÓN

Hemos expuesto algunos precedentes de la Teoría de Juegos en su contexto histórico, pero más cómo búsqueda de soluciones ad hoc para estos problemas que como teoría matemática con un cuerpo formal en el que apoyarse y a partir del cual obtener nuevos resultados. Para esto habrá que esperar a finales del s. XIX y principios del s. XX con la denominada "Crisis de Fundamentos de las Matemáticas", principalmente promovidas por matemáticos de la talla de Hilbert y Brouwer. Esta crisis histórica para las Matemáticas tiene su punto culmen en el II y III Congreso Internacional de Matemáticas en 1900 y 1904, con el establecimiento de las escuelas de pensamiento formalista, logicista e intunicionista [KLINE, 1972], que buscaban solventar las dificultades filosóficas y técnicas en la formalización de los principios básicos sobre los que montar las teorías matemáticas para que dichas formulaciones fuesen consistentes y no llevasen a la aparición de paradojas como la indicada por Russell (referente de la escuela logicista) en 1901 [RUSSELL, 1902].

En esta búsqueda de formalismo y cuerpo lógico para las nociones y pruebas de los resultados que se conocían y se descubrían (evitando situaciones paradójicas en las teorías), triunfaron los formalistas (encabezados por Hilbert) y los logicistas frente a los intuicionistas de Brouwer, sentándose las bases de unas matemáticas basadas en un sistema lógico fundamentado metamatemáticamente frente a la percepción intuicionista de que sólo existe lo que puede probarse con la construcción mental humana. A finales de la década de 1920 se impuso el formalismo frente al intuicionismo con la expulsión de Brouwer del consejo editorial de la principal revista matemática de la época: *Mathematische Annalen* a causa de su controversia con Hilbert [EWALD, 1996].

Ernst Zermelo, como defensor de la axiomática y la fundamentación teórica, es uno de los matemáticos y lógicos que más aportaron en la formalización matemática; aunque sin encuadrarse en las tesis logicistas [GRAY, 2008]. Zermelo (1913) trata la Teoría de Juegos como un problema lógico formal en el ámbito de la Teoría de Conjuntos y es el primer matemático en plantear el estudio de los juegos de manera formal y axiomática, formulando y demostrando dos teoremas sobre la victoria de un jugador en el ajedrez. Aunque su artículo hace referencia al ajedrez, el uso de éste es anecdótico y se usa como ejemplo para dar mayor claridad expositiva. De hecho, el planteamiento, los resultados y los razonamientos lógicos empleados permiten analizar cualquier juego con dos jugadores sin movimientos de oportunidad y con intereses completamente enfrentados; los denominados juegos no cooperativo de suma cero (del que el ajedrez es un ejemplo clásico). Dentro de este tipo de juegos, el ajedrez ejemplifica aquellos que permiten realizar infinitos movimientos, pero en una cantidad finita de posiciones. Zermelo quería, por un lado, caracterizar formalmente cuándo un jugador está en posición ganadora (y así poder definir esta noción sin ambigüedad) y, por el otro, determinar (si era posible) el número de movimientos necesarios para forzar la victoria a partir de una posición ganadora. Responde ambas dudas con sendos teoremas: El primero establecía una condición necesaria y

suficiente para decidir cuándo es ganadora una posición, demostrando que no se garantizar la victoria del jugador. Su segundo teorema consistía en demostrar, por reducción al absurdo, que el número de movimientos para forzar una victoria nunca supera al número de posiciones posibles en el juego.

El trabajo de Zermelo sería completado una década más tarde por dos matemáticos húngaros. A finales de la década de 1920 (en pleno período de entreguerras), Hungría vivía cierta recuperación económica por su declaración de independencia del Imperio Austro-Húngaro y Alemania estaba saliendo de la crisis hiperinflacionista acaecida entre 1920 y 1921 a consecuencia de los Tratados de Versalles que finalizaron la I Guerra Mundial. Concretamente Dénes König (1927) aplicaría la teoría de conjuntos para demostrar una conjetura propuesta por John von Neumann: si q es una posición ganadora, entonces existe un número N dependiente de q tal que las blancas pueden forzar la victoria en menos de N movimientos partiendo de la posición q. Para la prueba, no necesitó la finitud del número de posiciones, obteniendo una generalización del segundo teorema de Zermelo para juegos con infinitas posiciones pero solo pudiendo alcanzar una cantidad finita de posiciones desde cada posición. En 1928, László Kalmár generalizaría el trabajo de König permitiendo que no solo fuesen infinitas las posiciones posibles en el juego, sino que también pudieran ser infinitas las posiciones alcanzables desde cualquier posición dada.

Las Matemáticas europeas hasta el s. XX habían sido lideradas principalmente por los matemáticos alemanes, franceses e ingleses. Pero, tras la I Guerra Mundial, el Imperio Alemán había quedado muy debilitado económicamente y se fragmentó en distintos estados independientes (proceso que finalizaría hacia 1925 con la estabilización de fronteras en Europa). Esa inestabilidad económica y geopolítica, hizo que el desarrollo de la Teoría de Juegos a comienzos de la década de 1920 se focalizase en Francia, en la persona de Émile Borel. Este autor, en cinco artículos entre 1921 y 1927, establecería los fundamentos teóricos de la teoría de juegos psicológicos [FRÉCHET, 1953]. Concretamente, estudió los juegos de estrategia, dando la primera formulación matemática de estrategia mixta e introduciendo la idea de estrategia pura (que denominó método de juego). Además, analizó la búsqueda de la solución minimax para juegos simétricos de dos jugadores con intereses completamente opuestos, demostrando su existencia para jugadores con 3 y con 5 estrategias y mostrándose contrario a la existencia de soluciones minimax para juegos con más de 5 estrategias posibles. Posteriormente, cambió de opinión, planteando dicha existencia como conjetura y proponiéndola como problema abierto [BOREL, 1927]. Como indica Fréchet (1953), Borel especuló sobre la aplicación de la Teoría de Juegos a situaciones militares y económicas. A finales de esta década se observa una recuperación de la economía alemana por el flujo de capital extranjero y el aumento del volumen exterior e industrialización del país. J. von Neumann (1928) estudia los juegos dando la demostración del teorema minimax para los juegos estudiados por Borel sin depender del número (finito) de estrategias que tiene cada jugador y asumiendo intereses completamente opuestos en los jugadores. Introduce la actual definición formal de estrategia y la expresión de los juegos como arboles lógicos enraizados mediante la forma extensiva (permitiendo el tratamiento de juegos mediante matrices de pesos). Menos conocido es el trabajo de Steinhaus (1925) que dio la primera definición formal de estrategia y realizó un estudio completo y exhaustivo del concepto.

En 1929 tiene lugar la Gran Depresión, una crisis económica originada en Estados Unidos que afectó seriamente a Alemania por su dependencia de los flujos de capital extranjero y que vio reducir su comercio exterior con un incremento destacable del desempleo. Esto permitió que el Partido Nazi escalara en política entre 1931 y 1933, llegando al poder en 1934. Con la instauración del Tercer Reich, las matemáticas alemanas entran en un período oscuro con sus principales referentes perseguidos o teniendo que exiliarse en el extranjero (sobre todo en Estados Unidos como ocurre con von Neumann) y que puede consultarse con más detalle en Sánchez-Muñoz (2012).

El caso francés es distinto por su poca industrialización y la diversificación del sector agrícola, lo que suavizó las consecuencias de la Gran Depresión. En Francia donde aparecen los siguientes

aportes a la Teoría de Juegos de la mano de Borel (1938) con sus *Applications des jeux de hasard*, segunda parte del cuarto volumen de su *Traité du calcul des probabilités et de ses applications*. Esta obra colaborativa recopilaría varios trabajos de teoría de juegos, destacando el capítulo 4 (*Jeux où le psychologie joue un rôle fondamental*) y una nota por Jean Ville demostrando el teorema minimax usando convexidad y teoría de desigualdades. Esta prueba sería posteriormete revisada y simplificada por von Neumann y Morgenstern (1944). Con este trabajo finaliza la investigación sobre Teoría de Juegos previa a la II Guerra Mundial, la cual será esencial para el resurgimiento posterior de la Teoría de Juegos en las décadas de 1950 y 1960 debido a la necesidad de planteamientos estratégicos frente a los cambios geopolíticos de los que hablaremos a continuación.

4. AUGE DE LA TEORÍA DE JUEGOS TRAS LA II GUERRA MUNDIAL: SU USO EN EL NUEVO CONTEXTO GEOPOLÍTICO

Durante la II Guerra Mundial, las Matemáticas europeas quedan muy debilitadas: Por un lado, el Tercer Reich había perseguido y llevado al exilio a muchísimos matemáticos alemanes relevantes; por otro lado, los matemáticos franceses también tuvieron serias dificultades durante la ocupación de su territorio por las tropas alemanas, traducido también en fuerte migración de matemáticos de primer nivel a zonas libres de conflicto [BERS, 1988].

Con la invasión de Polonia por Alemania en 1939, Francia y Gran Bretaña entraron en la Guerra y buena parte de los matemáticos de estas naciones fueron alistados o realizaban tareas para el ejército. Remitimos a Ballard (1948) y sus recuerdos de las vicisitudes al elaborar *Les Grands Courants de la pensée mathématique* [LE LIONNAIS, 1948] debido a que el intercambio intelectual entre matemáticos era considerado como intercambio de información esencial por los alemanes. Las Matemáticas durante la Guerra no eran tales para muchos matemáticos de la época; sino el deber y obligación de formular correctamente problemas y dar respuestas rápidas para ganar la Guerra; salvo en criptoanálisis, cuyos avances se consideraban de suficiente relevancia [BARKLEY ROSSER, 1982].

Aunque el auge y desarrollo de la Teoría de Juegos será en las matemáticas americanas de la posguerra, debemos hablar de la II Guerra Mundial pues el escenario europeo y la migración de cabezas pensantes a Estados Unidos será el caldo de cultivo que favorecerá esta explosión a finales de la década de 1940 y en la década de 1950. Hasta ese momento, las matemáticas americanas no eran potentes y la importancia internacional se fue alcanzando a medida que Estados Unidos entraba en la Guerra y acogía más matemáticos refugiándose de los nazi [REES, 1980].

Tanto la Armada como el Ejército estadounidense entendieron esencial el desarrollo de la investigación matemática, financiándola. Un buen número de matemáticos pertenecían a la Oficina de Investigación Científica y Desarrollo (OICD), dependiente de la Presidencia, que construía y desarrollaba nuevos sistemas defensivos y armamentísticos mediante la cooperación entre ejército, industria y universidad con investigadores civiles. En 1942, se crearía el Panel de Matemática Aplicada (PMA) dentro de la OICD [KJELDSEN, 2003].

La relevancia en el PMA de von Neumann será de clave para el desarrollo de la Teoría de Juegos. Éste había comenzado a colaborar con Oskar Morgenstern en Princeton, preparando el trabajo considerado como origen formal de esta teoría: *Theory of Games and Economic Behavior* (1944). Se considera el primer tratamiento riguroso y exhaustivo del concepto de juego, estrategia y resolución del mismo, siendo también el primero de estas características sobre representación de las preferencias de los jugadores. Los autores estudiaron tanto los juegos con jugadores con intereses completamente contrapuestos (juegos no cooperativos de suma cero), como aquellos en los que la ganancia de un jugador no implica pérdidas para otro (juegos cooperativos de suma nula con

recompensa transferible). Con un enfoque eminentemente económico, los autores querían modelizar el comportamiento económico, desarrollando incluso una teoría axiomática de la utilidad.

Ésta es la única obra sobre Teoría de Juegos durante la Guerra, publicándose cuando los países estaban redefiniendo sus políticas exteriores y económicas para la posguerra. Según Leonard (1992), la obra surge sin una audiencia "natural" pese a enfocarse para hacerla atractivo a los economistas (y facilitar su uso), ya que las técnicas y metodologías eran también novedosas y rompedoras matemáticamente. La relevancia de la obra y la aparición de especialistas en este campo se debió al papel del teorema minimax en la Guerra para la Oficina de Investigación Naval (OIN) con sus primeras aplicaciones militares [LEONARD, 1992] en la guerra antisubmarinos: la patrulla barrera con una vía marítima estrecha patrullada regularmente por aeronaves para impedir el paso de submarinos; y la asignación de fuerzas en componentes estratégicas y tácticas por dos ejércitos enemigos. Este segundo problema ya lo comentó Borel (1938), aunque sin analizar su resolución.

En la posguerra, la relación entre ejército, industria y universidad realizada por el OICD no se quiso suprimir por su productividad para la investigación y desarrollo. Estados Unidos pensaba que su potencia militar debía sustentarse en una potencia científica e investigadora [REES, 1977]. Así, el Ejército y la Armada financiaron la investigación científica (incluida la matemática). La investigación de las técnicas y metodologías matemáticas fueron objeto de dos organizaciones con financiación militar: el Proyecto RAND y la OIN [KJELDSEN, 2003]. La Teoría de Juegos se hizo un hueco en la investigación realizada por ambos organismos, siendo una de las grandes beneficiadas. Debida a la recepción negativa de los economistas de la obra de von Neumann y Morgenstern (1944), Mirowski (1991) indica que von Neumann redirigió la Teoría de Juegos hacia una audiencia militar (en la que él había sido asesor en el PMA) más receptiva pasando al contexto bélico la consecución de estrategias óptimas para ganar un juego. Así, von Neumann conseguiría que RAND se convirtiera en hogar de la Teoría de Juegos, siendo allí donde florecería la investigación durante la década de 1950, lo que supondría su estabilización como rama de las Matemáticas [LEONARD, 1992].

BIBLIOGRAFÍA

BALLARD, J. (1948) "Avant-propos". En Le Lionnais, F. (ed.): *Les Grands Courants de la pensée mathématique*. Chaiers du Sud, Marsella.

BARKLEY ROSSER, J. (1982) "Mathematics and Mathematicians in World War II". *Notices Amer. Math. Soc.* 29, 509-515.

BERS, L. (1988) "The migration of European Mathematicians to America". En Duren P. (ed.): *A Century of Mathematics in America: Part I*. AMS, Providence, pp. 231-243.

BERTRAND, J. (1883) "Theorie mathématique de la richesse sociale". *J. Sav.* 1883, 499-508.

BORDA, J.C. (1784) "Memoire sur les elections au scrutin". *Hist. Acad. R. Sci.* 1781, 657-664.

BOREL, É. (1921) "La théorie du jeu et les équations intégrales à noyau symétrique". *C. R. Hebd. Séances Acad. Sci.* 173, 1304-1308.

BOREL, É. (1924) "Sur les jeux où interviennent l'hasard et l'habileté des joueurs". En *Compté Rendu de la 47e Session de l'Association Française pour l'Avancement des Sciences. Bordeaux, 1923*. Association Française pour l'Avancement des Sciences, París, pp. 79-85.

BOREL, É. (1924) "Sur les jeux où interviennent l'hasard et l'habileté des joueurs". En Borel, É. *Éléments de la Théorie des Probabilités*. 3e édition. J. Hermann, Paris, pp. 204-224.

BOREL, É. (1926) "Un théorème sur les systèmes de formes linéaires a déterminant symétrique gauche". *C. R. Acad. Sci.* 183, 925-927, 996.

BOREL, É. (1927) "Sur les systèmes de formes linéaires à déterminant symétrique gauche et la théorie générale du jeu". *C. R. Hebd. Séances Acad. Sci.* 184, 52-54.

BOREL, É. (1938) *Traité du calcul des probabilités et de ses applications*. Vol. 4. Gauthiers-Villars, París.

CONDORCET, M. DE (1785) *Essai sur l'application de l'analyse à la probabilité des décisions rendues à la pluralité des voix*. Imprenta Real, París.

COURNOT, A. (1838) *Recherches sur les principes mathématiques de la théorie des richesses*. L. Hachette, París.

EDGEWORTH, F.Y. (1881) *Mathematical Psychics*. Kegan Paul & Co., Londres.

EDGEWORTH, F.Y. (1897) "La teoría pura del monopolio". *G. Degli Econ.* 40, 13-31.

EWALD, W. (1996) *From Kant to Hilbert*. Volume II. Oxford Univ. Press, New York.

FRECHET, M. (1953) "Emile Borel, Initiator of the Theory of Psychological Games and its Application". *Econometrica* 21, 95-96, 126.

GRAY, J. (2008) *Plato's Ghost*. Princeton Univ. Press, Princeton.

HARSANYI, J.C. Y SELTEN, R. (1988) *A General Theory of Equilibrium Selection in Games*. MIT Press, Cambridge.

KALMÁR, L. (1928) "Zur Theorie der abstrakten Spiele". *Acta Sci. Math. (Szeged)* 4, 65-85.

KJELDSEN, T. (2003) "New mathematical disciplines and research in the wake of World War II". En Booss-Bavnbek, B. y Hoyrup, J. (eds.): *Mathematics and War*. Springer, Basel, pp. 126-152.

KLINE, M. (1972) *Mathematical Thought from Ancient to Modern Time*. Oxford Univ. Press, New York.

König, D. (1927) "Über eine Schlussweise aus dem Endlichen ins Unendliche". *Acta Sci. Math. (Szeged)* 3, 121-130.

LW LIONNAIS, F. (1949) *Les Grands courants de la pensée mathématique*. Chaiers du Sud, Marsella.

LEIBNIZ, G.W. (1704) "Nouveaux Essais sur l'entendement humain". En Raspe, R.E. (ed.). *Oeuvres philosophiques, latines et françoises, de feu Mr. de Leibnitz*. J. Scheuder, Leipzig, 1765.

LEONARD, R.J. (1992) "Creating a Context for Game Theory". *Hist. Polit. Econ.* 24, 29-76.

MIROWSKI, P. (1991) "When Games Grow Deadly Serious". En Goodwin, D.G. (ed.): *Economics and National Security*. Duke Univ. Press, Durham, pp. 227-255.

MONTMORT, P.R. (1713) *Essay d'analyse sur les jeux de hazard*. 2ª. ed. J. Quillau, París.

MYERSON, R.B. (1991) *Game Theory: Analysis of Conflict*. Harvard Univ.Press, Cambridge.

REES, M. (1977) "Mathematics and the Government: The Post-War Years as Augury of the Future". En Tarwater, D. (ed.): *The Bicentennial Tribute to American Mathematics, 1776-1976*. Mathematical Association of America, Buffalo, pp. 101-116.

REES, M. (1980) "The Mathematical Sciences and World War II". *Amer. Math. Monthly* 87, 275-289.

RUSSELL, B. (1902) "Letter to Frege". En J. van Heijenoort (ed.): *From Frege to Gödel*. Harvard Univ. Press, Cambridge, 1967, 124-125.

SÁNCHEZ-MUÑOZ, J.M. (2012) "Nazis y Matemáticas". *Pensamiento Matemático* 2, 67-103.

STEINHAUS, H. (1925) "Definicje potrzebne do teorji gry i poscigu". *Mysl Akademicka (Lwow)* 1, 13-14. Traducido al inglés en Steinhaus, H. (1960): "Definitions for a theory of games and pursuit". *Naval Res. Logist. Quart.* 7, 105-108.

VAN DAMME, E. Y FURTH, D. (2002) "Game theory and the market". En Borm, P. y Peters, H (eds.): *Chapters in Game Theory*. Kluwer Academic Publishers, Dordretch, pp. 51-81.

VILLE, J. (1938) "Sur la théorie générale des jeux où intervient l'habileté des joueurs". En Borel, É.: *Traité du calcul des probabilités et de ses applications*. Vol. 4. Gauthiers-Villars, París, pp. 105-113.

VON NEUMANN, J. (1928) "Zur Theorie der Gesellschaftsspiele". *Math. Ann.* 100, 295-320.

VON NEUMANN, J. Y MORGENSTERN, O. (1944) *Theory of Games and Economic Behavior*. Princeton Univ. Press, Princeton.

GONZÁLEZ REDONDO, F. A. (coord.) (2015) *Ciencia y Técnica entre la Paz y la Guerra. 1714, 1814, 1914*. Madrid, SEHCYT, pp. 765-770.

DESARROLLO DE LA BIOESTADÍSTICA EN TIEMPOS DE CRISIS

José Almenara Barrios[(1)]

(1) Área de Medicina Preventiva y Salud Pública (Bioestadística), Universidad de Cádiz, jose.almenara@uca.es

Resumen

Parte del desarrollo de la Estadística en general y, de la Bioestadística en particular, ha tenido lugar en escenarios de crisis; guerras o epidemias. El objetivo de esta comunicación es señalar esta realidad presentando algunos de los hitos que así lo atestiguan. Es conocido que desde mediados del siglo XVII algunos de los investigadores que se interesaron por evaluar las causas de las enfermedades, en especial la génesis de las epidemias, manejaron una aritmética o estadística primitiva.

El propio trabajo seminal de Graunt (1620-1674), sus famosas *Observaciones* publicado en 1662, es en gran medida una nueva concepción cuantitativa en los métodos de investigación de la mortalidad epidémica. Esta forma de encarar los problemas epidémicos o sanitarios tiene su máximo apogeo en el siglo XIX. Así, un pionero de la nueva epidemiología, hondamente asentada en el pensamiento estadístico, fue John Snow (1813-1858), sus estudios sobre el cólera son clásicos.

En el seno de una guerra, la de Crimea (1854), tiene lugar la tarea de la enfermera y estadística británica Florence Nightingale (1822-1911), ella conseguirá las reformas sanitarias pretendidas mediante sus gráficos estadísticos. Tampoco podemos olvidar que en gran medida el desarrollo de la Escuela Biométrica inglesa, con Francis Galton (1822-1911) y Karl Pearson (1875-1936) a la cabeza, tiene como motor el ideal eugenésico motivado, entre otras causas, por las perennes guerras de Gran Bretaña a lo largo de la época victoriana (1837-1901).

Es en 1920 cuando la Conferencia Sanitaria Internacional de Londres estableció las bases para la creación de una Organización Sanitaria Internacional que a la postre daría lugar al Servicio de Informes Epidemiológicos y Estadísticas de Sanidad Pública. Por último, señalar que el Teorema de Bayes permitió descifrar el código Enigma posibilitando la victoria aliada en la segunda guerra mundial, lo que determinaría la moderna reactivación de la estadística bayesiana.

Palabras clave: Bioestadística, Evolución histórica, Crisis.

DEVELOPMENT OF BIOSTATISTICS IN TIMES OF CRISIS

Abstract

Part of the development of statistics in general, and Biostatistics in particular, has taken place in crisis settings; wars or epidemics. The aim of this paper is to point out this reality by presenting some of the landmarks that testify to this. It is known that since the mid-seventeenth century, some of the researchers who were interested in assessing the causes of diseases, especially the genesis of epidemics drove primitive arithmetic or statistics.

The seminal work itself Graunt (1620-1674), his famous remarks published in 1662, is very much a new concept in quantitative research methods of epidemic mortality. This way of approaching epidemic or health problems has its peak in the nineteenth century. Thus, a pioneer of the new

epidemiology, deeply grounded in statistical thinking was John Snow (1813-1858), his studies on cholera are considered classics.

In the midst of a war, the Crimean (1854), takes place the task of statistical British nurse Florence Nightingale (1822-1911), she will get health reforms intended by their statistical graphics. Nor can we forget that by far the development of the English Biometric School with Francis Galton (1822-1911) and Karl Pearson (1875-1936) at the head, is the reasoned engine eugenic ideal, among other causes, perennials war Britain throughout the Victorian era (1837-1901).

It is in 1920 when the International Health Conference in London established the basis for the creation of an International Health Organization which ultimately would result in the Service Reports and Epidemiologic Statistics for Public Health. Finally, note that the Bayes theorem allowed deciphering the Enigma code enabling the Allied victory in World War II, which determine the modern revival of Bayesian statistics.

Keywords: Biostatistics, Historical Evolution, Crisis.

1. LA MEDICIÓN DE LA MORTALIDAD Y EL NACIMIENTO DE LA BIOESTADÍSTICA

Los escenarios de crisis han servido como impulso para el desarrollo de la Bioestadística y de la Estadística en general. El objetivo de esta comunicación es señalar la presentación de algunos hitos que así lo atestiguan.

De hecho no nos podemos abstraer de la evidencia que desde mediados del siglo XVII todo aquel que se interesó por los orígenes de las enfermedades, en especial las epidemias, utilizó el número como herramienta para dilucidar las causas de las mismas. Como lo utilizaron aquellos que se dedicaron a indagar la desigualdad social frente a la muerte y la enfermedad [ALMENARA, 2012, I, p. 156].

El propio trabajo seminal de John Graunt (1620-1674), considerado el padre de la Estadística, sus famosas *Observaciones* publicado en 1662, es en gran medida una nueva concepción cuantitativa en los métodos de investigación de la mortalidad epidémica.

El trabajo de Graunt se centra en el estudio de los boletines de mortalidad de la ciudad de Londres. Graunt llega, tras el estudio de los mismos, a conclusiones, por ejemplo, que de cada 100 personas 36 mueren antes de los 6 años, o que sólo sobrevive el 1% a los 76 años. Es en esos momentos donde se está produciendo la génesis de la bioestadística y sus ulteriores aplicaciones en medicina [ALMENARA *et al*., 2003, p. 41].

Para aclarar esta idea veamos el siguiente comentario de Graunt que aporta Hacking [HACKING,1995, p.134]:

> Considerando que muchas personas viven con gran temor y aprehensión de algunas de las más formidables y notorias enfermedades que siguen yo sólo registraré cuántos murieron por cada una de ellas: los números respectivos, comparados con el total de 229250 (la mortalidad durante veinte años), les permitirán tener una mejor comprensión del riesgo en el cual se encuentran.

Graunt no usa la palabra *probabilidad*, sino el término *riesgo*. Nos preguntamos si lo hace deliberadamente o no. Hacking apunta que la palabra *riesgo* procedía de los juegos de azar, y que en el año de publicación del trabajo de Graunt había empezado a significar *peligro*. Nosotros queremos ir un poco más lejos, y nos preguntamos si ya Graunt utiliza el término como lo usamos hoy en la moderna epidemiología [ALMENARA *et al*., 2003, p.42].

¿Qué nació con Graunt? Dependiendo de quién responda, se nos diría: la Estadística, la Demografía, la Epidemiología, la Economía, etc. Verosímilmente, en gran medida, todas esas disciplinas son herederas en su nacimiento de la propuesta metodológica de Graunt, ya que en realidad ninguna de estas disciplinas existía en la época de Graunt [ALMENARA *et al*., 2003, p. 37].

La labor desarrollada por Graunt y otros pioneros de la Royal Society ejerció su influencia en los higienistas franceses de la revolución. Así, el método numérico para resolver crisis de mortalidad fue usado entre otros por; Philippe Pinel (1745-1820) que usando tablas estadísticas sobre mortalidad hospitalaria consiguió su gran reforma psiquiátrica; Louis René Villermé (1782-1863) que con su quehacer estadístico alcanzó importantes avances en Salud Pública, Epidemiología o Sociología; o los pioneros ensayos clínicos de Pierre Charles Alexandre Louis (1787-1872).

En gran medida, los escenarios de gran mortalidad provocaron el nacimiento de lo que hoy conocemos como disciplina bioestadística.

2. EPIDEMIAS, GUERRAS Y BIOESTADÍSTICA

Johnson [2008, p. 9-10] nos dice:

> Toda descripción del Londres de aquel entonces [victoriano] hace mención del hedor de la ciudad (…). Aquellas bolsas letales de metano presentes en las cloacas eran producto de los millones de microorganismos que reciclaban afanosamente los excrementos humanos para transformarlos en biomasa microbiana, liberando en el proceso gases residuales.
>
> (…) Pero a finales de aquel veranos de 1854, (…) Londres estaba a punto de asistir a una batalla, más aterradora si cabe, entre humanos y microbios. Su impacto se convirtió en el más mortífero sufrido en la historia de la ciudad.

Johnson se refiere a la gran epidemia de cólera que asoló la ciudad. En ese Londres llevará a cabo su proeza intelectual John Snow (1813-1858) al investigar estadística y cartográficamente las causas de la mortífera enfermedad.

En Almenara *et al.* [2003, p.64] se puede leer:

> En esencia, Snow investigó la distribución del cólera en Londres entre 1845 y 1854. En 1849 se percató de que el cólera presentaba una mayor incidencia en las zonas de la ciudad abastecidas de agua por la Compañía Lambeth y por la Southwark y Vauxhall. Ambas empresas obtenían este líquido del Támesis de una zona muy contaminada. La primera de las compañías suministradoras cambió su sitio de abastecimiento y en 1854 la empezó a tomar de otro punto. Por otro lado, la disposición de la red de tuberías permitía que en una misma calle hubiera casas que recibían el agua tanto de una compañía como de la otra. Durante la epidemia de 1854, Snow identificó el número de casas que estaban abastecidas por la una y la otra, y calculó la mortalidad por cólera por cada 10000 casas.
>
> Con estos datos, Snow llegó a la conclusión de la existencia de un *"veneno colérico"* transmitido por el agua contaminada, casi 30 años antes que Robert Koch identificará el vibrio del cólera (1883). La trascendencia del trabajo de Snow desde el punto de vista médico, fue en su momento notable, ya que terminó por provocar que las compañías abastecedoras de Londres filtraran el agua. Pero al mismo tiempo tuvo un efecto de otro orden: cambió muchas de las ideas imperantes sobre la higiene pública.
>
> Snow pudo configurar su hipótesis de manera definitiva gracias a su forma innovadora de presentar los datos en mapas.

Señala Johnson [2008, p. 9-10] que: “la innovación del mapa de Snow residía en que relacionaba la vanguardia del diseño de la información con una teoría de transmisión del cólera válida en términos científicos”. Paralelamente influida por la obra de Adolphe Quetelet (1796-1874) y de William Farr (1807-1883), surge en el panorama de la bioestadística la enfermera y estadística inglesa Florence Nightingale (1822-1911).

En Almenara *et al.* [2003, p.66-68] se recoge:

> Para entender la obra estadística de Nightingale se impone repasar algunos puntos de su biografía. En septiembre de 1854, tropas francesas y británicas invaden Crimea para ayudar a Turquía a hacer frente a los afanes expansionistas de Rusia. La asistencia sanitaria de las tropas británicas era deficiente en todos los terrenos y tras recibir el apoyo oficial del Gobierno Británico y con dinero recogido de una suscripción por el periódico *The Times*, zarpa Nightingale hacia Turquía acompañada de otras 38 enfermeras.
>
> Las condiciones que encuentra Nightingale en Escutari son desastrosas. El cólera y el tifus eran habituales y la tasa de mortalidad era escalofriante: 42,7% de los casos tratados. Esto la llevó a realizar una serie de reformas sanitarias. La herramienta que utilizó para llevar a cabo su tarea y convencer a las autoridades de su necesidad fue la estadística. De tal forma sistematizó la recogida de datos en Escutari, que no fue hasta entonces cuando se supo el número exacto de muertes. Medio año después de su llegada a Escutari, la mortalidad había descendido al 2,2%. Tan notable fue su obra que en 1858 ingresa como *Fellow* de la *Royal Statistical Society*, puesto que hasta entonces ninguna mujer había alcanzado. Nightingale fue además una innovadora de las representaciones gráficas de datos estadísticos. Inventó los gráficos polares, que ella llamó *“coxcombs”* (peinetas), con los cuales impresionó al Parlamento, Gobierno y Ejército británicos, instituciones que, a partir de este momento empezaron a tomar en consideración sus reformas. Se considera a Nightingale como la creadora de los *indicadores de salud* modernos.

3. EUGENESIA Y DESARROLLO DE LA BIOESTADÍSTICA

A lo largo de toda la Época Victoriana (1837-1901), Gran Bretaña se mantuvo en una u otra guerra. Una de ellas, la Guerra de Crimea hizo muy evidente, para algunos, el declive de Gran Bretaña. Ejerció tal repercusión en la sociedad británica de la época, que para Francis Galton (1822-1911), la raza inglesa estaba en decadencia [ÁLVAREZ, 1985, p. 15]. Lo que determinará que su ideal eugenésico fuera el determinante de su labor estadística.

Tras la publicación en 1859 del *Origen de las especies* por su primo Darwin, Galton es atrapado, fascinado por las ideas de selección y adaptación. Rápidamente quiere trasladar esa teoría a la especie humana, con la intención de su progreso biológico. Fue la necesidad de conocer los mecanismos de la herencia, lo que determinó a la postre la labor estadística de Galton. Influido por la teoría de la pangénesis de su primo Darwin, donde se exponía que la herencia puede ser explicada en términos de combinaciones de un número finito de *partículas hereditarias;* consecuentemente, comprendió que la estadística sería fundamental para poder describir la variación biológica.

En 1889 da a imprenta su *Natural Inheritance*, obra de indudable madurez estadística. Autores como Hald [1998, p. 608-610] exaltan el grado en que Galton enriqueció el vocabulario estadístico con esta obra. En efecto, allí aparecen términos como *error* para denotar la variación biológica, *desviación*, *normalidad*, *ley del error*, *curva normal de distribución* o el de *regresión* al que originalmente llamó *reversión*.

La obra de Galton da comienzo a la llamada Escuela de Biometría inglesa con Karl Pearson (1875-1936) a la cabeza. La estrecha colaboración de estos dos autores, junto con Walter F. R. Weldon (1860-1906), se consolida con la edición de la primera revista dedicada a la Biometría, *Biometrika (A journal for the statistical study of biological problems),* editada por ellos y Davenport. El primer número aparece en octubre de 1901 y continúa publicándose de manera ininterrumpida hasta la actualidad [“Figura 1”].


BIOMETRIKA

A JOURNAL FOR THE STATISTICAL STUDY OF BIOLOGICAL PROBLEMS

EDITED
IN CONSULTATION WITH FRANCIS GALTON
BY
W. F. R. WELDON KARL PEARSON
AND
C. B. DAVENPORT

VOLUME I
OCTOBER 1901 TO AUGUST 1902

Reprinted 1966 for
Wm. DAWSON & SONS LTD., LONDON
with the permission of
THE BIOMETRIKA TRUST

Figura 1. Portada del número 1 de la Revista Biometrika.

El magisterio de Karl Pearson será indudable en autores adscritos a la señalada Escuela Biométrica y, en otros agregados a la Escuela de Estadística Médica. Entre los primeros cabe destacar a: William S. Gosset (1876-1937) más conocido con el seudónimo de Student, Ronald A. Fisher (1890-1962), el propio hijo de Karl Egon S. Pearson (1895-1980), Jerzy Neyman (1894-1981) o Abraham Wald (1902-1950). En el grupo de los segundos mencionamos a: Major Greenwood (1880-1949), Raymond Pearl (1879-1940) o Austin Bradford Hill (1897-1991) [ALMENARA *et al.*, 2003, p. 100].

Por otro lado señalar que el laboratorio de Pearson se dedicará durante la primera guerra mundial, voluntariamente, a las siguientes labores: Teoría y cálculos referentes a tensiones de torsión de paletas de las hélices de los aeroplanos, determinación de constantes eléctricas de la madera para el departamento aéreo del Almirantazgo, cálculo de trayectorias en balística, trayectorias combinadas de bombas en aire y agua y cálculos de artillería para armas anti-aéreas y cálculos de cartas y tablas balísticas para la Comisión de Artillería [PEARSON, 1948, p. 246-251].

Durante la segunda guerra mundial la Estadística jugo un papel destacado. Mencionamos aquí solamente cómo el Teorema de Bayes, que era prácticamente un tema tabú para la ciencia de la época, permitió descifrar el código Enigma de comunicación de los nazis. Posibilitando en gran medida la victoria de los aliados. Entre el grupo de hombres que trabajaron en este tema destacó sobremanera Alan Mathison Turing (1912-1954) [MCGRAYNE, 2012, p. 117-123].

Fue Jerome Cornfield (1897-1977) quien arribó la regla de Bayes a la investigación médica. Tras la segunda guerra mundial la incidencia del cáncer de pulmón comenzaría a provocar estragos. Se desconocía la causa del problema. Finalmente, fueron los trabajos de Braford Hill y Richard Doll

(1912-2005), los primeros estudios de casos y controles dedicados a una enfermedad no infecciosa, los que señalaron que la causa era el hábito de fumar. Pero sería Cornfield, mediante el Teorema de Bayes, quien determinó que el riesgo de contraer la enfermedad era mayor entre los fumadores [MCGRAYNE, 2012, p. 203-208].

El impulso definitivo a la Estadística Médica en este periodo se lo debemos a Braford Hill, no sólo por lo señalado en el párrafo precedente, también por el desarrollo del primer ensayo clínico aleatorizado en humanos para probar el efecto de la estreptomicina en el tratamiento de la tuberculosis publicado en 1948 y, por la publicación de su famoso libro *The Principles of Medical Statistics* en 1937 [MAGNELLO, 2002, p. 115].

Paralelamente, a lo largo del periodo de entreguerras y después de la segunda guerra mundial, se fue desarrollando lo que sería la Clasificación Internacional de Causas de Muerte. La primera Clasificación de Causas de Defunción se la debemos a Jacques Bertillón (1851-1922) que fue finalmente adoptada por el Instituto Internacional de Estadística en su reunión de Chicago de 1893.

Es en 1920 cuando la Conferencia Sanitaria Internacional de Londres estableció las bases para la creación de una Organización Sanitaria Internacional que a la postre daría lugar al Servicio de Informes Epidemiológicos y Estadísticas de Sanidad Pública [BARONA Y BERNABEU-MESTRE, 2008, p. 36-36].

En conclusión, amenazas como las epidemias y las guerras, que han provocado y provocan una gran mortalidad, han motivado una solución estadística para la resolución de esos desafíos, que de alguna manera han estimulado el desarrollo de la Bioestadística en particular y, de la Estadística en general.

4. BIBLIOGRAFÍA

ALMENARA, J. SILVA, L.C. BENAVIDES. A. GARCÍA, C. GONZÁLEZ, J.L. (2003) *Historia de la Bioestadística: la génesis, la normalidad y la crisis.* Cádiz, Quórum Editores.

ALMENARA, J. (2012) "Approach to the history of medical statistics in Spain". *Boletín de Estadística e Investigación Operativa* (BEIO), *28(2)*, 153-175.

ÁLVAREZ, R. (1985) *Sir Francis Galton, padre de la eugenesia*. Cuadernos Galileo de Historia de la Ciencia, 4, Madrid, Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Centro de Estudios Históricos.

BARONA, J.L. BERNABEU-MESTRE, J. (2008) *La salud y el Estado. El movimiento sanitario internacional y la administración española (1851-1945).* Valencia, Universitat de València.

HACKING, I. (1995) *El surgimiento de la probabilidad. Un estudio filosófico de las ideas tempranas acerca de la probabilidad, la inducción y la inferencia estadística.* Barcelona, Editorial Gedisa.

HALD, A. (1998) *A history of mathematical statistics. From 1750 to 1930.* Wiley Series in Probability and Statistics. New York, John Wiley & Sons, Inc.

JOHNSON, S. (2008) *El mapa fantasma. La historia real de la epidemia más terrorífica vivida en Londres.* Madrid, Ediciones Kantolla.

MAGNELLO, E. (2002) "The introduction of Mathematical Statistics into Medical Research: The roles of Karl Pearson, Major Greenwood and Austin Braford Hill". En: E. Magnello and A. Hardy (eds.) *The Road to Medical Statistics*. "Clio Medica", 67. The Wellcome Series in the History of Medicine. New York, Rodopi, 95-123.

MCGRAYNE, S.B. (2012) *La teoría que nunca murió.* Barcelona, Editorial Crítica.

PEARSON, E.S. (1948) *Pearson, creador de la estadística aplicada.* Buenos Aires, Espasa-Calpe Argentina. Traducción de la edición inglesa, *Karl Pearson, An Appreciation of Some Aspects of his Life and Work*.

GONZÁLEZ REDONDO, F. A. (coord.) (2015) *Ciencia y Técnica entre la Paz y la Guerra. 1714, 1814, 1914*. Madrid, SEHCYT, pp. 771-775.

ANALES DE INGENIERÍA EN COLOMBIA A FINALES DEL SIGLO XIX: 1887-1899

Asdrúbal Moreno Mosquera[(1)], Yolima Álvarez Polo[(2)]

(1) Universidad Distrital, Bogotá, Colombia, asmorenomosquera@gmail.com
(2) Universidad Distrital, Bogotá, Colombia, yalvarezp@udistrital.edu.co

Resumen

En 1887, fue creada la Sociedad Colombia de Ingeniería y el mismo año inició la publicación de su periódico, denominado *Anales de Ingeniería.* Un estudio sistemático de los *Anales* pone de manifiesto la orientación de los *Anales* hacia las ciencias puras y aplicadas. Se pretende en este trabajo describir, analizar y comentar los artículos allí publicados que dan cuenta del estado de la Ciencia y la Técnica en Colombia en aquella época. Con esta finalidad se estudia el contenido de los primeros once volúmenes de dicho periódico. El periodo seleccionado corresponde al intervalo comprendido entre el inicio de la publicación -1887- y su interrupción en 1899 debido a la Guerra de los Mil Días.

Palabras Clave: Guerra de los Mil Días, Anales de Ingeniería, Colombia.

ANALES DE INGENIERÍA IN COLOMBIA AT THE END OF THE 19TH CENTURY: 1887-1899

Abstract

In 1887, was created the Sociedad Colombiana de Ingeniería and the same year was published the first issue of its journal called *Anales de Ingeniería* (*Annals of Engineering*).

A systematic study of the *Anales* reveals the focusing of this journal towards both pure and applied sciences. We intend in this paper, to describe, analyze and comment on published articles that explain the state of Science and Technology at that time in Colombia. For this purpose we will study the contents of the first eleven volumes of this journal. This period is connected to the interval between the beginning of the journal in 1887 and its interruption in 1899 due to the Thousand Days' War.

Keywords: Thousand Days` War, Annals of Engineering, Colombia.

1. INTRODUCCIÓN: LA CREACIÓN DE LA SOCIEDAD COLOMBIANA DE INGENIEROS Y SU REVISTA

La idea de agremiar a los ingenieros propuesta en 1873 por los ingenieros Manuel H. Peña, Manuel Ponce de León, Abelardo Ramos y Ruperto Ferreira se consolidó con la creación en 1887 de la Sociedad Colombiana de Ingenieros bajo la dirección de Manuel Ponce de León, Indalecio Liévano como vicepresidente y Ruperto Ferreira como Secretario. Se dio por instalada la sociedad en una reunión citada para tratar temas de ingeniería y allí fue elegida la junta directiva, se redactaron los estatutos y empezó a funcionar. Gracias a su labor ganó reconocimiento ante el Gobierno Nacional y

se convirtió en una institución de obligada consulta en temas de Ingeniería. El mismo año, se establecen los *Anales de Ingeniería*, como el órgano de difusión de la Sociedad y rápidamente se constituyen en el periódico científico e Industrial en el que se divulgan conocimientos relativos a la ciencia del Ingeniero. Los lineamientos básicos de los *Anales* se establecen claramente mediante los artículos 59 y 60 de los estatutos de la Sociedad:

> Art. 59. Los *Anales de Ingeniería* serán de carácter serio, comedido e imparcial para corresponder a los elevados fines de la Institución; y se ocuparan preferentemente en los siguientes negociados: 1. Estimular a la juventud al estudio de la Ingeniería, y de sus varias aplicaciones a la Industria. 2. Estudiar las cuestiones científicas que agiten los Ingenieros nacionales ó extranjeros. 3. Recomendar el uso y los conocimientos de libros, aparatos, máquinas, instrumentos y sistemas modernos. 4. Hacer conocer en el extranjero las riquezas naturales de Colombia. 5. Estudiar las mejoras materiales convenientes al progreso del país.
>
> Art. 60. Es prohibido, en absoluto, a los *Anales de Ingeniería*, tratar sobre cuestiones de política, moral y religión. ["Sección Editorial", *Anales* 1, (1) p. 5].

Es bien sabido que para este periodo decimonónico, Colombia ha sufrido grandes cambios a nivel político, social, que obligan a la Sociedad a erigirse en medio de esta problemática. Por tanto, es perfectamente entendible estas aclaraciones en este último artículo.

2. ESTRUCTURA DE LOS *ANALES*

Los *Anales de Ingeniería* en el periodo comprendido entre 1887 y 1899 experimentaron gran acogida entre la naciente "comunidad cientifica" del pais, la cual se conformaba en su mayoria por Ingenieros formados en Instituciones nacionales y extranjeras. Es apenas natural que los *Anales* siguiera unas pautas similares de organización a los periódicos de circulación en otros países salvo ciertas adaptaciones a la situacion de nuestro pais en la epoca. Asi pues la revista se publicaba mensualmente y contaba con las siguientes secciones:

1. Sección Editorial
2. Actos de la Sociedad
3. Colaboraciones
4. Inserciones
5. Variedades
6. Trabajos de los socios

Aunque se puede afirmar sin lugar a dudas que el periódico dio mucha importancia a temas de ingeniería tales como el diseño y contrucción de líneas de ferrocarril, puentes y viaductos, obras civiles como la construcción de caminos y temas relacionados con la tecnología eléctrica de la época, entre otras, no hay claridad en cuanto a los criterios que se seguían para incluir los trabajos en una u otra sección, especificamente en colaboraciones e inserciones. Por otra parte, a pesar del eminente enfoque práctico de la revista hay que anotar que un gran porcentaje de los artículos publicados tienen una tendencia hacia las ciencias matemáticas.

Esta estructura daba cabida a un gran abanico de temas relacionados a saber: decretos oficiales, efemérides, notas necrológicas, recensiones de libros, traducciones, planes de estudio de formación de Ingenieros, tablas varias, patentes de inventos, homenajes y publicidad en general. En algunos números aparece un apartado denominado miscelánea en el que figuran comunicaciones

tales como: Conservatorio de Artes y Oficios de París, el sueldo de los Ingenieros en la India, principales descubrimientos e innovaciones en el presente siglo (Siglo XIX), la exposición de Chicago, enseñanzas de la Facultad de Matemáticas del Uruguay, entre otros.

3. DISTRIBUCIÓN TEMÁTICA DE LOS ARTÍCULOS

Los contenidos temáticos tratados en los primeros once tomos de los *Anales* son los siguientes: Agricultura y Agronomía, Agrimensura, Astronomía y Geodesia, Altimetría, Caminos, Canales, Climatología, Electricidad, Ferrocarriles, Física, Geografía, Geología, Hidraúlica, Ingeniería de Minas, Ingeniería Municipal, Ingeniería Nacional, Ingeniería Legal, Maderas Nacionales, Matemáticas, Puentes y Viaductos, Mecánica y Química.

Comparativamente hablando los ejes temáticos en los que se concentra la mayor cantidad de trabajos corresponden a: Trazado y construcción de vías férreas, Matemáticas, Electricidad, Astronomía y Geodesia e Ingeniería de Minas. Podemos identificar gran cantidad de trabajos relacionados con los temas de actualidad en las obras civiles llevadas a cabo en los municipios colombianos (Acueductos, Diques, Caminos, Carreteras, Pavimentos, Adoquinados, Tranvías, etc), límites con países fronterizos, observaciones meteorológicas en Bogotá, temas recogidos en los demás ejes temáticos de la revista. En menor proporción podemos encontrar artículos sobre mecánica de fluidos, reseñas sobre inventos y descubrimientos de vanguardia en física. Para dar algunos ejemplos podemos citar la reseña del Kinestocopio de Edison, la telegrafía sin hilos, el descubrimiento de los rayos X por el Doctor Roenteng, el descubrimiento de la radioactividad por el Doctor Becquerel, entre otros. Esto muestra que si bien los ingenieros colombianos de la época no estaban a la vanguardia de la Ingeniería, si mantenían un nivel de actualización bastante importante, dada la preocupación por temas de interés científico y tecnológico.

Un tema que reviste particular importancia para los Ingenieros Colombianos de la época consiste en la discusión del Plan de Estudios para la Escuela de Ingeniería. En este sentido los *Anales de Ingeniería* recogen las principales ideas de la Comunidad de Ingenieros Colombianos quienes proponen constituir una Escuela de Ingeniería que satisfaga plenamente las exigencias del país: “Profesores ilustrados e Ingenieros hábiles”. Así, en los *Anales* se evidencia como gradualmente se llega al convencimiento de que las enseñanzas de la Escuela de Ingeniería deben comprender dos etapas: Una primera de estudios en la que se forme el profesor de Matemáticas y una segunda en la que se forme el Ingeniero especialista en un saber práctico específico. El espíritu de estas reflexiones se plasma en las siguientes líneas:

> De esta suerte queda formado un árbol cuyo tronco es el estudio de las Matemáticas, y cuyas ramas son las derivaciones prácticas de estas Ciencias. Quien se conforme con abarcar el tronco, será Profesor; si el Profesor quiere ser Ingeniero especialista en un orden cualquiera recorrerá la rama respectiva, y si quiere ser Ingeniero Civil completo, las recorrerá sucesivamente todas. [Sección Editorial, *Anales* 1, (4) p. 7].

No es de extrañar pues que las Matemáticas recibieran una especial atención en las páginas de los *Anales*. Vale la pena destacar algunos trabajos académicos publicados en varias entregas, tales como la *Teoría Matemática de la Elasticidad*, de Francisco J. Casas, presentado como tesis para optar al grado de profesor en Ciencias Matemáticas, y el curso *Introducción Elemental al Cálculo de los Cuaternios* de Pedro J. Sosa. Estos trabajos se caracterizan no solo por su alto rigor matemático si no por la insistencia de los autores en resaltar las numerosas aplicaciones a la física y la mecánica. En el caso de Sosa es notable la preocupación por el simbolismo empleado para

expresar las verdades matemáticas y naturales al punto de proporcionar a los editores de los *Anales* los tipos necesarios para la edición de su artículo. Por otra parte, introdujo novedades en el vocabulario técnico de la época, como la traducción al español del término inglés *quaternion* como *cuaternio.*

Se incluía además un apartado de Bibliografía, en el que se daba noticia de las nuevas obras didácticas que se publicaban indicando la temática tratada y la trayectoria de los autores. También se daba a conocer a la comunidad las publicaciones recibidas por la Sociedad, y se extractaban fragmentos de artículos de interés de otros periódicos tales como: *The Engineering News*, *Scientific American*, *Revista Consular de Manchester* y otras revistas científicas de orden internacional.

4. LOS AUTORES

A lo largo del periodo que consideramos son aproximadamente 80 los autores que publican trabajos de diversa índole en los *Anales de Ingeniería*. No tenemos registro de cuantos autores son nacionales o extranjeros. Merecen especial mención aquellos autores que por el volumen o importancia de sus trabajos en el ámbito local destacan entre los demás autores de los *Anales*. Nos referimos a los siguientes casos[1]:

1. Francisco J. Casas quien remite a los *Anales* su tesis para optar al grado de profesor en Ciencias Matemáticas titulada “Teoría Matemática de la Elasticidad” cuyo rigor y consistencia matemática merecen ser destacados.
2. Julio Garavito desde su temprana época de estudiante en la Escuela de Ingeniería contribuyó con diversas publicaciones en los *Anales*. Destacan por su excepcional dominio de los métodos del cálculo infinitesimal, su tesis para optar al grado de Profesor de Matemáticas en la Universidad Nacional y su tesis en su opción al grado de Ingeniero civil.
3. Ramón Guerra contribuye principalmente con trabajos acerca de construcción de ferrocarriles y otras obras civiles en el territorio nacional.
4. Enrique Morales se dedica principalmente al estudio de problemas elementales de geometría y ferrocarriles colombianos.
5. Rafael Nieto aunque no presenta una abundante producción de trabajos en los *Anales*, sobresale por su interés en las aplicaciones de la Matemática a la Física y a la Ingeniería.
6. Fortunato Pereira se inclina principalmente por trabajos relacionados con la Ingeniería de Minas y construcción de vías férreas.
7. Abelardo Ramos además de ser uno de los fundadores de la Sociedad es el más prolífico autor de los *Anales*. Entre su extensa producción podemos mencionar sus trabajos sobre el trazado y construcción de ferrocarriles en el pais, además de la traducción de importantes escritos científicos de la época.
8. Diódoro Sanchez fundador de la Sociedad, también presenta una considerable producción de trabajos en los *Anales*. Sus contribuciones versan principalmente sobre tecnología eléctrica (teléfonos, telégrafos, luz eléctrica, entre otros) y reseñas de inventos.
9. Pedro J. Sosa destaca por su notable trabajo acerca de los cuaternios publicado como un curso introductorio en nueve entregas[2].

[1] El orden de aparición en la lista es el alfabético.
[2] Véase ALBIS Y CAMARGO [2005, Vol. 29, pp. 525-534]

Es importante recalcar el hecho que los trabajos publicados en este primer periodo de los *Anales* no se pueden clasificar como trabajos de investigación original, sino que corresponden a recensiones de temas científicos y técnicos de interés general de los autores. No obstante reflejan la preocupación de la Comunidad de Ingenieros Colombianos por impulsar el avance de la Ciencia y la Técnica en nuestro pais.

5. CONCLUSIONES

Resumiendo, en los once volúmenes de los *Anales de Ingeniería* publicados entre 1887 y 1899 se evidencia en Colombia un creciente interés por alcanzar estándares internacionales, haciendo las adaptaciones a la realidad del país. Considerando que a partir de 1819, cuando se logra la independencia definitiva de España, se habían iniciado proyectos de reestructuración en todos los niveles. En particular, a mediados del siglo XIX se daba un gran paso con la creación del *Colejio Militar*, institución de formación de ingenieros civiles y militares que más trade se convertiría en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional. Y en el último cuarto del siglo se agremiaban los ingenieros en la Sociedad Colombiana de Ingenieros y se daba inicio a la publicación del periodico. Sin embargo, un esfuerzo de tal magnitud se ve truncado por la Guerra de los Mil Días que envolvió nuestro país. Hacia 1905 se retoma la publicación y sigue cumpliendo su misión hasta la aparición en 1936 de la *Revista de la Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* y a la mitad del siglo XX surgen las carreras de matemáticas y física que más adelante proponen sus revistas en su especialidad.

6. BIBLIOGRAFÍA

ALBIS, V. Y CAMARGO, D. (2005) “Pedro José Sosa: un gran ingeniero matemático”. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, *29(113)*, 525-534.

SÁNCHEZ, C.H. (1993) “Las matemáticas en los Anales de Ingeniería”. *Mathesis* 9, 105-124.

SOCIEDAD COLOMBIANA DE INGENIERÍA. *Anales de Ingeniería*. Volúmenes I-XI (1887-1899). Disponibles en la Hemeroteca Nacional Universitaria y en la biblioteca de la Sociedad Colombiana de Ingeniería.

GONZÁLEZ REDONDO, F. A. (coord.) (2015) *Ciencia y Técnica entre la Paz y la Guerra. 1714, 1814, 1914*. Madrid, SEHCYT, pp. 777-784.

EL CÁLCULO DE PROBABILIDADES EN ESPAÑA CON ANTERIORIDAD A LA PRIMERA GUERRA MUNDIAL

Gabriel Ruiz-Garzón[(1)] y Luz-María Zapatero Magdaleno[(2)]

(1) Facultad de Ciencias Sociales y de la Comunicación, Universidad de Cádiz, Jerez de la Frontera, España, gabriel.ruiz@uca.es
(2) Jerez de la Frontera, España, luzama3@hotmail.com

Resumen

El objetivo que persigue el presente trabajo es mostrar las nociones de Cálculo de Probabilidades que todo oficial, que se formaba en las instituciones militares españolas, antes de la Primera Guerra Mundial, contienda que este año cumple su primer siglo de historia, debía conocer y dominar. Nos centraremos en la obra *Cálculo de Probabilidades,* de Nicomedes Alcayde y Carvajal, publicada en 1908, que constituía el texto oficial de las Academias de Artillería e Ingenieros del Ejército y en la de Ingenieros y Maquinistas de la de la Armada. En dicho libro se muestran distintos casos de aplicación de la distribución normal a la balística, topografía o geodesia, además de un nomograma que permite la resolución gráfica de los problemas probabilísticos sin necesidad de hacer cálculos numéricos.

Palabras Clave: Cálculo de Probabilidades, Artillería, Primera Guerra Mundial

THE CALCULUS OF PROBABILITY IN SPAIN PRIOR TO THE FIRST WORLD WAR

Abstract

The aim of this work is to show the notions of Calculus of Probability which all officers that were in the Spanish military institutions before the First World War had to know and dominate. We will focus on the book of Nicomedes Alcayde and Carvajal *Calculus of Probability*, published in 1908, that would be the official text of the artillery and engineers of the Army and Navy academies. In this book there are different cases of application of the normal distribution to ballistics, topography or geodesy, as well as a nomogram that allows the graphic resolution of probabilistic problems without numerical calculations.

Keywords: Calculus of Probability, Artillery, First World War.

1. EL CÁLCULO DE PROBABILIDADES FUERA DE ESPAÑA ANTES DE LA PRIMERA GUERRA MUNDIAL

Los primeros años del siglo XX fueron años de constante innovación y creación, permitiendo una mayor calidad de vida a un mayor, aunque todavía limitado, número de personas. En ellos vieron la luz los primeros coches Mercedes y los Ford T se democratizan, al alcanzar un precio más

accesible en el mercado, gracias a la introducción, en su producción, de la cadena de montaje. Aparece la radio de Marconi. Edison crea una nueva batería eléctrica, de menor peso y mayor duración. Se instala en Londres la primera cabina telefónica. Einstein presenta la teoría de la relatividad y la teoría cuántica de la luz. Marie Curie se convierte en la primera mujer que recibe el premio Nobel, por el descubrimiento del radio. En Europa las sufragistas consiguen el voto femenino, siendo las finlandesas las primeras europeas en obtener el derecho a voto en 1906, las neozelandesas ya lo habían conseguido en el pasado siglo XIX (1893) y las estadounidenses no lo alcanzarán hasta bien pasada la Primera Guerra Mundial (1920). ¿Pero cuál era la situación del Cálculo de Probabilidades?

A finales del siglo XIX y comienzos del siglo XX, el Cálculo de Probabilidades llegó a ser un arte en poder de los militares.

Francia, había tenido dos grandes Escuelas de Artillería. La Escuela de Artillería Naval situada en Lorient y la Escuela de Artillería de Tierra situada primero en Metz y después en Fontainebleau. En ellas, prácticamente la totalidad de los alumnos, estudiaban un curso de *"Probabilidad de tiro"*. La "grandeza francesa" se había basado en ingenieros y oficiales militares capaces de construir barcos, fortificaciones, puentes para salvar ríos o capaces de situar baterías de artillería con las que destruir las defensas del enemigo. Gran parte de los triunfos napoleónicos se habían logrado gracias a lo que el militar corso llamaba *"la Gran Batería"*. Napoleón, una de las figuras más grandes de la Historia Militar, conseguía su superioridad en el campo de batalla cuando la guerra se desarrollaba en campo abierto, gracias entre otras cosas, a la utilización, con gran profusión, de la artillería.

Los españoles tuvimos que echar mano de la guerra de guerrillas y de las emboscadas, en la Guerra de la Independencia de España (1808-1814), para evitar la superioridad francesa en campo abierto. Y el ingenio español se impuso a las tácticas militares, tal y como lo demuestra la derrota francesa en Bailén (Jaén, 1808).

Remontándonos a 1829, en Francia se propuso un concurso con objeto de resolver el problema de la eficacia del tiro: *¿Cuál es la probabilidad de que un proyectil dé en el blanco?* El capitán de artillería de Metz, Prosper Coste, ganó el concurso y llegó a conclusiones empíricas simples, como que las desviaciones de los proyectiles están relacionadas inversamente con el diámetro de los mismos.

Ante la falta de sustento matemático de estas conclusiones, Poisson, examinador de artillería, propuso instruir a los oficiales artilleros en la teoría laplaciana de las medias. El objetivo era formar soldados que no sólo supieran cumplir órdenes sino que supieran también razonar y tomar iniciativas, que fueran auténticos estrategas. Poisson publicó en la revista *Mémorial de l'artillerie*, un artículo titulado *Formules de probabilité relatives au résultat moyen des observations,* donde propone la *"ley de los errores"* (ley normal) de Laplace, como la adecuada para modelizar la media de un gran número de resultados de experimentos, como pueden ser las desviaciones medias al centro de una diana. Luego, la precisión de un arma es juzgada de una manera teórica de acuerdo a la ley normal.

En 1846, I. Didion, profesor en la escuela de Metz, realizó un tratado de balística [DIDION, 1858], y llegó a la conclusión de que no sólo las medias de los impactos se distribuían según la ley de los errores, sino que los propios impactos también lo hacen. Demuestra esta propiedad comparando los resultados empíricos con los dados por la tabla de una distribución normal. Un impacto de un disparo viene representado por un par de números, unas coordenadas, que nos dan su posición respecto de un centro de coordenadas. Bajo la hipótesis de que las desviaciones horizontales y verticales son independientes, llega a la conclusión de que la distribución de la pareja es la distribución bidimensional de los errores predicha por Laplace.

Didion dedujo diversas ecuaciones de trayectorias de proyectiles a través de la realización de numerosos disparos. M. Hélie, profesor en la Escuela de artilleros de la Marina en Lorient, propuso

reemplazar las fórmulas teóricas por otras fórmulas empíricas más sencillas de utilizar, sustituyendo la curva de probabilidad por una línea recta [HÉLIE, 1884].

Otro profesor de la Escuela de Artillería de Metz, E. Jouffret, publicó un manual sobre probabilidad del tiro [JOUFFRET, 1875]. Afirmó que los proyectiles que caen en un punto dibujan una curva en forma de campana, consagrando una vez más la distribución normal.

Luego, si primero fueron los astrónomos los que echaron mano de la distribución normal para modelizar los errores de sus observaciones, luego serán los militares artilleros los que se servirán también de ella, para modelizar esas desviaciones en los tiros que se producen al disparar sobre un blanco.

2. LA SITUACIÓN DEL CÁLCULO DE PROBABILIDADES EN ESPAÑA ANTES DE 1914

Presentemos previamente cuál era la situación de España en vísperas de la Primera Guerra Mundial. Económicamente hablando, España seguía siendo un país básicamente agrícola, con un escaso desarrollo industrial, muy focalizado y localizado en torno al País Vasco, Cataluña, Asturias y Madrid. El Desastre del 98 y el posterior tratado con Alemania de 1899, nos había dejado sin colonias, fuera de juego en el panorama internacional, destrozados moralmente y con un fuerte sentimiento de pesimismo y frustración, con un ejército anticuado y carente de armada naval, al ser hundida en Cuba, inmersos en una crisis política debido a la pervivencia del sistema caciquil y "turnista" de la Restauración (periodo del reinado de la dinastía Borbón comprendido entre las dos repúblicas (I República 1873-74/II República 1931-36). Sistema heredado del siglo XIX y basado en la alternancia bipartidista en el gobierno, pero ahora, los viejos grandes líderes de los partidos dinásticos, conservador Cánovas y Sagasta liberal, han desaparecido de la escena política y su reemplazo no resulta fácil. En España Alfonso XIII, con tan solo 16 años, alcanza su mayoría de edad y jura la Constitución, su reinando (1902-1923) pone fin a la Regencia de su madre, Mª Cristina de Habsburgo. Los gobiernos apenas si duran más que meses, generándose una gran inestabilidad política y social. Ante esta situación y en relación con nuestra posición ante la Primera Guerra Mundial, el 7 de agosto de 1914, *La Gaceta* publicaba un real decreto por el que el gobierno de Alfonso XIII se ve con el "deber de ordenar la más estricta neutralidad a los súbditos españoles con arreglo a las leyes vigentes y a los principios del Derecho Internacional".

El objetivo de España en 1914 era Marruecos. Tras la pérdida de las colonias en 1898, la actuación exterior de España se orientó hacia África, donde poseía, desde la fiebre imperialista y el "Reparto de África" del XIX (Conferencia de Berlín 1885), algunos enclaves territoriales, Sáhara español, Guinea española y tras la Conferencia de Algeciras (1906) Francia cedió a España, a modo de compensación por la pérdida de las colonias, el norte del actual Marruecos, territorio de unos 20.000 Km cuadrados que en 1912 se convirtió en el Protectorado español de Marruecos. Estaba formado por la zona norte conocida como el Rif y la zona sur, Cabo Juby, que tenía frontera con el Sáhara español. En el centro del Protectorado francés de Marruecos se le asignó también a España la pequeña colonia de Ifni, emplazada alrededor de la ciudad de Santa Cruz de la Mar Pequeña (Sidi Ifni), aunque este territorio no sería ocupado hasta 1934.

La no participación en la contienda mundial no supuso problema para las potencias implicadas, estas no ejercieron presión política alguna para forzar nuestra entrada. El mayor problema fue el hundimiento de mercantes españoles por parte de submarinos alemanes, tanto es así que al finalizar la contienda, la República alemana de Weimar entregó a España, en compensación por los buques hundidos, una serie de mercantes, entre ellos el futuro Dédalo, primer portaaeronaves de la Armada Española, que intervendría en el desembarco de Alhucemas de 1925, poniendo fin a la Guerra de Marruecos.

La Primera Guerra Mundial tuvo para España un impacto inicial más bien positivo al producir un despegue económico del sector textil, la minería del carbón, la siderurgia, la agricultura, la industria química, la construcción naval y la industria de armamento ligero. Los países beligerantes necesitaban alimentos, armas, uniformes... y España se los proporcionaba.

Sin embargo, a partir de 1917 España entrará en una etapa de crisis motivada, en parte, por la coyuntura de la Primera Guerra Mundial. Las exportaciones generaron escasez en el interior del país, los precios se dispararon situándose muy por encima de los salarios.

En la España del momento, al igual que en las grandes potencias europeas, inmersas en una carrera militarista y armamentística, existía una preocupación por la formación de los oficiales del ejército e igualmente se hicieron esfuerzos por dotar de sólidos conocimientos a nuestros artilleros. La apuesta que hicieron los Borbones en España por la creación de Academias Militares y Observatorios Astronómicos, como el de S. Fernando (Cádiz), a finales del siglo XVIII, y por el impulso de las matemáticas que se impartían, hizo inevitable la confección de manuales para la formación de los oficiales. Los dos más prestigiosos corrieron a cargo de dos militares, el comandante jiennense de artillería Diego de Ollero y el comandante onubense de ingenieros Nicomedes Alcayde y Carvajal.

Así, Diego de Ollero publica en 1879 su obra *Tratado de Cálculo de Probabilidades* [OLLERO, 1913] que servirá de manual para la formación de militares en la Academia de Artillería de Segovia y que es considerado por muchos como el primer tratado moderno de Cálculo de Probabilidades que se escribe en España (ver [MARTÍN-PLIEGO Y SANTOS DEL CERRO, 2011]). El capítulo I de este manual está dedicado a repasar las principales fórmulas que sirven de base al Cálculo de Probabilidades, como el valor de una serie de integrales

$$\int \frac{x^m}{\sqrt{1-x^2}}\,dx\,,\ \int_0^{\infty} e^{-x^2}\,dx \quad \text{y} \quad \int_0^{\infty} \frac{sen\ x}{x}\,dx$$

En el capítulo 2, Ollero da el concepto laplaciano de probabilidad y el Teorema de Bayes. En el capítulo 3 obtiene la distribución normal a partir de la binomial. En el capítulo 4 aplica el Cálculo de Probabilidades a las ciencias de la observación, concretamente calculando una serie de expresiones de fórmulas de los errores medio, probable, máximo, etc. que más tarde veremos también en el manual de Alcayde. Ollero dedicó el último capítulo a la exposición del método de mínimos cuadrados. También es reseñable el que adjunte una tabla normal elaborada en el siglo XIX por el astrónomo Kramp y utilizada por el matemático Cournot.

3. LA APORTACIÓN DE NICOMEDES ALCAYDE Y CARVAJAL

Otro protagonista de la enseñanza del Cálculo de Probabilidades antes de la Gran Guerra es Nicomedes Alcayde y Carvajal. Coronel de ingenieros y profesor de la Academia de Artillería, nace en Galaroza (Huelva) el 9 de mayo de 1871, falleciendo en la ciudad de Sevilla el 13 de abril de 1930. Según consta en su expediente, no era un hombre de gran talla física, medía 1.66 cm. de altura, pero sí poseía una gran talla intelectual, tal y como queda acreditado al ser el número uno en todos los cursos de la carrera, traducir la lengua de Napoleón y distinguirse tanto en la profesión militar como en la de profesor y así mismo en la de constructor. Participó en el establecimiento del ya mencionado Protectorado español en Marruecos entre 1913-1916, teniendo como destino Larache.

Por su intervención le será concedida, en 1914, la Cruz de 2ª clase de María Cristina, por los hechos de armas, operaciones efectuadas y servicios prestados. Posteriormente, en 1929, será condecorado con la medalla de La Paz de Marruecos.

Otros destinos fueron la compañía de ingenieros de Melilla, Ceuta, Badajoz, Sevilla, Málaga, Lérida, Menorca y Canarias, entre otras plazas. Entra de profesor en la Academia de Ingenieros en 1906, con el nada desdeñable sueldo de 600 pesetas anuales, ejerciendo dicha actividad hasta 1913. El 23 de Octubre de 1907 se establece como texto provisional para la Academia de Ingenieros su obra *Resumen de las lecciones de Cálculo de Probabilidades*. En 1908 se le concede la Cruz de 1ª clase del Mérito Militar con distintivo blanco, en recompensa por otra obra *Cálculo de Probabilidades*, [ALCAYDE, 1942] que será declarada texto definitivo para la Academia de Artillería.

En 1912 inventó una regla llamada "Regla de Alcayde" o de las "Academias Militares", que en 1915 patentó y que fue fabricada por Nestler, un constructor alemán. Se trata de una regla donde figuran los valores de $sen\alpha\cos\alpha$, $\cos^2\alpha$ y escalas de números (logaritmos de distancias), de gran utilidad para los topógrafos en la nivelación de terrenos y el levantamiento de planos.

En 1914 su obra *Mecánica General* fue declarada también manual de texto en las Academias de Ingenieros e igual ocurrirá en 1915 con su obra *Elementos de Nomografía.* La Nomografía es el cálculo de valores de funciones mediante el empleo de tablas gráficas (nomogramas).

En 1915 funda en su pueblo natal, Galaroza, una especie de Seguridad Social, la llamada Sociedad de Socorros Mutuos La Alcancía, con la finalidad de fomentar la ayuda mutua entre los trabajadores que cayeran enfermos o sufrieran accidentes.

Uno de sus últimos honores sería recibir, en 1928, la medalla de la Legión de Honor de la República francesa por la puesta en servicio del túnel de Somport.

El túnel de Somport, obra de ingeniería excepcional para la época en que se construyó, se inició en 1908, para terminarse siete años después. Por fin, el 18-VII-1928 se inauguraría la línea, y al año siguiente comenzaría su explotación y utilización conjunta hispano-francesa. Alcayde formó parte de la Delegación española, encabezada por el monarca Alfonso XIII, que junto con el Presidente de la Tercera República Francesa, Raymond Poincaré presidieron el acto.

En 1929 participó en la construcción del Pabellón Militar de la Exposición Iberoamericana de 1929 de Sevilla. Esta, es tan solo una breve reseña biográfica. Pasemos ahora a ver algo de su contribución científica.

Alcayde publica su *Cálculo de Probabilidades* en 1908. Obra que fue declarada libro de texto en las Academias de Artillería e Ingenieros del Ejército, al igual que en la de Ingenieros y Maquinistas de la Armada. Se publica, como el propio autor indica en el prólogo, con el ánimo de ayudar a los alumnos que deben tomar apuntes ante la falta libros de texto adecuados y *"al pasar dichos apuntes de unas a otras manos se producen tantos disparates de copia, que llegan a constituir un inconveniente".* La intención es que sea un manual conciso, consta de 135 páginas, remitiendo al lector al tratado de Diego de Ollero, cuando necesite ampliar algunos de los resultados presentados.

La obra de Alcayde consta de cuatro capítulos, un apéndice y unas tablas de la distribución normal.

En el *Capítulo 1: Propiedades y principios generales,* define la probabilidad [ALCAYDE, 1942, p. 14], como:

> Una relación, explícita o implícita, entre el número de circunstancias favorables y contrarias que intervienen en la realización de un suceso de azar.

Esta forma de definir la probabilidad es propia del mundo anglosajón, en el ámbito de las apuestas de caballos, se habla de expresiones del tipo "6 a 3 en contra", quiere decir que 3 de cada 9 apostantes lo hacen por dicho caballo como vencedor, es decir, la probabilidad de que dicho caballo gane es p(G)=3/9. Si decimos '"7 a 3 a favor" significa que 7 de cada 10 apostantes lo consideran ganador, luego, la probabilidad de que dicho caballo gane es 7/10. Si denotamos por *O* (del inglés *"odds"*) las apuestas a favor expresadas en forma de fracción, podemos escribir:

$$O(G) = \frac{p(G)}{p(\overline{G})}$$

que es el cociente entre la probabilidad de ganar y de no hacerlo. Si $O(G) > 1$ entonces el suceso *G* es más probable que $\overline{G}$, si $O(G) < 1$ entonces *G* es menos probable que $\overline{G}$.

En su manual, Alcayde pasa, con posterioridad, a definir la probabilidad como el cociente de casos favorables entre casos posibles. Lo que le lleva a definir un suceso como *cierto, probable, dudoso, improbable o imposible*, según la medida de su incertidumbre.

Formula el Teorema del Producto, el Teorema de la Probabilidad Total y el Teorema de Bayes, [ALCAYDE, 1942, p. 39]:

> Cuando un suceso realizado puede ser debido a varias causas que se excluyen mutuamente, se obtiene la probabilidad de acción de cada causa, dividiendo la parcial del suceso, por dicha causa, por la total del mismo debida a todas las causas.

En la sección V de este primer capítulo, Alcayde formula la función masa de probabilidad de la Binomial, nos adiestra en la utilización de la fórmula mal llamada de Stirling para el cálculo de probabilidades y construye la representación gráfica de la ley de las probabilidades en la repetición de sucesos (ley normal). El manual incluye varias tablas sacadas de Liagre [1879] que nos dan, por ejemplo, el valor de integral

$$\theta(t) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^t e^{-t^2} dt$$

para diversos valores de

$$t = \frac{k}{\sqrt{2pqs}}$$

También en el manual, se refleja el Teorema de Bernoulli [ALCAYDE, 1942, p. 53]. Como corolario de este teorema, Alcayde propone el límite de la frecuencia relativa de aparición del suceso, como probabilidad de este suceso.

El *Capítulo 2: Teoría matemática de los errores en las observaciones experimentales. Alcayde* comienza clasificando los errores en *constantes*, los que tienen siempre el mismo valor y sentido y *accidentales*, los producidos por causas variables y en distinto sentido. La Probabilidad se ocupa de estos errores accidentales, encontrando que siguen la misma ley que la de la repetición de sucesos, es decir, la ley normal.

Obtiene diversas fórmulas para diferentes tipos de errores, como:

- El *error medio*

$$\mu = E(X) = \frac{1}{h\sqrt{\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} e^{-h^2x^2} x dx = \frac{1}{h\sqrt{\pi}}$$

- También obtiene la fórmula del *error probable*. Recibe ese nombre el número *r* tal que

$$\theta(hr) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^{t=hr} e^{-t^2} dt = \frac{1}{2}$$

- Obtiene también la fórmula del *error máximo*. Recibe ese nombre el número δ_m tal que

$$\theta(h\delta_m) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^{t=h\delta_m} e^{-t^2} dt = 0{,}99$$

En el *Capítulo 3: Teoría de los mínimos cuadrados*, Alcayde justifica el nombre del método debido a que cuando tenemos *n* valores aproximados de una cantidad ω, tomaremos para ω el valor que haga máximo el valor de la probabilidad del concurso de los errores cometidos en las *n* medidas efectuadas, lo que se llama el valor más probable. El valor que así se obtiene es el que hace mínimas, expresiones de la forma $\sum h^2 x^2$ que entran a formar parte como exponente en las fórmulas de las probabilidades y de ahí el nombre de mínimos cuadrados.

También deduce, citando a Gauss o a Poincaré que la expresión obtenida de ω es un valor medio entre los *n* aproximados. Propone que [ALCAYDE, 1942, p. 89]: "cuando se noten anomalías extrañas en algunos datos" (outliers), desechar la observación y repetirla cuando sea posible y si las cantidades se encuentren ligadas por ecuaciones conocidas de otras cantidades, plantea un sistema de ecuaciones normales.

Así como los tres primeros capítulos de la obra de Nicomedes Alcayde siguen la estela del manual de Diego de Ollero, es el último capítulo el que confiere a la obra de Alcayde el toque de originalidad. En el *Capítulo 4: Aplicaciones prácticas del Cálculo de Probabilidades,* Alcayde resuelve una serie de problemas que podrían presentarse a un Artillero o Ingeniero Militar en el ejercicio de su profesión, como pueden ser, entre otros, de:

- *Topografía y Geodesia.* Dada una medida de un ángulo del que se han hecho 6 observaciones, se calculan los distintos tipos de errores medios, probable, máximo y efectuar las correcciones para encontrar los valores más aceptables de dichos ángulos.
- *Aplicaciones en Balística y Fortificación.* Si tomamos como origen de coordenadas el centro de impactos, podemos señalar dos paralelas a ambos ejes donde se concentren el 50% de impactos de una manera longitudinal y transversal. En las tablas de tiro de cada arma figura el error máximo que se corresponde con la anchura de las zonas que comprenden todos los disparos a una distancia determinada del blanco y el error probable de ésos *n* disparos que se corresponde con la mitad de la anchura de esas zonas. Conocidas esas anchuras del 50% de los impactos a una distancia determinada del blanco, se puede calcular el tanto por ciento de impactos que se correspondan a la zona, centrada con la anterior, que tenga una anchura diferente y viceversa. De esta manera se puede calcular la probabilidad de que un blanco sea alcanzado.
- *Otras aplicaciones*. Donde Alcayde obtiene una función lineal por el método de mínimos cuadrados.

El *Apéndice* ofrece un *nomograma* que permite la resolución gráfica de problemas, sin hacer cálculos numéricos. Así, en la escala señalada con la letra A están contenidos en la graduación izquierda los valores, en tanto por ciento, de la función

$$\theta(t) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^t e^{-t^2} dt$$

y en la graduación derecha los de la variable *f (factor de probabilidad),* sustituyendo esta escala, por tanto, a la tabla III del citado manual.

La escala nombrada con la letra B es una escala logarítmica que contiene los números entre 1 y 10000 y representa las anchuras, en metros, de las zonas del 50% de los impactos, correspondientes a un arma a una distancia determinada.

La escala C es otra escala logarítmica de módulo, doble que la anterior y su graduación expresará, en metros, las anchuras *z'* de zonas batidas en tantos por ciento de impactos determinados. La escala D contiene los valores de la probabilidad simple.

Así por ejemplo, Nicomedes Alcayde propone que si se quiere determinar el tanto por ciento de impactos que corresponden a una zona centrada de anchura *z*'=16 m., siendo *z*=80 m. la zona del

50% que a la distancia supuesta corresponde el arma empleada, se coloca una regla sobre las divisiones *z*'=16 y *z*=80 de C y B y el trazo en $\theta(t)$ de A nos da la solución de p=11%. Y al revés, podemos calcular *z'* en función de *z* y $\theta(t)$.

Incluso con el nomograma es posible calcular el margen de error o error de muestreo de un intervalo de confianza para la proporción de una población binomial conocida una estimación de dicha proporción, el tamaño de muestra y el nivel de confianza.

4. CONCLUSIONES

Fueron ingenieros y militares los que llevaron, en estos primeros años de siglo XX, la llama de la Matemáticas, herencia de los astrónomos. La misma distribución normal que había servido a los astrónomos para modelizar los errores de sus observaciones, aparece cuando los oficiales de artillería modelizan sus disparos sobre los objetivos terrestres. La obra de Nicomedes Alcayde y Carvajal, *Cálculo de Probabilidades*, presenta los contenidos estadísticos que se impartían en las Academias Militares con anterioridad a la Primera Guerra Mundial, basando su singularidad en las aplicaciones prácticas que en dicha obra se exponen y en la utilización de un nomograma para el cálculo de probabilidades.

5. BIBLIOGRAFÍA

ALCAYDE, N. (1942) *Cálculo de probabilidades*. Madrid, Dossat.

DIDION, I. (1858) *Calcul des probabilités appliqué au tir des projectiles*. Paris, Mallet-Bachelier.

HÉLIE, M. (1884) *Traité de balistique expérimentale*. Paris, Gauthier Villars.

JOUFFRET, E. (1875) *Sur la probabilité du tir des bouches a feu et la méthode des moindres carrés*. París, Ch. Tanera.

MARTÍN-PLIEGO, F.J. Y SANTOS DEL CERRO, J. (2011) "La génesis del primer tratado moderno sobre probabilidad en España". En: J.M. Riobóo Almazor e I. Riobóo Lestón (eds.) *Historia de la Probabilidad y la Estadística [V] por A.H.E.P.E*. Santiago de Compostela, 279-288.

LIAGRE, J.B.J. (1879) *Calcul des probabilités et théorie des erreurs avec des applications aux sciences d'observation en général et a la Géodésie en particulier*. París, Gauthier-Villars.

OLLERO, D. (1913) *Tratado de Cálculo de Probabilidades*. 4ª edición. Madrid, Imprenta Eduardo Arias.

GONZÁLEZ REDONDO, F. A. (coord.) (2015) *Ciencia y Técnica entre la Paz y la Guerra. 1714, 1814, 1914*. Madrid, SEHCYT, pp. 785-791.

LOS "GRUNDZÜGE DER MENGENLEHRE" DE HAUSDORFF

Juan Tarrés Freixenet[(1)]

(1) Facultad de Matemáticas, Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España, jtarres@ucm.es

Resumen

Damos una breve biografía de Félix Hausdorff y comentamos su obra principal, *Grundzüge der Mengenlehre* (Fundamentos de la Teoría de Conjuntos), publicada en abril de 1914.

Palabras Clave: Hausdorff, teoría de conjuntos, topología general, entornos.

THE HAUSDORFF'S "GRUNDZÜGE DER MENGENLEHRE"

Abstract

We give a brief biography of Felix Hausdorff and we comment his main work *Grundzüge der Mengenlehre* (Foundations of Set Theory) published in april 1914.

Keywords: Hausdorff, set theory, general topology, neighborhoods.

1. INTRODUCCIÓN

En abril de 1914 aparece uno de los libros emblemáticos de ls Matemáticas del siglo XX: los *Grundzüge der* Mengenlehre (Fundamentos de la Teoría de Conjuntos), del matemático alemán Félix Hausdorff, a la sazón, profesor de la Universidad de Greisfwald, una pequeña ciudad situada en el nordeste de Alemania. El libro se publica justo cuando en Europa se estaba gestando la Primera Gran Guerra, que comenzó los primeros días de agosto de ese mismo año.

Los *Grundzüge* es la obra maestra de Hausdorff y lo convirtieron en uno de las matemáticos más famosos de su tiempo. La obra está escrita en forma de libro de texto destinado a estudiantes avanzados de matemáticas.

Es la contribución más importante a la teoría de conjuntos desde los trabajos de Georg Cantor. En él se define por primera vez la noción de espacio topológico desde un punto de vista axiomático, en términos de entornos. Se puede decir, sin entrar en exageraciones, que la Topología de Conjuntos nace con esta obra.

En Blumberg [1921, p. 116] podemos leer: "Es difícil citar una obra en cualquier campo de las Matemáticas, incluido el dominio no cerrado de la teoría de números, que supere a los 'Grunzügue' en claridad y precisión".

Esto nos puede dar una idea del estilo de Hausdorff y de la intención que tenía de dedicarlo a futuros matemáticos.

2. BIOGRAFIA DE HAUSDORFF HASTA COMIENZOS DEL SIGLO XX

Félix Hausdorff nació el 8 de noviembre de 1868 en la ciudad alemana de Breslau (actualmente Wroclaw, en Polonia) en el seno de una familia judía acomodada (su padre era comerciante de telas). En otoño de 1870, la familia se traslada a Leipzig y es en esta ciudad donde el pequeño Félix va a pasar su infancia y su juventud.

En 1887 ingresa en la Universidad de Leipzig en la que estudia Matemáticas y Astronomía. Sus estudios en la Universidad se prolongaron hasta 1891. Permaneció en ella todo el tiempo con la excepción de una estancia en la Universidad de Friburgo durante el semestre de verano de 1888 seguida de otra en la de Berlín el semestre de invierno de 1888-89. Fue un estudiante brillante con una gran amplitud de intereses.

En el último semestre de sus estudios Hausdorff trabajó estrechamente con Heinrich Burns (1848-1919) que era profesor de Astronomía y director del observatorio de la Universidad de Leipzig. Hausdorff se doctoró con él con una tesis sobre la refracción de la luz en la atmósfera. Redactó dos trabajos más sobre este tema, lo que le condujo a la *Habilitation*, para la cual presentó un trabajo sobre la extinción de la luz en la atmósfera con un contenido matemático muy cuidado..

Una vez obtenida la *Habilitation*, Hausdorff comienza la carrera como *Privatdozent* en Leipzig en cuya universidad dicta un amplio espectro de cursos en diversas áreas de las matemáticas al tiempo que forma parte de un importante círculo de destacados escritores, artistas y editores.

En diciembre de 1901 fue nombrado profesor asociado no numerario (*ausserplanmässiger Extraordinarius*) también en la Universidad de Leipzig. Al presentar la propuesta de nombramiento, que iba acompañada de un informe muy favorable de sus colegas, redactado por Heinrich Burns, el Decano adjuntó la siguiente nota:

> La Facultad considera, sin embargo, que tiene la obligación de informar al Ministro Real que la presente propuesta no ha sido aprobada por todos los asistentes a la reunión del 2 de noviembre del prsente año, sino por una votación de 22 a 7. La minoría que votó contra el Dr. Hausdorff lo hizo a causa de que profesa la fe judía.

Sin comentarios. Era el comienzo de una larga historia.

3. PRIMEROS TRABAJOS MATEMÁTICOS

Tras obtener su *Habilitation*, Hausdorff escribió varios artículos sobre óptica (1896), matemáticas actuariales (1897), geometría no euclídea (1899), sistemas de números hipercomplejos (1900) y teoría de la probabilidad (1901) con resultados notables. Sin embargo, los intereses matemáticos de Hausdorff derivaron pronto a la Teoría de Conjuntos, en especial, la teoría de conjuntos ordenados, siguiendo las ideas de Cantor. En 1908, Arthur Schoenflies señala, en la segunda parte de su informe sobre la teoría más reciente de conjuntos ordenados, que las extensiones de esta teoría después de los trabajos de Cantor eran obra casi exclusiva de Hausdorff.

El problema del espacio y el tiempo es otro de los intereses de Hausdorff en esos años. El año 1898 vio la luz el estudio epistemológico crítico “Das Chaos in kosmischer Auslesse” (El caos en la selección cósmica) que Hausdorff publicó bajo el seudónimo de Paul Mongré. Se trata de una obra que pretende poner de acuerdo la idea de Nietzsche del eterno retorno con las reflexiones de Kant que admiten la posibilidad de la existencia de mundos distintos a nuestro propio cosmos.

Hausdorff trabajó intensamente en el problema del espacio durante varios años; en el semestre de invierno de 1903-1904 dictó un curso en Leipzig titulado “Zeit und Raum” (Tiempo y espacio) en el

que abundaba en estas ideas a la vez que expresaba su obsesión por esta cuestión. El concepto fundamental de espacio topológico, que creará más tarde, fue concebido para adaptar de forma práctica cualquier situación en la que la idea de espacio, visto desde la perspectiva local de los entornos de un punto, juegue un papel importante. Con toda probabilidad, la influencia de las reflexiones filosóficas de Hausdorff sobre el espacio fueron decisivas para el establecimiento de esta noción.

4. LOS "GRUNDZÜGE DER MENGENLEHERE"

En el verano de 1910 Hausdorff fue nombrado profesor asociado numerario (*planmassingen extraordinarius*) de la Universidad de Bonn. Fue durante ese verano cuando comenzó a trabajar en su obra principal, "Grundzüge der Mengenlehre". El libro lo completó en Greifswald, a cuya universidad acudió Hausdorff en el semestre de verano de 1913 por haber sido nombrado profesor "Ordinarius" de la misma. Como ya hemos dicho, el libro fue publicado en abril de 1914.

Este libro fue el primer texto que trató todos los aspectos de la teoría de conjuntos de su época de una manera sistemática aportando definiciones originales, resultados novedosos y demostraciones completas de sus proposiciones y teoremas. Está organizado en diez capítulos. Los seis primeros se ocupan de la teoría de conjuntos propiamente dicha; los capítulos VII al IX, los más interesantes desde un punto de vista actual y los que más repercusión han tenido en el desarrollo de las matemáticas del siglo XX, se refieren a los conjuntos de puntos, teoría que a partir de entonces toma el nombre de Teoría de los Espacios Toplógicos, o Topología General; finalmente, el último capítulo, el X, trata cuestiones de teoría de la medida e integración.

Los capítulos en los que se definen los Espacios Topológicos son de gran interés al poner de manifiesto las aplicaciones de la teoría abstracta de conjuntos al estudio de las relaciones espaciales. Es en estos capítulos donde Hausdorff deja más impresionado al lector con sus exposiciones magistrales. La teoría de los conjuntos de puntos queda así encajada en un molde y el tratamiento que recibe está caracterizado por su originalidad, naturalidad y belleza.

El capítulo VII comienza con el siguiente párrafo:

> La teoría de conjuntos alcanza su cénit en su aplicación a los conjuntos de puntos y en la clarificación y elevada precisión en las definiciones de los conceptos fundamentales de la geometría; esto lo admiten hasta los que siguen permaneciendo escépticos respecto de esta teoría.

El tema principal del capítulo hace referencia a los conjuntos de puntos en espacios generales. Hausdorff justifica esta tratamiento abstracto con estas palabras:

> Ahora, una teoría espacial de los conjuntos de puntos tendría de manera natural, en virtud de las numerosas propiedades que la acompañan, un carácter muy especial y si pretendemos reducir nuestro ámbito de estudio a un caso concreto nos veríamos obligados a desarrollar una teoría para los conjuntos lineales de puntos, otra para los conjuntos planos, una nueva para los esféricos, y así sucesivamente. La experiencia ha demostrado que se puede pasar por alto este pleonasmo y diseñar una teoría más general que abarque no solo los casos que acabamos de mencionar sino también otros conjuntos (en particular, las superficies de Riemann, espacios de una cantidad finita o infinita de dimensiones, conjuntos de curvas y conjuntos de funciones).

Para seguir diciendo:

> Y, por supuesto, el beneficio en lo que respecta a la generalidad de los resultados no conlleva un incremento de complejidad sino que, por el contrario, conduce a una simplificación considerable al utilizar -al menos en las cuestiones más importantes- solamente unas pocas hipótesis muy sencillas (axiomas). Finalmente, con este camino lógico-deductivo evitamos los errores a los que nos puede llevar la intuición.

El desarrollo de este capítulo séptimo está basado exclusivamente en los siguientes postulados sobre entornos ("Umgebungsaxiome"):

> Un *entorno* es un conjunto de puntos.
> El conjunto abstracto o espacio *E* en cuestión no tiene restricciones, salvo las marcadas por los postulados siguientes:
> (A) A todo punto *x* de *E* le corresponde al menos un entorno U_x; todo entorno U_x contiene el punto *x*.
> (B) Si U_x y V_x son entornos de *x* existe un entorno W_x del mismo contenido en ambos.
> (C) Si el punto *y* pertenece a U_x; existe un entorno $\boldsymbol{U_y}$ contenido en U_x.
> (D) Para *x* e *y* distintos existen entornos U_x; U_y; sin elementos comunes.

Un espacio que verifique estos cuatro postulados recibe el nombre de Espacio Topológico.
Se dan a continuación varias definiciones básicas que permiten clasificar puntos y conjuntos de un espacio topológico de acuerdo con su relación con los entornos que se acaban de definir:

> Un punto interior de un conjunto *A* -incluido en el espacio total o 'universo' *E*- es un punto que posee un entorno totalmente contenido en *A*.
> Un punto de *A* que no es interior al mismo recibe el nombre de punto borde (Randpunkt) de *A*, para distinguirlo de un punto frontera (Grenzpunkt), que no necesita pertenecer al conjunto dado.
> Una región (Gebiet) es un conjunto cuyos puntos son todos interiores al mismo.

Este último concepto, evidentemente, coincide con lo que en la actualidad se denomina un conjunto abierto. En la topología de Hausdorff estos conjuntos no juegan el papel preponderante que tienen en la actualidad. Habrá que esperar bastantes años hasta tener una caracterización de los espacios topológicos en función de estos conjuntos abiertos (o regiones). Los conjuntos cerrados ya habían sido definidos por Cantor con anterioridad.

> Los puntos interiores del conjunto complementario *B* de *A* (*A*+*B*=*E*) son los puntos exteriores de *A*. Los puntos frontera de A son los puntos borde de A más los de su complementario *B*.

Establece también estas proposiciones elementales

> El universo *E* y cualquier entorno son regiones.
> Los puntos interiores de un conjunto cualquiera forman una región.
> La suma de cualquier número de regiones es una región. La sección de una cantidad finita de regiones es una región.

Como puede verse, Hausdorff da las proposiciones características de la estructura topológica por abiertos, aunque no los utilice en este sentido. Se puede observar que considera solamente entornos abiertos y, por otra parte, no menciona en ningún momento el carácter de región que se debe asignar al conjunto vacío.

En éste y los tres capítulos siguientes se establecen las propiedades básicas de los espacios topológicos como los subespacios topológicos, la continuidad y la compacidad. Destaca la nueva definición de conexión, distinta de la dada hasta entonces; es la que ha permanecido hasta la actualidad:

> Se dice que un conjunto no vacío *M* es conexo si no puede expresarse como la suma de dos conjuntos no vacíos relativamente cerrados en *M* y sin puntos comunes.
> Una componente de un conjunto no vacío es uno de sus conjuntos conexos maximales, es decir, un conjunto conexo que no está contenido en ningún otro conjuntos conexo.

Otra cuestión que se trata en estos capítulos es el estudio de los espacios métricos. En realidad, estos espacios los definió Fréchet en 1906 y los espacios topológicos que define Hausdorff son una generalización de los espacios métricos, en los que las bolas abiertas juegan el papel de los entornos. Hausdorff, igual que Fréchet, define los espacios métricos mediante tres axiomas, los dos primeros son iguales en ambos casos; el tercero, en el caso de nuestro autor, es lo que llamamos el postulado (o desigualdad) triangular tal como la conocemos hoy en día mientras que en el caso de Fréchet, la formulación es diferente [véase Tarrés,1994, p. 207]. Esta es la definición de Hausdorff:

> Un espacio métrico verifica los postulados siguientes, en los que $d(x,y)$ indica la distancia de x a y:
> (α) (Postulado de simetría) $d(y,x) = d(x,y)$
> (β) (Postulado de coincidencia) $d(x,y) = 0$ si y sólo si $x = y$.
> (γ) (Postulado triangular) $d(x,y) + d(y,z) \geq d(x,z)$.

Se estudian las distancias entre conjuntos, las propiedades de conexión de los espacios métricos, propiedades de convergencia, condiciones de compacidad y espacios completos.

5. LA RECEPCIÓN DE LOS "GRUNDZÜGE"

Como ya hemos dicho, el libro de Hausdorff apareció en abril de 1914, justo cuando ya se presentía la Primera Guerra Mundial, iniciada en agosto de ese mismo año tras el asesinato del archiduque Franz Ferdinand de Austria a finales del mes de junio. La guerra trajo consigo que la vida científica en Europa se viera gravemente afectada y Hausdorff tuvo que hacer un gran esfuerzo para dar a conocer su libro a lo que quedaba de la comunidad matemática del momento.

Al fin de la guerra surgió una nueva generación de investigadores, muchos de los cuales se hicieron eco de las nuevas ideas que sugerían los "Grundzüge". La aparición de las teorías de Hausdorff se vio impulsada por la aparición Polonia de una nueva revista, los "Fundamenta Mathematicae", cuyo primer número vio la luz en 1920. Era la primera revista matemática especializada en los campos de la teoría de conjuntos, la topología, la teoría de funciones reales, la teoría de la medida e integración, el análisis funcional, la lógica y los fundamentos de las matemáticas. Entre todo este amplio espectro de intereses la topología general ocupó un lugar preponderante y en este ámbito, el libro y los demás trabajos de Hausdorff al respecto fueron de una importancia capital. De los 558 artículos que aparecieron en los 20 primeros volúmenes de la revista,

entre 1920 y 1933, no menos de 88 citarn los “Grundzüge” como obra de referencia. Asimismo, los conceptos introducidos por Hausdorff se convirtieron en materia habitual y se pueden ver incluidos en muchos trabajos en los que no se cita su obra de una manera explícita.

El libro tuvo igualmente un fuerte impacto en la nueva escuela topológica rusa, fundada por Paul Alexandroff y Paul Urysohn, como queda puesto de manifiesto en la correspondencia entra ambos y Hausdorff, primero, y entre éste y Alexandroff tras el prematuro y dramático fallecimiento de Urysohn en 1924. En los artículos póstumos de este último “Mémoire sur les multiplicités cantoriennes” [URYSOHN, 1925 y 1926] los “Grundzüge* se citan más de 60 veces.

En 1927 se publicó una segunda edición de la obra, muy reformada, con el título de “Mengenlehre”. En Gehman [1927] se hace una recensión de la misma. Comienza con estas palabras:

> Hay segundas ediciones y segundas ediciones. Algunas se limitan a una segunda impresión en la que se han corregido los errores y se han añadido algunas páginas para mejorar los contenidos; otras son revisiones a fondo del primer original. La segunda edición del libro de Hausdorff es un ejemplo extremo del segundo tipo; en él incluso de ha revisado el título de la edición de 1914.

Esta segunda versión es más reducida que la primera: 285 páginas frente a las 473 de la primera y nueve capítulos por los 10 de la edición original. Esto es debido principalmente a la diferencia de estilo, mucho más conciso en la última y a que se ha suprimió el capítulo X de la primera edición. Hubo todavía una tercera edición en 1935 que en realidad, esta sí, es una reedición actualizada de la segunda.

6. LA VIDA SIGUE…Y TERMINA

La Universidad de Geifswald era una pequeña universidad cuya importancia era limitada al ámbito local. Su Instituto de Matemáticas era pequeño hasta el punto de que en el semestre de verano de 1916, en plena guerra, y el siguiente de 1916-17 Hausdorff era el único profesor del mismo.

La situación mejoró para él de una manera notable cuando accedió a la Universidad de Bonn en 1921 como profesor a tiempo completo. Allí tuvo la oportunidad de ampliar su actividad docente a un gran número de temas y dirigir seminarios sobre sus investigaciones más recientes.

Pero todo cambió a partir de 1933 con el ascenso al poder del Partido Nacional Socialista. A partir de ese momento, el antisemitismo se convirtió en una doctrina de estado en Alemania y Hausdorff, como miembro de la comunidad judía sufrió las consecuencias de la nueva situación. El 7 de abril de ese año el gobierno de Hitler aprobó la llamada Ley de la restauración del servicio civil por la que solo las personas de raza aria podían ocupar puestos públicos. Afortunadamente, la Universidad de Bonn intercedió a favor de Hausdorff y le permitieron seguir trabajando. Sin embargo, ya nada volvería a ser igual y tras muchas visicitudes, el 31 de marzo de 1935, cuando contaba 66 años, se vio obligado a jubilarse y abandonar la Universidad, cansado de un ambiente que se había hecho ya insoportable.

Los derechos y propiedades de los judíos iban siendo cada vez más limitados. Los Hausdorff vieron como su casa era ocupada progresivamente por familias de raza aria quedando su espacio vital reducido a una pequeña estancia en la planta baja más el sótano. Algunos amigos de la familia les recomendaron que, al ser Hausdorff un matemático de reconocido prestigio internacional, emigrasen a otro país en el que se pudieran sentir seguros. En un principio rechazaron tal posibilidad;

no obstante, en noviembre de 1938, tras la famosa Noche de los Cristales Rotos ("Reichskristallnacht"), la familia Hausdorff decidió hacer un intento de emigrar, a la vista de la brutalidad de los acontecimientos. Pero todo resultó inútil.

A mediados de 1941, en gobierno nazi comenzó a deportar los judíos de Bonn al monasterio Zur ewingen Anbentung, del que habían sido expulsados los monjes, situado en la ciudad cercana de Endenich, como lugar de paso para un posterior traslado a los campos de exterminio del este. El 20 de enero de 1942 el alto mando alemán decide lo que se conoce como "la solución final del problema judío"; el día anterior había llegado al domicilio de los Hausdorff una carta en la que se les comunicaba la orden de ser deportados a Endenich. El 25 de enero, Félix escribe una carta a su amigo y abogado Hans Wollstein [LOZANO-ROBLEDO, 2007, p. 376-377]:

> Estimado amigo Wollstein:
>
> Cuando reciba estas líneas los tres habremos resuelto el problema de otra manera – la manera de la que nos ha intentado disuadir continuamente […] Lo que se ha hecho en contra los judíos en los últimos meses despierta la ansiedad, con fundamento, de que no nos van a dejar seguir viviendo en una situación soportable.
>
> […]
>
> Perdónenos si le causamos problemas más allá de la muerte; estoy convencido de que usted hará lo que pueda (y que quizá no sea mucho) ¡Perdónenos también nuestra deserción! Le deseamos a usted y a todos nuestros amigos mejores tiempos.
>
> Sinceramente, Félix Hausdorff.

El 26 de enero, Hausdorff, su esposa Charlotte y la hermana de ésta Edith ingirieron una dosis letal de barbitúricos que les produjo la muerte. Su amigo Wollstein fue asesinado en Auschwitz meses más tarde.

7. BIBLIOGRAFIA

BLUMBERG, H. (1921) "Hausdorff's Grundzüge der Mengenlehre". *Bull. AMS, 27,* 116-119

BOYER, C.B. (1986) *Historia de la Matemática*. Alianza Universidad Textos, nº 94. Madrid.

GEHMAN, H.M. (1927) "Hausdorff Revised Mengenlehre" *Bull. AMS 33,* 778-781.

HAUSDORFF, F. (1914) *Grundzüge der Mengenlehre*. Verlag von Veit und Comp. Leipzig.

HAUSDORFF, F. (1949) *Grundzüge der Mengenlehre*. Chelsea Publ Co. New York.

HAUSDORFF, F. (1962) *Set Theory*. Chelsea Publ. Co. New York.

LOZANO-ROBLEDO, A. (2007) "La última hora de Félix Hausdorff". *Gaceta de la RSME, 10(2),* 375-385.

MOORE, G.H. (2008). "The emergency of open sets, closed sets and limit points in analysis and topology". *Historia Mathematica 35,* 220-241.

PIER, J.-P. (ed.) (1994). *Development of Mathematics 1900-1950*. Birkhäuser-Verlag. Basel- Boston-Berlin

PURKET, W. (2008). "The double life of Felix Hausdorff / Paul Mongré". *The Mathematical Intelligencer 30(4),* 36-50.

SCHOLZ, E. (2005). *Felix Hausdorff and the Hausdorff edition.* Princeton.

URYSOHN, P. (1925) "Mémoire sur les multiplicités cantoriennes I" *Fund. Math. (7),* 30-137.

URYSOHN, P. (1925) "Mémoire sur les multiplicités cantoriennes II" *Fund. Math. (8),* 225-351.

GONZÁLEZ REDONDO, F. A. (coord.) (2015) *Ciencia y Técnica entre la Paz y la Guerra. 1714, 1814, 1914*. Madrid, SEHCYT, pp. 793-798.

DOSCIENTOS AÑOS CON LA CURVATURA MEDIA

José Rojo Montijano[(1)], Mª Carmen Escribano Ródenas[(2)], Juan Tarrés Freixenet[(3)]

(1) Universidad Ceu San Pablo, Madrid, España, jrojo.eps@ceu.es
(2) Universidad Ceu San Pablo, Madrid, España, escrod@ceu.es
(3) Universidad Complutense, Madrid, España, jtarres@ucm.es

Resumen

En esta comunicación aludimos al estudio de singularidades formadas cuando una superficie del espacio se mueve tomando como velocidad su propio vector de curvatura media y comparamos los resultados con las singularidades (big-bang, agujeros negros, ...) que emergen en la descripción de la evolución del universo en Cosmología relativista. Pretendemos, además, señalar alguno de los problemas que siguen hoy abiertos en este contexto.

La presentación de estas ideas es una ocasión para evocar el desarrollo histórico de la noción de curvatura media, generada hace unos doscientos años en diversos trabajos de Sophie Germain, y su carácter transdisciplinar, patente en sus conexiones con problemas en geometría, sistemas dinámicos, ciencia de los materiales, mecánica, ..., y relatividad general.

Un punto de inflexión en este desarrollo, sobre el que vamos a centrar nuestra exposición, fue la aparición en plena Guerra Mundial del 14 de la primera solución no trivial de las ecuaciones de Einstein, encontrada poco antes de morir en el frente por Karl Schwarzschild. Este “agujero negro matemático” es el primero de sucesivos espaciotiempos con singularidades, cuya geometría y dinámica constituyen un reto para entender mejor la inter-relación entre las leyes más básicas de nuestro universo.

Palabras Clave: Curvatura media, Relatividad general, Flujos geométricos, Agujeros negros, Karl Schwarzschild.

TWO CENTURIES WITH MEAN CURVATURE

Abstract

In this communication we study the singularities formed when a surface in space moves taking its own mean curvature vector as its velocity, and we compare the results with the singularities (big bang, black holes, …) that emerge in the description of the evolution of the Universe in relativistic Cosmology. In addition, we aim to point out some of the problems in this context that are open up until today.

The presentation of these ideas is an occasion to review the historical development of the notion of mean curvature, generated about two hundred years ago in several works by Sophie Germain, and to highlight their interdisciplinary character showing some of its connections with geometry problems, dynamic systems, material science, mechanics, …, and General Relativity.

A turning point in this development was the emergence, during the World War of the year 14, of the first non-trivial solution to these equations by Einstein, found by Karl Schwarzschild soon before dying in the war frontline. This “mathematical black hole” is the first of many space-times with

singularities, which's geometry and dynamics constitute a challenge to better understand the interrelation among the most basic laws of our Universe.

Keywords: Mean curvature, General Relativity, Geometric flows, Black holes, Karl Schwarzschild.

1. KARL SCHWARZSCHILD (1873-1916): BREVE SEMBLANZA BIOGRÁFICA.

El 16 de mayo de 1916, tras una dolorosa enfermedad (una infección de pénfigo) contraída en el frente ruso, fallecía con 43 años el astrofísico alemán Karl Schwarzschild. Al comenzar la Gran Guerra en 1914, el entonces director del observatorio astronómico de Potsdam y Profesor Honorario de la Universidad de Berlín se había alistado en el ejército alemán. "Aunque por su edad y posición pudo evitarlo", explicaría años mas tarde su mujer, Else Rosenbach, "Karl se sintió obligado a dar este paso precisamente a causa de su procedencia judía". Lamentablemente, años más tarde, durante la Segunda Guerra Mundial su hijo Alfred moriría asesinado en el Holocausto.

El carácter vivo, cordial y atractivo de Karl, junto con su apertura de mente para tratar con colegas y colaboradores, le había proporcionado numerosas amistades en el ámbito académico; de hecho, algunos de sus compañeros siguieron en contacto con él, visitándole hasta sus últimos días. "The ardant wish for scientific occupation did not leave him until the last. It seemed incredible to the visitor at his sick bed that he was a man so near death. At such an occasion, one feels the mastery of a strong spirit over earthly misery", escribiría su íntimo amigo, el hoy célebre astrofísico E. Hertzprung.

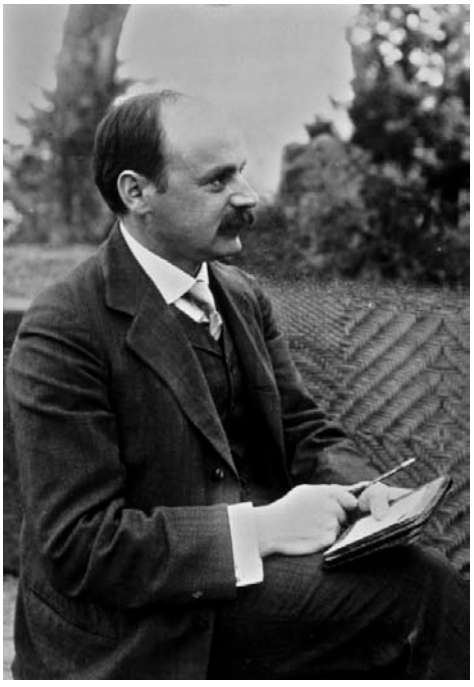


Figura 1. Fotografía de Karl Schwarzschild (Science Photo Library).

En 1914 Karl fue destinado inicialmente a la Estación Meteorológica del ejército alemán en Namur (Bélgica), aunque enseguida fue asignado al personal de artillería, primero en Francia y después, finalmente, en el frente ruso, donde enfermó gravemente.

La prodigiosa actividad científica de Karl, que ya a sus 16 años había publicado un par de artículos sobre mecánica celeste y dinámica de órbitas (mejorando el método de Bruns para determinar la trayectoria de un planeta a partir de tres de sus posiciones), que le llevó a publicar 120 trabajos a lo largo de su carrera, no se detuvo en el curso de la guerra.

Al comienzo de 1915 envió a la academia de Berlín "The effect of wind and air density on the path of a projectile" y, ¡sólo un mes después de la publicación en noviembre de las ecuaciones de la relatividad general! escribió dos artículos en los que aparece la primera solución exacta de estas ecuaciones, ante la enorme sorpresa del propio Albert Einstein.

Una semana antes de morir escribió su artículo póstumo, "Zur Quantenhypothese," aplicando la teoría cuántica a problemas de series espectrales.

2. EL AGUJERO NEGRO DE SCHWARZSCHILD

Esta solución de las ecuaciones de Einstein mostraba el espaciotiempo alrededor de un cuerpo aislado (como una estrella con simetría esférica) y exhibía el hoy célebre "radio de Scharzschild" que caracteriza a los agujeros negros (lo que no ha sido bien entendido hasta mediados de los años 50). Sin embargo, sí llamó inmediatamente la atención del propio Einstein que los resultados de Schwarzschild le permitían calcular la precesión del perihelio de órbitas planetarias elípticas, como la de Mercurio, consiguiendo un perfecto acuerdo con los datos ya observados en la época, mejor que el que consigue el modelo gravitatorio newtoniano.

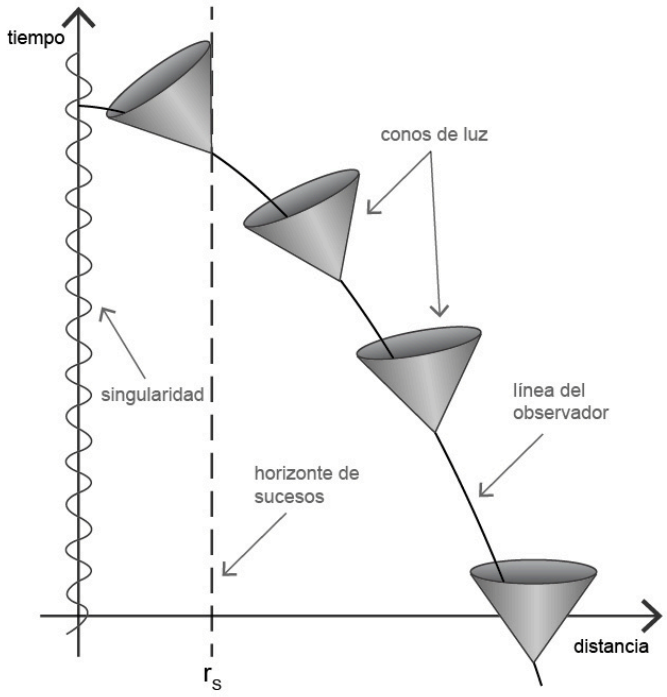


Figura 2. Esquema de la formación de un agujero negro.
(Elaboración de Carlota Sáenz de Tejada basada en [BAUMGARTE, 2006]).

Analizada desde hoy, la solución de Schwarzschild ha jugado un papel clave en el entendimiento de la noción de agujero negro, en la determinación del citado "radio de Schwarzschild" y en el estudio de la formación de singularidades en relatividad general.

La solución obtenida,

$$ds^2 = r^2(d\theta^2 + sen^2\theta d\varphi^2) + \frac{dr^2}{1-2m/r} - (1-2m/r)dt^2$$

inició la discusión sobre la superficie r=2m. ("el horizonte"), una "esfera" en la que las componentes de la métrica se desvanecen, parecen "singulares", "se hacen infinitas", lo que resultaba desconcertante desde la experiencia newtoniana. A las secciones temporales (t = constante) de la región en la que r >= 2m las denominaremos en adelante "espacios de Schwarzschild", cuya métrica les distingue de los espacios euclídeos.

En la solución de Schwarzschild se forma una singularidad "de verdad" cuando r = 0, donde la descripción física pierde sentido ante la aparición de curvaturas y energías infinitas "inevitables". Este problema no fue tomado inicialmente en serio: se prefirió pensar que la existencia de tal singularidad podría ser consecuencia del alto grado de simetría impuesto en las condiciones de partida por Schwarzschild al deducir su solución. Además, cuando se entendió que la "singularidad" en la superficie r = 2m era sólo inherente a las coordenadas usadas, que se evitaba ante una adecuada transformación de coordenadas, se reforzó el "olvido" de la "verdadera" singularidad, oculta en la región r < 2m, donde r = 0. Hubo de hecho que esperar prácticamente a los trabajos en los sesenta de Hawking, Penrose y Geroch para comprender que en r = 0 se da una singularidad genuina, que no cabe evitar mediante cambios de coordenadas, y que tales singularidades son un fenómeno habitual de la Relatividad General, no exclusivamente ligadas a la condición de simetría de Schwarzschild.

3. KARL SCHWARZSCHILD Y LA CURVATURA

Epstein, matemático y buen amigo de su padre, familiarizó a Karl Schwarzschild con la Astronomía desde su adolescencia, abriéndole las puertas de su observatorio doméstico en Frankfurt. Allí creció la pasión de Karl por tender puentes entre las matemáticas y la astrofísica. A lo largo de su carrera se mezclan con sus aportaciones a la astrofísica trabajos aplicados que mejoran instrumentos ópticos, aportaciones a la física matemática (su tesis, por ejemplo, publicada en Munich en 1886, versó sobre "The Poincaré theory on the equilibrium of a homegeneus, rotating, fluid body"), e, incluso, indagaciones de geometría pura.

En 1901 envió una comunicación al Congreso "Astronomiche Gesellschaft", en Heidelberg, con el título "On the permissible scale of curvature of space", en el que discutió la posibilidad de describir el universo con una geometría no euclídea.

De hecho, entre 1901 y 1909 ocupó el prestigioso puesto de director del Observatorio de Göttingen (como Gauss un siglo antes) a la vez que daba clases en esta universidad; allí se casó, y tuvo la ocasión de organizar un seminario conjunto con Klein, Hilbert y Minkowski que, sin duda, le ayudó a consolidar esa mentalidad transdisciplinar tan característica de su investigación.

Los espacios de Schwarzschild son espacios no euclídeos, cuya geometría incluye numerosos problemas abiertos, como por ejemplo, la determinación de sus superficies de curvatura media constante. La noción de curvatura media de una superficie en el espacio euclídeo tridimensional, heredera de los trabajos (entre otros) de Euler y Lagrange, aparece hace hoy unos doscientos años, entre las aportaciones de Sophie Germain, y ofrece desde entonces un enorme atractivo tanto para geómetras como para físicos teóricos y aplicados. Las superficies minimales, cuyo estudio nació

asociado al trabajo con pompas de jabón de Plateau, son superficies de curvatura media constantemente nula (como la catenoide), mientras que los cilindros y las esferas tienen la curvatura media no nula, pero constante.

4. LA CURVATURA MEDIA EN EL ESPACIO EUCLÍDEO Y LA CURVATURA MEDIA EN EL ESPACIO DE SCHWARZSCHILD

Tres décadas después de la muerte de Schwarzschild, en 1956, Alexandroff probó un célebre teorema: "las únicas superficies de curvatura media constante, no nula, compactas y embebidas en el espacio euclídeo son las esferas". En particular, es de resaltar que en el espacio euclídeo no hay superficies compactas minimales. La demostración de Alexandroff, que usa reflexiones especulares, es un modelo de elegancia.

Este resultado sugiere cuestionarse cómo son las superficies compactas de curvatura media constante embebidas en espacios no euclídeos.

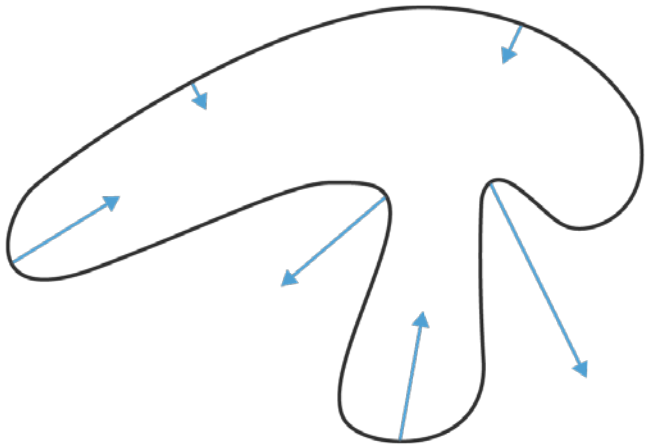


Figura 3. Diagrama de la evolución de una curva siguiendo su vector de curvatura
(Elaboración de Carlota Sáenz de Tejada).

Las reflexiones especulares de Alexandroff carecen de sentido en los espacios de Schwarzschild. Sin embargo, con técnicas de dinámica geométrica (evolución de curvas, superficies e hipersuperficies) se ha demostrado recientemente que las esferas r = cte son las superficies de curvatura media constante en los espacios de Schwarzschild; se cumple, además, que el horizonte de su agujero negro es minimal.

En la última década ha surgido un gran interés en el estudio de agujeros negros en dimensiones extra (en dimensión $n>4$), en las que se pueden encontrar generalizaciones naturales de los de Schwarzschild y Kerr (los "únicos" que aparecen en la teoría de la Relatividad General clásica, tetradimensional), y nuevos tipos, como los "anillos negros". ¿Cabe generalizar los resultados comentados más arriba a (algunos de) estos otros agujeros negros? Es esta una de esas cuestiones geométricas fáciles de enunciar y que en la actualidad son objeto de intenso estudio entre geómetras, astrofísicos y cosmólogos.

5. BIBLIOGRAFÍA

BAUMGARTE, T. (2006) “Black holes: from speculations to observations”. *arXiv: astro-ph/0604304*.

DVORAK, R. (1992) *Karl Schwarzschild: Gesammelte Werke*. Editor H.H. Voigt, Berlín.

HERTZPRUNG, E. (1917) “Karl Schwarzschild”. *Astrophysical Journal*, *45(5)*, 285.

JOSHI, P.S. (2008) *Gravitational Collapse and spacetime singularities*. Cambridge University Press, Cambridge.

ROJO, J., ESCRIBANO, M.C., TARRÉS, J. (2014) “Curvatura media y relatividad general”. *Pensamiento matemático*, *4(2)*, 47-56.

SCHWARZSCHILD, K. (1916) “Über das Gravitationsfeld eines Massenpunktes nach der Einsteinschen Theorie”. *Sitzungsberichte der Mathematisch Physikalischen klasse der Deutschen Akademie der Weissenschaften*, *16*, 189, Berlín.

TARRÉS, J., ESCRIBANO, M.C., ROJO, J. (2014) “La curvatura media y Sophie Germain”. *Pensamiento matemático*, *4(2)*, 31-46.

GONZÁLEZ REDONDO, F. A. (coord.) (2015) *Ciencia y Técnica entre la Paz y la Guerra. 1714, 1814, 1914*. Madrid, SEHCYT, pp. 799-806.

¿QUÉ HA SIDO DE LA ARMONÍA DE LAS ESFERAS A PARTIR DEL SIGLO XVIII?

Vicente Liern Carrión[(1)]

(1) Facultad de Economía, Universitat de València, Valencia, España, vicente.liern@uv.es

Resumen

A partir de los pitagóricos, los intervalos musicales se asocian con las proporciones numéricas armoniosas y el movimiento de los cuerpos celestes. Desde entonces, aparecen numerosos modelos cosmológicos descritos a través de órbitas esféricas que producen sonidos consonantes.

Visto desde una perspectiva actual, la aportación científica más importante al tema se debe a J. Kepler (1571-1630) cuyos cálculos de las velocidades angulares en órbitas elípticas le llevaron a enunciar sus tres famosas leyes. Siglo y medio después de la muerte de Kepler se descubre Urano, y a mediados del siglo XIX aparece en escena Neptuno. Teniendo en cuenta esto, ¿tiene sentido seguir hablando de la música de las esferas desde un punto de vista matemático-musical?

A partir del siglo XVIII, Bach (1685-1750) con El clave bien temperado y L. Euler (1707-1783) con su método para calcular la consonancia entre sonidos (*gradus suavitatis*) dan un giro que parecía romper con la idea de armonía de las esferas. Sin embargo, a mediados del siglo XX, Rudolf Haase, amplia el estudio de Kepler al resto de planetas y comprueba que los intervalos de la Justa Entonación siguen siendo válidos.

Hace unos diez años surgió la noticia de que el satélite Transition Region and Coronal Explorer, enviado al espacio por la NASA, había encontrado las primeras evidencias de música originada en un cuerpo celeste. Aunque lo cierto es que las ondas tenían frecuencias muy alejadas del espectro audible y que, además, eran difícilmente detectables, está claro que hay una resistencia a abandonar la idea de Universo como un gran instrumento musical.

En este trabajo nos centraremos en el significado histórico y las transformaciones hechas en los conceptos matemáticos que se han manejado para justificar la música de las esferas y cómo éstos son los responsables de la música de nuestros días.

Palabras Clave: Matemáticas; Historia; Astronomía; Consonancias; Sistemas de afinación.

WHAT HAS HAPPENED TO THE HARMONY OF SPHERES SINCE THE EIGHTEENTH CENTURY?

Abstract

From the Pythagoreans, the musical intervals are associated with harmonious numerical ratios and with the motion of celestial bodies. Since then, numerous cosmological models appeared described by spherical orbits producing consonant sounds.

Seen from today's perspective, the most important scientific contribution to this issue was due to J. Kepler (1571-1630) whose calculations of the angular velocities in elliptical orbits led him to enunciate his famous three laws. A century and a half after the death of Kepler Uranus is discovered

and in the mid-nineteenth century Neptune appears on the scene. Given this, does it make sense to keep talking about the music of the spheres from a mathematical-musical point of view?

From the eighteenth century, Bach (1685-1750) with his *Das wohltemperierte Klavier* and L. Euler (1707-1783) with his method for calculating the consonance between sounds (*gradus suavitatis*) gave a twist that seemed finished with the idea of harmony of the spheres. However, in the mid-twentieth century, Rudolf Haase extends Kepler's study including the rest of planets and he proves that that the intervals of the Just Intonation remain valid.

About ten years ago we knew that the satellite Transition Region and Coronal Explorer sent into space by NASA, had found the first evidence of music originated on a celestial body. But although the waves had frequencies far away from the audible spectrum and, moreover, they were hardly detectable, there is a clear reluctance to abandon the idea of the universe as a musical instrument.

In this paper we focus on the historical significance and the changes made in the mathematical concepts that have been proposed to justify the music of the spheres and how these are responsible for the actual music.

Keywords: Mathematics; History; Astronomy; Consonances; Tuning systems.

1. INTRODUCCIÓN

Que los astros producen, en su movimiento ordenado, un sonido armonioso, es una vieja idea que se encuentra entre las más extendidas de nuestra cultura occidental. Para los padres de la astronomía, el Creador era, además de arquitecto, sobre todo, un músico. Por eso, describir la estructura del cosmos era identificar la armonía musical que se encarnaba en las relaciones existentes entre las traslaciones de los distintos astros [GODWIN, 2009, p.16].

Un avance importante de la astronomía griega respecto a la babilónica fue la concepción de un universo esférico, hecho que llevó a la representación semiesférica habitual de la bóveda celeste. Así, en el siglo VI a. C., Anaximandro describe la Tierra como una gran columna cilíndrica, baja y ancha, suspendida en el aire en el centro del Universo. Al encontrarse exactamente en el centro, no tendría motivo para elegir una dirección u otra, y esto es lo que no le permitía caer. Alrededor de la Tierra giraban esferas inmensas de fuego, forradas de aire comprimido, en cuyo borde interno había unos agujeros (mejor dicho, unos conductos parecidos a las flautas) a través de los que se podía entrever el resplandor de la envoltura incandescente que estaba más allá del aire comprimido. Con esto, los astros ya no eran cuerpos de fuego, sino el fruto de la visión a través de los orificios de las ruedas que dejaban pasar la luz y producían sonidos [LIERN, 2014, p.14].

Surge así la idea de esferas celestes que producen música que ha llegado hasta nuestros días con periodos de mayor o menor influencia. Pero, para hablar de una auténtica armonía del cosmos hay que esperar a la escuela pitagórica [GOLDÁRAZ-GAÍNZA, 1992, p.11]. A ella se debe la idea de un universo gobernado por proporciones numéricas armoniosas y que el movimiento de los cuerpos celestes se corresponda con los intervalos musicales. Que el centro del universo lo ocupase la Tierra o un fuego central, en el modelo astronómico de Filolao, no obstaculizó la relación directa entre proporciones astronómicas y musicales. Y como veremos, ni siquiera cuando la Tierra es relegada a una situación mucho más discreta del Universo, o incluso cuando las órbitas dejan de ser circulares, se abandona la idea de armonía del universo [LIERN, 2011, p.109]

El tema ha preocupado a tantos poetas, filósofos, músicos y científicos de todas las épocas, que resultaría ridículo intentar establecer aquí una enumeración exhaustiva de autores que han aportado ideas. A modo de ejemplo, si nos centramos sólo en pensadores españoles anteriores al siglo XVII, encontramos musicólogos y compositores, como Isaac ben Abraham ibn Latif (aprox. 1220

-1290), Isaac ben Haim (1467-1518?), Bartolomé Ramos de Pareja (1440-1491?) [GODWIN, 2009, pp. 169, 205, 225] o Francisco de Salinas (1513-1590), cuyas contribuciones han pasado a la historia [GOLDÁRAZ-GAÍNZA, 2004, p.38].

Visto desde una perspectiva actual, parece incuestionable que, la aportación científica más importante al tema se debe a J. Kepler (1571-1630) con los cálculos que le sirvieron para reafirmarse en sus profundas creencias religiosas, pero no olvidemos que estaban hechos sobre seis planetas. Siglo y medio después de la muerte de Kepler se descubre Urano, y a mediados del siglo XIX se descubre Neptuno [CASPAR, 2003, p. 352]. Teniendo en cuenta esto, ¿tiene sentido seguir hablando de la música de las esferas desde un punto de vista matemático-musical?

Como veremos más adelante, Rudolf Haase a mediados del siglo XX, amplia el estudio de Kepler al resto de planetas (esta vez incorporando incluso Plutón) y comprueba que los intervalos de la Justa Entonación siguen siendo válidos. Y que todas las proporciones que aparecen al relacionar las velocidades angulares de los planetas se correspondan de forma muy aproximada con intervalos musicales que aparecen en la Justa Entonación, parece algo más que una pura casualidad [GODWIN, 2009, p. 513].

Como no podría ser de otra manera, lo que nos preocupa aquí es el significado o las herramientas matemáticas que se han manejado para justificar la música de las esferas. Por supuesto, esto no significa que el mito se haya transformado en ciencia, pero de los argumentos que se usaron allí dependen en gran medida las reglas de la música que seguimos manejando en nuestros días; y de una forma muy directa son los responsables de cuáles son las notas consideradas agradables y cuáles no.

2. ESCUELA PITAGÓRICA: EL PRINCIPIO DE LA ARMONÍA UNIVERSAL

Desde el primer milenio antes de Cristo, los caldeos relacionaron muy estrechamente la música con los astros y las matemáticas. Así, quienes estudiaban las estrellas, explicaban el destino de los hombres y la armonía del Universo entrelazando la especulación matemática con los simbolismos. Esto dio lugar a que numerosos fenómenos cósmicos fuesen representados por la comparación entre las longitudes de cuerdas tirantes.

Ante esta perspectiva, el estudio de las propiedades de los números resultó una tarea fundamental que abría las puertas a la predicción de sucesos. En esta labor, como sostienen Robertson y Stevens [1989, p. 19] destacaron mucho los números cuatro y siete, siendo esta última, probablemente, la cantidad de notas con las que contaba la antigua escala caldea.

Es muy posible que Pitágoras de Samos (aprox. 570-495 a. de C.), llevase las teorías de la música mesopotámica y los principios de la afinación a Grecia. Pero en su afán por atribuir a la música, como al resto de las cosas, un carácter numérico, no se conformó con una mera transmisión, sino que la reformuló en términos cuantitativos hasta convertirla en un compendio de métodos matemáticos.

La primera gran aportación pitagórica a la música es la deducción, de forma empírica, de que un sonido musical producido por una cuerda vibrante varía en razón inversa a su longitud, esto es: cuanto más corta sea la cuerda, más aguda será la nota producida. Este hecho les llevó a proponer el monocordio como instrumento para desarrollar sus teorías, para sustentar las hipótesis y como material de laboratorio.

Los pitagóricos, herederos de la tradición caldea, sostenían que las notas emitidas por los cuerpos celestes dependían de las proporciones aritméticas de las esferas en las que se movían. Los sonidos que producía cada órbita se combinaban con los sonidos de las restantes, produciendo una sincronía sonora conocida como la música de las esferas [LIERN, 2011, p.108]. Se trataba de un

cosmos en el que se integraban las siete notas musicales con los siete cuerpos celestes conocidos en la época: el Sol, la Luna y los cinco planetas visibles (Mercurio, Venus, Marte, Júpiter y Saturno).

Como en la música mesopotámica, para los pitagóricos sólo existían cuatro intervalos consonantes, asociados con las cuatro estaciones del año y con las distancias entre los astros que ellos representaban comparando las longitudes de cuerdas tirantes: 1/1 = unísono 1/2 = octava 2/3 = quinta 3/4 = cuarta [ROBERTSON Y STEVENS, 1989, p. 19].

Para producir todas las notas musicales sólo se dispone de estos cuatro intervalos y sus combinaciones. Es decir, si hacemos sonar una cuerda tensa de longitud L, junto con otra que mide 1/2×L, 2/3×L ó 3/4×2/3×L, por ejemplo, la sensación sería agradable: el intervalo sería consonante. A partir de las cuatro posibilidades descritas, se pueden definir otros intervalos que han resultado fundamentales para la evolución de la música de nuestros días. Por ejemplo el tono, que es el intervalo que separa una cuarta de una quinta, se calcula como (3/4)/(2/3)=8/9 [LIERN, 2008, p. 138].

3. AMPLIANDO LAS CONSONANCIAS: LA JUSTA ENTONACIÓN

Arquitas de Tarento (430-360 a. C), un pitagórico contemporáneo de Platón, advirtió que los intervalos pitagóricos 2/1, 3/2, 4/3, son de la forma (n+1)/n. Teniendo en cuenta esto, propuso una subdivisión de los intervalos consonantes en intervalos que tuviesen la misma estructura. Con esto aparece otra relación importante, 5/4, que representa la tercera. La incorporación de este nuevo intervalo da lugar a una nueva forma de elegir las notas, que se conoce como Justa Entonación. En ella, las consonancias pitagóricas, que se reducían a las razones entre los cuatro primeros números, son ampliadas hasta el senario, es decir los seis primeros números.

A pesar de que las primeras versiones de la Justa Entonación se deben a Aristóxeno de Tarento (360-300 a.C.), un discípulo de Aristóteles que sostiene que basta con el oído para conseguir la afinación, debemos a Gioseffo Zarlino (1517-1590) su formulación rigurosa y su popularización. Zarlino, un neopitagórico convencido, justificó los acordes con razones matemáticas que resultaron totalmente premonitorias de los armónicos. Estableció que los sonidos cuyas frecuencias son proporcionales a 1, 2, 3, 4, 5 y 6 son consonantes, y comprobó que éstos eran emitidos por cuerdas de longitudes [GOLDÁRAZ-GAÍNZA, 2004, p. 61].

En realidad, la nueva forma de afinar, tardó mucho en llevarse a la práctica, porque a todos los inconvenientes de la afinación pitagórica añadía los que surgían al incorporar un nuevo intervalo. Sin embargo, lo cierto es que la “nueva tercera” sonaba más agradable al oído que la pitagórica. Hubo que esperar hasta el siglo XIX para que J. B. Fourier (1768 – 1830) diese una explicación matemática a esta sensación a través de los armónicos.

La incorporación del número 5 no podía dejar inmutable la armonía de las esferas de los pitagóricos. En su obra *Harmonices Mundi* (1619), Kepler estableció que cada planeta debería emitir un sonido cuya altura dependía de la velocidad, sería más agudo cuando su movimiento fuese más rápido, y variaría dentro de un intervalo musical bien definido y propio de cada planeta.

Firme partidario del modelo copernicano, Kepler consideró que el movimiento de los planetas debía cumplir las leyes pitagóricas de la armonía, e intentó demostrar que las distancias de los planetas al Sol venían dadas por esferas en el interior de poliedros perfectos, anidadas sucesivamente unas en el interior de otras. El orden, desde la mayor hasta la menor, sería el siguiente: Saturno – Cubo – Júpiter – Tetraedro – Marte – Dodecaedro – Tierra – Icosaedro – Venus – Octaedro – Mercurio.

Para Kepler, un modelo cosmológico tan perfecto era una prueba más de la existencia, sabiduría y elegancia de Dios. Pero no tardó en darse cuenta de que este arquetipo de poliedros perfectos no explicaba bien el movimiento de los planetas. Esta falta de simplicidad en el Universo,

que Kepler vivió como un fracaso, fue compensada de nuevo por la perfección de la Armonía Universal. Aseguró, por primera vez, que las órbitas de los planetas describen una elipse alrededor del Sol y que éste se encuentra en uno de los focos de la elipse. Consideró que la velocidad angular de un planeta representaba el número de vibraciones de un cierto tono y, como la velocidad cambia a lo largo de la revolución, este sonido recorrería un intervalo musical entre el punto de mayor velocidad (el perihelio, punto más cercano al Sol) y el de menor velocidad (el afelio o punto más alejado del Sol).

Una vez convertidas las órbitas en el elipses y adaptadas las ideas pitagóricas a esta circunstancia, fueron muchos los que se encargaron de mostrar diferentes aspectos de la remodelación de la armonía universal. Sin embargo, a pesar de los nuevos descubrimientos astronómicos y que el tema fue tratado por pensadores de primera línea como Robert Flud (1574-1637), Andreas Werckmeister (1645-1706), Isaac Newton (1642-1727) o Jean-Philippe Rameau (1683-1764), lo cierto es que, matemáticamente hablando, no aportaron prácticamente nada a los cálculos keplerianos. Hubo que esperar hasta mediados del siglo XX para que se diese un paso más en los cálculos de la música de las esferas.

4. MÁS DE DOS SIGLOS DE CONTROVERSIAS

Hasta bien entrado el siglo XVIII, las afinaciones que se usaban normalmente en los estudios teóricos eran la pitagórica y la Justa Entonación. En ambas, la cantidad de notas por octava no está determinada *a priori*, pero normalmente este número se suele fijar en 12 notas. Como hemos visto, en estos sistemas de afinación las notas se generan con potencias y cocientes de los números 2 y 3 (pitagórico) o de los números 2, 3 y 5 (Justa Entonación). Por ejemplo, si fijamos el do de frecuencia f = 264 Hz, el resto de notas se obtienen multiplicando las fracciones de la Tabla 1.

	Do	Do$^{\#}$	Re	Mi^{b}	Mi	Fa	Fa$^{\#}$	Sol	Sol$^{\#}$	La	Si^{b}	Si
Afinación Pitagórica	1	$\frac{3^7}{2^{11}}$	$\frac{3^2}{2^3}$	$\frac{2^5}{3^3}$	$\frac{3^4}{2^6}$	$\frac{2^2}{3}$	$\frac{3^6}{2^9}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{3^8}{2^{12}}$	$\frac{3^3}{2^4}$	$\frac{2^4}{3^2}$	$\frac{3^5}{2^7}$
Justa Entonación	1	$\frac{5^2}{3\cdot 2^3}$	$\frac{3^2}{2^3}$	$\frac{3\cdot 2}{5}$	$\frac{5}{2^2}$	$\frac{2^2}{3}$	$\frac{5^2}{3^2\cdot 2}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{5^2}{2^4}$	$\frac{5}{3}$	$\frac{3^2}{5}$	$\frac{3\cdot 5}{2^3}$

Tabla 1. Fracciones para calcular doce notas de la afinación pitagórica y justa entonación. (Elaboración propia).

No resulta fácil establecer una definición unánime de sonidos consonantes, de hecho debemos contentarnos con admitir que dos o más sonidos son consonantes si resultan agradables al oído. Evidentemente, este concepto, que depende mucho de las diferentes culturas, ha evolucionado con el tiempo. Ante esta perspectiva, resulta complicado establecer una idea operativa de consonancia. Entre todos los teóricos que han estudiado el tema, nos quedaremos con la versión del físico John Tyndall (1820-1893), que *grosso modo* podría enunciarse como: Cuanto más simple es la relación de las frecuencias de dos sonidos, más consonante será el intervalo que forman.

Según este criterio, las consonancias pueden ordenarse de la forma siguiente: 1/1 Unísono > 2/1 Octava > 3/2 Quinta > 4/3 Cuarta > 5/4 Tercera mayor > 5/3 Sexta mayor > 6/5 Tercera menor > 8/5 Sexta menor > ...

A pesar de su aparente sencillez, con esta ordenación surgen problemas con los que han tenido que pelear muchos musicólogos y matemáticos posteriores al siglo XVI. Desde un punto de vista matemático, la cuestión que se plantea es fácil de enunciar: ¿la ordenación de las consonancias

es válida para cualquier cociente entre números naturales o sólo cuando los números son productos de potencias de 2, 3 y 5? ¿Qué ocurriría con las consonancias si añadimos las potencias de 7?

Intentar responder a esa pregunta ha dado pie a varios siglos de discusiones. De hecho, nuestro objetivo no es hacer un análisis exhaustivo del uso del número siete en la música, sino ofrecer una visión global a través de algunos trabajos. Y para esto resultan esenciales las aportaciones de G. Zarlino (1517-1590), J. Kepler (1571-1630), G. W. Leibniz (1646-1716), J. S. Bach (1685-1750) y L. Euler (1707-1783), quienes contribuyeron de forma decisiva a reavivar la controversia que el siete ha suscitado en la música.

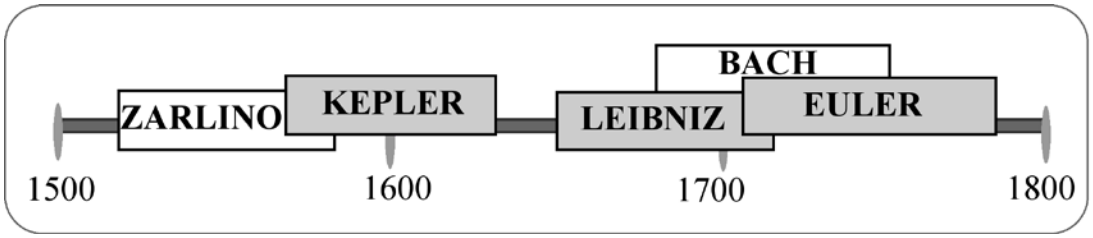


Figura 1. Cronología de cinco pensadores fundamentales en el campo de la Música y las Matemáticas. (Elaboración propia).

Por un lado, a partir del siglo XVI, algunos compositores y músicos empiezan a hacer uso de intervalos que habían estado prohibidos, valga como ejemplo la polémica entre C. Monteverdi (1567-1643), representante de la nueva música, y G. M. Artusi (1540-1613), partidario de la música tradicional (LIERN, 2014, p. 37).

Por otro lado, con la ordenación de las consonancias que establecíamos anteriormente, no resulta sencillo justificar por qué es más consonante 8/5 que 7/5, ya que tanto el numerador como el denominador son más grandes (o iguales) y 8/5 se aleja más del unísono. Como veremos a continuación, de nuevo el número siete está en la esencia de estas cuestiones.

Muy influido por el neoplatonismo florentino, G. Zarlino veía la esencia numérica en todas las cosas. En el capítulo catorce de las *Institutioni* hace una defensa del senario como límite para las consonancias, pero esto le plantea un problema la sexta menor, 8/5, se considera una consonancia, y sin embargo tiene en sus términos el ocho que no pertenece al senario. ¿Por qué no proponer el *ottonario* como recinto de las consonancias? Evidentemente, aceptar el ocho significaría dar cabida al número siete y los intervalos formados con este número, 7/6 y 8/7, a los que se considera disonancias sin paliativos [GOLDÁRAZ-GAÍNZA, 2004, p. 62].

Zarlino, consciente de que el problema tenía difícil solución, recurre a argumentos filosófico-numéricos para resolverlo. Para él, las fracciones 8/5 y 7/6 contienen números de naturaleza muy diferente, porque 8 es 2^3, lo cual significa que incluir 8/5 no supone incorporar números primos que no estén contenidos en el senario, mientras que aceptar el 7 escapa de los seis primeros números. Para él, 8/5 se encuentra en el senario en potencia, pero no en acto. Como era de esperar, los razonamientos de Zarlino no fueron capaces de convencer a muchos musicólogos de la época, ni a científicos posteriores. Lo cierto es que pensadores de la talla de Leibniz, en una carta a C. Goldbach (1690-1764) fechada el 17 de abril de 1712, no concede al número siete la posibilidad de generar sonidos agradables sin hacer más justificaciones [LIERN, 2014, p.41].

Pero el ingenio de Euler no podía permanecer ajeno a que los compositores de su época utilizasen la séptima. El clave bien temperado (1722, 1740) de J. S. Bach (en el que, por supuesto aparecen séptimas y otros intervalos considerados disonantes), había supuesto una revolución a la que otros científicos se estaban negando. Pero Euler [1766a, p. 165], en su “Conjecture sur la raison

de quelques dissonances généralement reçues dans la musique" propone el número 7 como uno de los artífices de la música, sino que aprovecha la ocasión para rectificar a Leibniz.

Posteriormente, Euler [1766a, p. 174] cuando aborda el carácter de la Música Moderna (EULER, 1766b) presenta un sistema de afinación en el que aparece el número siete, aunque a los tonos en los que aparecen potencias de 7 les denomina "extraños", frente a los tonos "principales" en los que sólo aparecen potencias de los números 2, 3 y 5. Pero esto no le parece suficiente, por eso propone un método para medir la consonancia entre sonidos basado en la descomposición en factores primos y el mínimo común múltiplo [LIERN, 2012, p. 96].

5. LA ARMONÍA DE LAS ESFERAS EN EL SIGLO XX

Cuando el profesor Rudolf Haase, nacido en 1920, descubrió la obra de Hans Kayser (1891-1964) sobre armonía, emprendió su labor investigadora teniendo como objetivo la armonía de las esferas. Desde la Escuela Superior de Música y Artes Visuales de Viena y el Instituto Hans Kayser para la Investigación de los Principios Armónicos, Haase se ha convertido en el principal promotor de la armonía como tema multidisciplinar, especialmente con las matemáticas o la astronomía, y la ha relacionado muy estrechamente con el fenómeno de la serie armónica [GODWIN, 2009, p. 514].

Desde el punto de vista matemático, lo que hace Haase es extender los principios de Kepler a los planetas descubiertos tras la muerte del astrónomo y contrastar sus propuestas con las de otros científicos, entre los que destacan el matemático y cabalista Francis Warrain (1867-1940) y los astrónomos J. D. Titius (1729-1796) y J. E. Bode (1747-1826). Además de obtener los intervalos keplerianos, Haase ha calculado otros muchos comparando velocidades en los afelios y los perihelios de dos planetas, que no tenían por qué ser consecutivos [GODWIN, 2009, p. 514]. Los resultados obtenidos, sirvieron para corroborar que los intervalos siguen siendo, de manera muy aproximada, los que aparecen en la Justa Entonación.

No me gustaría dejar la falsa impresión de que con esto el tema de la armonía de las esferas estaba resuelto. Sabemos que los astros dejaron la perfección de las órbitas circulares para achatarse y dar paso a elipses y esto tuvo sus repercusiones en la percepción de la armonía universal. Sin embargo, éstos no iban a ser los únicos cambios. Hace unos veinticinco años, las esferas que describían lo más íntimo de la materia, las partículas elementales, dejaron de ser precisas para convertirse en esferas borrosas [MADORE, 1992, p. 69]. Ante esta perspectiva, ¿podemos seguir obstinados en buscar unas consonancias exactas dentro de una armonía perfecta?

Está claro que, una cuestión es explorar el territorio común entre las Matemáticas y la Música y otra bien distinta es cómo transitan por él los intérpretes. Como ocurre en otros campos en los que se aplican las Matemáticas, los modelos y las soluciones que proporcionan éstos, muchas veces se utilizan como una aproximación a la realidad, y para tratar esto de forma adecuada son necesarias herramientas matemáticas que incorporen la aproximación y los predicados imprecisos.

5. REFLEXIONES FINALES

En ocasiones, para entender la escultura o la arquitectura es necesario analizar los cuerpos geométricos que se esconden en la obra. En música ocurre algo similar, para comprender una composición es útil reconocer los patrones musicales que contiene. Sin embargo, no me gustaría dejar la falsa impresión de que las Matemáticas pueden sustituir al artista, en este caso el músico. Hay que pensar que, por fortuna, la interpretación humana está tan llena de matices y rasgos expresivos, que para recogerlos sería necesario almacenar tal cantidad de información, y de forma

tan dinámica, que excedería con mucho la memoria que podemos manejar. En este sentido, la Ciencia debe verse como una aliada del Arte y viceversa y no como cosas contrapuestas.

Pensar en unas esferas universales que giran, producen sonidos armoniosos y que encima somos capaces de interpretarlos, ha servido para motivar que la imaginación de grandísimos pensadores hiciese avanzar tanto las Matemáticas como la Música. El propio Kepler ya sabía que esto no podía ser así, que su *Música de los Planetas* no podía oírse, pero esto no hizo que abandonaran la idea, porque simbolizaba a la perfección su búsqueda de la armonía, entendida no sólo como música. Bach también era consciente de que su Clave Bien Temperado era "truco práctico" para los intérpretes, pero esto no evitó que, a la vez, fuese una revolución que ya no tenía vuelta atrás: la belleza de una aproximación formaba parte de la esencia de la obra.

Realmente, que haya cuestiones matemático-musicales que hayan permanecido sin resolver, no ha supuesto ningún problema práctico, de hecho ha animado a varios compositores del siglo XX a hacer intervenir los números y cuestiones numéricas en muchas de sus obras.

Uno de los actuales temas de investigación entre los estudiosos de la Música y la Computación es encontrar patrones musicales para reconstruirlos, para poder establecer la relación con la preferencia de un oyente dado o para diseñar relaciones entre diferentes estilos. Esto aumenta las posibilidades creativas, pero tampoco hay que olvidar que, desde el punto de vista comercial, en la venta de música por Internet, el envío de publicidad musical personalizada siguiendo los gustos musicales del comprador, etc., poder determinar patrones de los gustos musicales es muy interesante. Conjugar el uso de conceptos que surgieron hace varios siglos, junto con tecnologías que cada día avanzan más rápido, hace que el músico, y por supuesto el matemático, deba dar respuesta a inconvenientes que surgen de esta combinación.

6. BIBLIOGRAFÍA

CASPAR, M. (2003) *Johannes Kepler*. Colección "Las Luces", Madrid, Acento Editorial. Traducción de la 4ª edición del alemán, 1995.

EULER, L. (1766a) "Conjecture sur la raison de quelques dissonances généralement reçues dans la musique". *Memoires de l'Académie des Sciences de Berlin*, 20, 165 – 173.

EULER, L. (1766b) "Du véritable caractère de la musique moderne". *Memoires de l'Académie des Sciences de Berlin*, 20, 174-199.

GODWIN, J. (2009) *Armonía de las esferas*. Girona. Ediciones Atalanta.

GOLDÁRZ-GAÍNZA, J. J. (1992) *Afinación y temperamento en la música occidental*. Colección "Alianza Música", 58, Madrid, Alianza Editorial.

GOLDÁRZ-GAÍNZA, J. J. (2004) *Afinación y temperamentos históricos*. Colección "Alianza Música", 94, Madrid, Alianza Editorial.

LIERN, V. (2014) *El eco de la música de las esferas. Las matemáticas de las consonancias*. Barcelona, Ed. Reial Acadèmia de Doctors y ESERP.

LIERN, V. (2012) "Euler y su interés por la música". *SUMA*, 70, 93 – 98.

LIERN, V. (2011) "¿Qué ha sido de la música de las esferas?". *SUMA*, 67, 111-118.

LIERN, V. (2008) "La Música y el número siete. Historia de una relación controvertida", *SUMA*, 58, 137-143.

MADORE, J. (1992) "Fuzzy Sphere". *Classical and Quantum Gravity*, 9, 69 – 88.

ROBERTSON, A., STEVENS, D. (1989) *Historia general de la música*. Madrid, Ediciones Istmo, 2 vols.

CAPÍTULO 10

QUÍMICA Y TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTOS: ENTRE LA PAZ Y LA GUERRA

CHEMISTRY AND THE TRANSFER OF KNOWLEDGE: BETWEEN PEACE AND WAR

GONZÁLEZ REDONDO, F. A. (coord.) (2015) *Ciencia y Técnica entre la Paz y la Guerra. 1714, 1814, 1914*. Madrid, SEHCYT, pp. 809-816.

ESTUDIO EXPERIMENTAL DE PROCEDIMIENTOS UTILIZADOS EN LA EUROPA MODERNA PARA LA PREPARACIÓN DEL REMEDIO FARMACÉUTICO DENOMINADO *ORO POTABLE*

Joaquín Pérez Pariente[(1)]; Javier Agúndez Rodríguez[(2)]; Ignacio Miguel Pascual Valderrama[(3)]

(1) Instituto de Catálisis y Petroleoquímica (CSIC), Madrid, España, jperez@icp.csic.es
(2) Instituto de Catálisis y Petroleoquímica (CSIC), Madrid, España, jagundez@icp.csic.es
(3) Investigador independiente, España, ignaciom.pascual@gmail.com

Resumen

Se conoce bajo la denominación de “oro potable” a los preparados farmacéuticos en forma líquida confeccionados a partir de oro, que generalmente contienen este metal, presente en una disolución apta para ser ingerida. El origen de este remedio que, según sus proponentes, tenía una gran capacidad curativa, se remonta a finales de la Edad Media, alcanza su época de esplendor en el siglo XVII y, aunque entra en franca y rápida decadencia a lo largo del siglo XVIII, aún es objeto de interés en los medios académicos en la segunda mitad de ese siglo.

El editor de la edición de 1756 del *Curso de Química* de N. Lemery (1645-1715), Theodore Baron d'Henouville, incluyó en la misma una receta para la preparación del denominado *Oro Potable de Mademoiselle Grimaldi*, uno de cuyos ingredientes era el aceite esencial de romero. Una década más tarde, el químico francés Pierre-Joseph Macquer argumentó que la disolución rojiza obtenida según el procedimiento de Grimaldi, debía contener oro en un estado de extrema división. Tomando como base esos antecedentes, se ha procedido a replicar en el laboratorio tanto el procedimiento de Grimaldi como el descrito por el médico alemán Friedrich Hoffmann treinta años antes, relacionado con el anterior, habiéndose detectado en ambos casos la presencia efectiva de nanopartículas de oro en las correspondientes disoluciones de oro potable.

Estos estudios experimentales han servido para comprender mejor la naturaleza de las polémicas que se suscitaron en la época respecto a esos remedios medicinales, cuyos métodos de preparación parecen inspirarse en las teorías de origen alquímico sobre la constitución de la materia, y en particular en los intentos de extraer el Azufre de los metales.

Palabras clave: Química, Farmacia, Alquimia, Siglos XVII-XVIII, Oro potable, Aceites esenciales.

AN EXPERIMENTAL STUDY OF SOME PROCEDURES USED IN MODERN EUROPE TO PREPARE POTABLE GOLD

Abstract

The name potable gold corresponds to drinkable pharmaceutical remedies prepared from gold. The origin of this drug, which supposedly had a high curative power, can be traced back to the late Middle

Age. It reached its golden age in the seventeenth century, and it started to decline rapidly during the eighteenth century, although it still received attention from the academia.

In the edition of the Lemery's *Cours de Chymie* published in 1756, the editor, Theodore Baron d'Henouville, included a recipe for the so-called potable gold of Mademoiselle Grimaldi, which was prepared from rosemary essential oil, among other chemicals. This drug was highly appreciated and it was sold in the pharmacies of Paris. Ten years later, the French chemist Pierre-Joseph Macquer argued that the reddish solution obtained in the Grimadi's recipe should contain gold in a finely divided state. Based on his studies of other recipes to prepare potable gold, he concluded that the gold must be present there in such a degree of comminution that it is not visible to the human eye.

Based on these grounds, we have replicated in our laboratory the Grimaldi's recipe and the closely related recipe described by the German physician Friedrich Hofmann thirty years earlier. In both cases gold nanoparticles have been found in the corresponding solutions.

These experimental studies have been very useful to understand the nature of the controversies on the value of these remedies raised at that time. Their preparation methodologies appears to be connected to the alchemical theories of matter, and to the attempts to extract the Sulphur from metals.

Keywords: Chemistry, Pharmacy, Alchemy, 17th-18th Centuries, Potable gold, Essential oils.

1. INTRODUCCIÓN

A lo largo de los siglos, el oro ha sido considerado en muchas culturas como poseedor de una capacidad especial para preservar la salud, debido a que permanece inalterable cuando se expone a agentes químicos naturales e, incluso, cuando se somete a las condiciones que prevalecen en las operaciones metalúrgicas tradicionales, en las que permanece inmutable como el sol y con su mismo color [HIGBY, 1982]. Esta milenaria creencia se enmarcaba en un contexto mágico-religioso que sin embargo seguía presente en la cultura europea de finales de la Edad Media, y recibe un impulso decisivo con las nuevas tecnologías de origen alquímico, en particular la destilación y la sublimación, introducidas en Europa a partir de la cultura islámica, y con las sustancias obtenidas a partir de ella. Así, el médico Arnau de Vilanova (c.1240-1311) preconiza el empleo del oro como un remedio cordial (enfermedades cardiacas), y describe que, al sumergir una lámina de oro caliente en vino, se obtiene un potente fármaco. Aunque el vino resultante no contendría oro [MCVAUGH, 2005], este procedimiento revela la intención de transferir las propiedades curativas del oro a un medio líquido susceptible de ser ingerido, actuando así de manera mucho más intensa sobre el organismo humano. En una variante de ese procedimiento, Juan de Rupescissa (fl. 1350) sustituye el vino por el alcohol, considerado como la quintaesencia del vino, obtenido mediante destilación de éste [MULTHAUF, 1954].

La preparación de fármacos basados en oro experimentó un cambio trascendental con la aparición en Europa en el siglo XIV de los primeros textos manuscritos latinos que describían de manera clara la disolución del oro en una mezcla de ácido nítrico y cloruro amónico. La receta aparece por primera vez en la obra alquímica *Summa Perfectionnis Magisterii*, cuyo autor es pseudoGeber. Sin embargo, ese documento sitúa ese procedimiento en un contexto puramente alquímico y no médico, y el empleo de esa nueva tecnología química para la preparación de fármacos basados en oro fue un proceso lento, que se desarrolló esencialmente a lo largo del siglo XVI. El médico alemán Phillip Ulstadt describió en su *Coelum Philosophorum* [ULSTADT, 1526] varias recetas para la preparación de oro potable, y al menos una de ellas describe la disolución del oro en un "agua" que contiene una mezcla de ácidos nítrico y clorhídrico

obtenida por destilación. Sin embargo, la obra *Thesaurus Evonymi Philiatri de remediis secretti*, del médico suizo Conrad Gesner, publicada a mediados del siglo XVI, en su capítulo dedicado al oro potable solo da cuenta con cierto detalle de los procedimientos basados en el contacto de láminas de oro caliente en alcohol. Es interesante subrayar que Gesner conocía sin embargo los procedimientos para disolver el oro, pero se refiere a ellos de esta manera: "Pero la solubilización del oro pertenece más a los químicos que a los médicos" [GESNER, 1557, p. 378]. Ello induce a creer en la existencia de una corriente de pensamiento médico, ciertamente inclinada a incorporar nuevos productos farmacológicos obtenidos mediante la destilación de sustancias vegetales, en la línea de la tradición medieval de Vilanova y Rupescissa, pero refractaria al empleo de fármacos para uso interno preparados por procedimientos químicos.

La irrupción del médico suizo Phillippus Aureolus Theophrastus Bombastus von Hohenheim (1493-1541), más conocido como Paracelso, en el panorama médico europeo, cambió radicalmente el destino de los medicamentos químicos y, con ellos, el del oro potable. Su sistema filosófico consideraba a la química como la clave para comprender tanto la naturaleza como el funcionamiento del cuerpo humano, y constituía por lo tanto la base para preparar fármacos eficaces [PAGEL, 1958].

Fueron numerosos los médicos paracelsistas que publicaron tratados sobre la preparación de oro potable a lo largo del siglo XVII, que con frecuencia suscitaron críticas acerca del verdadero valor curativo de esos remedios, en parte derivadas del hecho de que, en muchos casos, el oro estaba disuelto en una mezcla de ácidos corrosivos que hacía inviable su consumo. Con el fin de evitar este problema, algunos autores propugnaron el tratamiento del oro con reactivos diversos para hacerlo susceptible de ser disuelto en diferentes disolventes, evitando el empleo de agua regia [DEBUS, 1975].

Los preparados de oro potable entran en franca decadencia a lo largo del siglo XVIII, al no quedar claramente demostrada su utilidad terapéutica, aunque aún despiertan un cierto interés en la época, siendo uno de los tratados más completos publicados en ese siglo el del médico alemán Hans Heinrich Helcher [HAUSER, 1952].

En 1756 Theodore Baron d'Henouville (1715-1768) publicó una nueva edición comentada del *Cours de Chymie* del francés Nicholas Lemery (1645-1715), en la que consideró necesario incluir la receta del oro potable de Mademoiselle Grimaldi, "dada la gran reputación de que gozaba desde hacía unos años" [LEMERY, 1756, p. 71]. El procedimiento, que se describirá con detalle más adelante, consistía en disolver el oro en agua regia y añadir a la disolución resultante esencia de romero. La Enciclopedia francesa abunda en la misma opinión favorable de Baron acerca de esa receta, afirmando que era el único remedio de oro entonces en uso [VV. AA., 1778]. En efecto, una receta en todo análoga a la de Mademoiselle Grimaldi pero que no menciona sin embargo su nombre, aparece en la Farmacopea de Paris del año 1758, y también en la de 1732, siendo esta la referencia más antigua que hemos encontrado hasta la fecha sobre esa receta de oro potable[15]. En su edición del *Cours de Chymie*, Baron

[1] Dada la inclusión de esa receta de oro potable en la farmacopea de 1732, la referencia de Baron a la larga reputación de ese remedio es del todo justificada, opinión que se vería refrendada dos años después de su edición del Curso de Química de Lemery cuando la nueva Farmacopea de 1758 siguió incluyéndola. Ello explica también la afirmación de la Enciclopedia acerca del uso que entonces se hacía de la misma. Sin embargo, Baron tuvo acceso, al parecer, a algún documento que situaba el origen de la receta en escritos de Mademoiselle Grimaldi. En cuanto a la identidad de la autora de la receta, probablemente se trate de Marie-Joseph de Copponay, hija de Denis de Copponay de Grimaldi (1633?-1717), médico del Rey de Cerdeña y del duque de Saboya, y fundador de una Academia Química en Chambery en 1683. Ver sobre Denis de Copponay de Grimaldi y sus descendientes: Sevez, [1859]; Mugnier [1893]. Según los documentos analizados por Sevez en su artículo, Marie-Joseph aún estaría viva en 1736. Denis de Grimaldi también se ocupó de la preparación de oro potable, pero el procedimiento que se describe en sus obras póstumas, editadas por E. Jordan de Pellerin [GRIMALDI, 1745], no es el de Mademoiselle de Grimaldi que publicó Baron. Existe una edición española de esa obra, traducida y comentada por Luis Silva Mascuñana [2008], que cuenta con una amplia introducción a la vida y obra de Denis de Copponay de Grimaldi.

sugiere que en la preparación de Grimaldi el oro no estaba realmente disuelto, sino que se hallaba bajo la forma de un estado de extrema división. Una década más tarde, el químico francés Pierre-Joseph Macquer argumentó en su *Dictionnaire de Chimie* [MACQUER, 1766, vol. 2, p. 176] que en la disolución rojiza obtenida según el procedimiento de Grimaldi, el oro se hallaba "extremadamente dividido y suspendido en un licor aceitoso". Un siglo antes, el químico y alquimista alemán Johann Kunckel (1638?-1703) ya concluyó a partir del examen de diversas preparaciones de oro potable, que en ellas el oro debía de estar presente en tal estado de trituración, que debía de ser invisible al ojo humano [HAUSER [1952].

En su comentario a la receta de Mademosielle de Grimaldi, Baron hace alusión a otra receta de oro potable del médico alemán Friedrich Hoffmann, que éste preparaba siguiendo un procedimiento ligeramente distinto al de Grimaldi, utilizando aceite de canela en lugar de esencia de romero, reiterando su convencimiento de que el oro también se encuentra presente en ella en un estado de extrema división.

Teniendo en cuenta estos antecedentes, los objetivos del presente estudio han sido, en primer lugar, replicar en el laboratorio las recetas de oro potable de Grimaldi y de Hoffmann, y examinar mediante diversas técnicas fisicoquímicas, la naturaleza del oro presente en las mismas. En segundo lugar, se ha procurado contrastar las observaciones experimentales realizadas en el transcurso de dichos experimentos, con las informaciones que los documentos de la época proporcionan respecto a esos procedimientos. El estudio finaliza con una investigación preliminar sobre el contexto químico en el que ambos autores pudieron inspirarse para elaborar sus procedimientos de preparación del oro potable.

2. RÉPLICA DE LA RECETA DE ORO POTABLE DE MADEMOISELLE GRIMALDI

La receta del oro potable de Mademoiselle Grimaldi consta de varias etapas, la primera de las cuales consiste en la disolución de oro en agua regia. Una vez disuelto, se añade esencia de romero, se mezclan bien ambos y se deja reposar, tras lo cual se verá el aceite, teñido de un color amarillo, sobrenadar el agua regia, que ha perdido todo su color. Se separan ambos líquidos, y el aceite de romero se mezcla con alcohol. La mezcla se deja en digestión en un baño de arena durante un mes, al cabo del cual habrá adquirido un color púrpura.

El procedimiento descrito pretende sortear la primera y más seria dificultad para obtener disoluciones de oro en las que este metal esté disuelto y a la vez se puedan ingerir. En efecto, la manera más eficiente y sencilla para disolver oro es tratarlo con agua regia, preparada mediante la disolución de cloruro amónico en ácido nítrico, o mezclando éste con ácido clorhídrico, pero esa disolución es tan corrosiva que no se puede beber. La adición del aceite romero permite que el oro sea extraído por éste de la fase acuosa, la que contiene los ácidos corrosivos, con lo que la esencia de romero, cargada de oro y diluida con alcohol, sería entonces susceptible de ser ingerida, en la dosis de tres a diez gotas diluidas en vino que la receta recomienda.

Para replicar la receta en el laboratorio, se ha utilizado primeramente agua regia preparada mediante la disolución de cloruro amónico en ácido nítrico, aunque también se ha comprobado que se puede sustituir por una mezcla de ácidos nítrico y clorhídrico con resultados similares. La receta de Grimaldi no indica cómo se prepara el agua regia, aunque en el *Cours de Chymie* se explica con claridad el primer procedimiento, el del cloruro amónico, mientras que el otro es mencionado muy someramente, por lo que hemos utilizado preferentemente el primero. Los detalles experimentales y la metodología utilizada para examinar las disoluciones de oro obtenidas se han reportado en Mayoral [2014].

Se ha observado una diferencia significativa entre los resultados de laboratorio y la descripción de la receta. Mientras que ésta afirma que la esencia de romero adquiere un color amarillo al mezclarla con el agua regia, en la réplica experimental se observa que la esencia de romero adquiere un color marrón muy oscuro, nunca se ha obtenido de color amarillo. Sin embargo, sí se ha observado que la disolución de oro en agua regia, que al comienzo tiene un color amarillo dorado, va perdiendo color progresivamente al cabo del tiempo, lo que es una indicación clara de que la concentración de oro en la misma disminuye, indicando necesariamente que el oro pasa progresivamente de la fase acuosa ácida a la esencia de romero. Esta observación está de acuerdo con lo que indica la receta acerca de la pérdida de color de la disolución de oro.

Un día después de haber mezclado la disolución de oro con la esencia de romero, se observan cristales de oro en la interfase entre las dos disoluciones, adheridos a las paredes del embudo de decantación que las contiene, formando una banda de algunos milímetros de anchura[2]. Este fenómeno no es reportado en la receta, y volveremos más adelante sobre él. En todo caso, esto indica que al menos una parte del oro que inicialmente había sido extraído por la esencia de romero, precipita sobre las paredes del recipiente, por lo que es pertinente preguntarse si aún queda algo de oro en la esencia de oro.

Cuando se deja reposar el sistema durante unos días, se observa que la esencia de romero va cambiando de color progresivamente, adquiriendo un manifiesto color rojizo al cabo de una semana, que se va haciendo más claro con el paso de los días. Una semana después de haber mezclado todos los ingredientes, se toma una alícuota de la esencia de romero sobrenadante y se diluye con alcohol (etanol) como indica la receta, obteniéndose así una disolución de color rojizo. El análisis químico de esa disolución indica la presencia de oro en una concentración de 0,22 gramos por litro. Por lo tanto, y a pesar de la precipitación de los cristales de oro a la que se hizo referencia anteriormente, sigue habiendo oro tanto en la esencia de romero como en la disolución resultante de su dilución con alcohol.

Una vez determinada la presencia efectiva de oro en la disolución etanólica final, que correspondería a la tintura de oro u oro potable de M. Grimaldi, se ha llevado a cabo su estudio mediante microscopía electrónica de transmisión, con el fin de determinar la naturaleza del oro presente en ella. Mediante esa técnica se ha demostrado que esa disolución contiene nanopartículas de oro extremadamente pequeñas, cuyo tamaño está comprendido entre 2 y 8 nanómetros, es decir, la millonésima parte de un milímetro. Este resultado confirma las hipótesis que tanto Baron como Macquer realizaron sobre la existencia de oro "extremadamente dividido" en el oro potable de Grimaldi.

Aunque se ha señalado la dificultad de replicar de manera absoluta los experimentos e instrumentos científicos históricos, y la dificultad de reconstruir el contexto histórico en el que se desarrollaron, también se ha afirmado el valor que tienen esos estudios con el fin de comprender mejor las prácticas experimentales del pasado y la cultura material de la ciencia [GRAPÍ, 2005; HOLMES Y LEVERE, 2000; HOTTECKE, 2000; PRÍNCIPE, 2000 y 2013; USSELMAN, 2005].

Uno de los elementos más importantes para determinar si la replicación de experimentos históricos es suficientemente convincente, consiste en comparar los resultados obtenidos en el laboratorio con descripciones de otros autores de experimentos históricos similares que puedan aportar informaciones complementarias. El químico británico William Lewis (1708-1781) se interesó por las propiedades y aplicaciones del oro, e incluyó un extenso capítulo sobre este metal en su obra *Commercium Philosophico-Tecnicum* [LEWIS, 1763]. En un trabajo anterior, Lewis comentó brevemente y de manera negativa la preparación de oro potable de la Facultad de París, que ya hemos visto que es la misma que

[2] Pueden verse imágenes del fenómeno en MAYORAL [2014*, vol.47*, p. 161].

la receta de Grimaldi, con el argumento de que ese preparado no retiene nada del oro utilizado en su confección [HUNT,1981]. En su edición de 1778 de *The New Dispensatory* [LEWIS, 1778, p. 489], Lewis amplía su comentario, indicando que con el paso del tiempo el oro se separa de la disolución, por lo que ese preparado de oro potable no podía tener ninguna eficacia medicinal o, al menos, si la tuviese, no sería atribuible al oro. Sin embargo, Lewis añade un breve comentario acerca de la manera en la que el oro precipita, afirmando que el metal es expulsado de la esencia de romero quedando adherido a las paredes del recipiente que contiene la disolución de oro potable. Ese mismo fenómeno se ha observado en el laboratorio al replicar el procedimiento de Grimaldi, como se ha indicado anteriormente. Por otra parte, es interesante señalar que Lewis indica que la disolución final de la esencia en alcohol adquiere un color púrpura, pero sin embargo no comenta nada acerca del color de la esencia de romero.

La Enciclopedia francesa, en su comentario acerca del procedimiento de Mademoiselle Grimaldi, afirma que, además del aceite de romero, se pueden utilizar otros, como los de azafrán, clavo y canela. Se ha replicado la receta de Grimaldi sustituyendo la esencia de romero por la de clavo [PÉREZ PARIENTE, 2013], y se ha observado que al añadirla sobre la disolución de oro en agua regia, se produce una reacción muy exotérmica, con un desprendimiento de calor muy notable. Una observación similar es reportada por Newton en el libro tercero de su *Óptica* [NEWTON, 1730, p. 353] indicando que, al mezclar ácido nítrico con aceite de canela, ambas sustancias se calientan mucho.

3. RÉPLICA DE LA RECETA DE ORO POTABLE DE FRIEDRICH HOFFMANN

En su comentario a la receta de oro potable de Mademoiselle Grimaldi, Baron indica que el médico alemán Friedrich Hoffmann (1660-1742) obtenía un resultado muy similar empleando esencia de canela, que utilizaba para preparar lo que denomina “tinctura Solaris” [HOFFMANN, 1722, p. 375]. El procedimiento consiste en la preparación de una disolución saturada de oro en agua regia; a continuación se prepara una disolución de esencia de canela en alcohol, en la proporción de una parte de esencia por tres de alcohol (etanol), y se añade esta disolución sobre la de oro, que se mantiene en un baño de arena caliente. La diferencia esencial entre la receta de Grimaldi y la de Hoffman estriba en que en esta última la esencia se mezcla con alcohol antes de añadirla sobre la disolución de oro en agua regia. Se trata sin embargo de una diferencia importante porque, al hacerlo así, esa mezcla se disuelve en agua regia, y no se forman dos fases líquidas como en el procedimiento de Grimaldi.

Siguiendo ese procedimiento, se obtiene “una masa de aspecto resinoso, de color negro como la pez, que se disuelve con espíritu rectificadísimo, de donde surge una esencia, de color marrón oscuro y de sabor agradable, aunque amargo y subastringente” [HOFFMANN, 1722, p. 375]. Esta descripción del producto coincide con lo que se ha observado al replicar el procedimiento en el laboratorio[3]. Se ha examinado la disolución resultante mediante microscopía electrónica de transmisión habiéndose observado la presencia en ella de nanopartículas de oro, de un tamaño de hasta 20 nm, aunque también se observa la presencia de agregados formados por unos pocos átomos de oro.

Inmediatamente a continuación de la descripción de la receta, Hoffmann [1722, p. 375] indica que el oro precipita de la disolución al cabo de un cierto tiempo, y encuentra en ello el argumento principal para rechazar que la actividad farmacológica de ese remedio sea debida a ese metal. Al replicar la receta de Hoffmann, hemos observado en la disolución resultante la formación de un depósito de aspecto metálico y color dorado al cabo de unos días, que ha mostrado ser efectivamente oro, lo que está

[3] La expresión “espíritu rectificadísimo” hace referencia al etanol.

plenamente de acuerdo con el comentario del médico alemán. En sus notas sobre el oro potable de Grimaldi, Baron se hace eco de esta observación de Hoffmann, e indica que es una prueba de que el oro se encontraba presente en él bajo la forma de partículas muy pequeñas, que con el tiempo se agregan y precipitan. Se ha observado que en la disolución final obtenida según el procedimiento de Grimaldi también se deposita oro al cabo de un tiempo. A pesar de ello, este metal aún se encuentra presente en esa disolución, aunque lógicamente en concentración inferior a la que tenía inicialmente[4].

4. EL ORIGEN DE LAS RECETAS

Aunque por las propiedades medicinales atribuidas a los productos obtenidos a partir de esas dos recetas, éstas se vinculan con la tradición medieval del oro potable, la causa última de su supuesta actividad farmacológica y su método de preparación las sitúan más próximas a la tradición alquímica. En efecto, según la teoría alquímica de la constitución de los metales, cuyo origen hay que situarlo en los trabajos del alquimista árabe Jabir ibn Hayyan (fl. s. IX) estos estarían formados por dos principios básicos, el Azufre y el Mercurio, que no hay que confundir con las sustancias comunes del mismo nombre. El Azufre de los metales sería una sustancia de aspecto graso y el responsable de su color. Basándose en esa hipótesis, diversos alquimistas intentaron extraer el Azufre-principio de diversos metales, entre ellos el oro, opinando que tendría virtudes terapéuticas, y que constituiría el verdadero oro potable [PRÍNCIPE, 2013, p. 113].

El médico y químico alemán Johann Heinrich Pott (1692-1777) [POTT, 1759, t. 1, pp. 1-132], publicó en 1716 una disertación sobre el Azufre de los Metales, en la que describe de manera extensa diversos procedimientos para extraer ese principio de las sustancias metálicas, y entre ellos los que utilizan disolventes aceitosos [POTT, 1759, t. 1, pp. 45-66]. Según Pott, ya que los aceites ordinarios actúan sobre el azufre ordinario y sobre el de los minerales, también pueden hacerlo sobre el Azufre de los metales. Entre esas sustancias aceitosas menciona el espíritu de trementina, los aceites de ginebra, canela y oliva, y describe su aplicación en la preparación de diversas tinturas de oro. Teniendo en cuenta estos antecedentes, parece que ambas recetas se habrían inspirado en la tradición alquímica para preparar tinturas de oro susceptibles de ser ingeridas y que incorporen el Azufre de este metal como principio farmacológicamente activo.

5. FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

BARON, H. T. (1732) *Codex medicamentarius seu Pharmacopoea*. Paris, G. Cavelier.

CHARLIER, P. (2009) “Fatal alchemy”. *British Medical Journal*, *339*, 1402-1403.

DEBUS, A. G. (1975) *The Chemical Philosophy*, 2 vols. New York, Science History Publications.

GESNER, C. (1557) *Tesoro de los Remedios Secretos de Evónimo Filiatro*. Traducción española de Andrés Manrique y Agustín Fernández, El Escorial, 1996.

[4] Una prueba indirecta en favor de la presencia real de oro al menos en algunas disoluciones históricas de oro potable, aunque no expresamente en las dos que son objeto de análisis en este estudio, la proporciona el análisis forense de los restos de la noble y cortesana francesa Diana de Poitiers (1499-1566). Los autores del estudio encontraron concentraciones de oro en sus cabellos 500 veces superiores a los valores normales de referencia. Véase CHARLIER [2009].

GRAPI, P. (2007) “La replicació d’experiments i instruments en el seu context. Una manera de situar la història en l’ensenyament de les ciències”. En: *Actes de la II jornada sobre la història de la ciència i l’ensenyament. Societát catalana d’història de la ciència i de la tècnica*, Barcelona, 61-72.

GRIMALDI, M. (1745) *Oeuvres Posthumes de M. de Grimaldi*, París, Durant.

HAUSER, E. (1952) “Aurum Potabile”. *J. Chem. Edu*. *29(9),* 456-458.

HIGBY, G. J. (1982) “Gold in Medicine”. *Gold Bulletin*, *15(4)*, 130-140.

HOFFMANN, F. (1722) *Observationum Physico-chymicarum*. Halle. Off.Lib.Rengeriana.

HOLMES, F. L. Y LEVERE, T. (eds.) (2000) *Instruments and Experimentation in the History of Chemistry*. Cambridge, MA, MIT Press.

HOTTECKE, D. (2000) “How and what can be learn from replicating historical experiments? A case study”. *Science and Education*, *9*, 343-362.

HUNT, L. (1981) “William Lewis on Gold”. *Gold Bulletin*, *14*, 36-40.

LEMERY, N. (1756) *Cours de Chymie*. París, L. C. d’Houry.

LEWIS, W. (1763) *Commercium Philosophico-Tecnicum.* London, H. Baldwin.

LEWIS, W. (1778) *The New Dispensatory.* 4ª ed., Dublin, J. Potts.

MACQUER, P. J. (1766) *Dictionnaire de Chimie*. Paris, Lacombe.

MAYORAL, A., AGÚNDEZ, J., PASCUAL-VALDERRAMA, I. M., PÉREZ-PARIENTE, J. (2014) “Generation of gold nanoparticles according to procedures described in the eighteenth century”. *Gold Bulletin, 47(3)*, 161-165.

MCVAUGH, M. (2005) ”Chemical medicine in the medieval writtings of Arnau de Vilanova”. En: J. Perarnau (ed.) *Actes de la II Trobada internacional d’estudis sobre Arnau de Vilanova.* Barcelona, Institut d’Estudis Catalans, 239-267.

MUGNIER, F. (1893) *Memories et documents publiés par la Societé savoisienne d’histoire et d’archéologie*, vol. 32, pp. 177-215.

MULTHAUF, R. (1954) “John of Rupescissa and the origin of medical chemistry”. *Isis*, *45(4)*, 359-367.

NEWTON, I. (1730) *Opticks*. 4ª ed., London, W. Innys.

PAGEL, W. (1958) *Paracelsus*. New York, S. Karger.

PÉREZ-PARIENTE, J., AGÚNDEZ, J., PASCUAL-VALDERRAMA, I. M. (2013) “Reproducibility of eighteenth century recipes of Potable Gold”. *9th International Conference for the History of Chemistry,* August 2013, Uppsala, Suecia, 21-24.

POTT, J.H. (1759) *Dissertations Chymiques*. t. 1, pp. 1-132. Paris, C-T. Herissant.

PRINCIPE, L. (2000) "Apparatus and Reproducibility in Alchemy." En: F. L. Holmes and T. Levere (eds.) *Instruments and Experimentation in the History of Chemistry*. Cambridge, MA, MIT Press, pp. 55-74.

PRINCIPE, L. (2013) “Uncovering and trading secret materials in the 17th century, or, How to make the Bologna Stone”. *9th International Conference for the History of Chemistry.* 21-24 August 2013, Uppsala, Suecia.

SEVEZ, L. (1859) *Memories et documents publiés par la Societé savoisienne d’histoire et d’archéologie*, pp. 33-71

SILVA MASCUÑANA, L. (2008) *Obras Póstumas de M. de Grimaldi*. Madrid, Ed. Bubok.

ULSTADT, P. (1526) *Coelum Philosophorum*. Estrasburgo, J. Grienynger.

USSELMAN, M. C., ROCKE, A. J., CHRISTINA, R, FOULSER, K. (2005) "Restaging Liebig: a Study in the Replication of Experiments”. *Annals of Science*, *62(1)*, 1-55.

VV.AA. (1778) *Encyclopédie ou Dictionnaire raisonné des Sciences, des Arts et des Métiers*. *23*, Ginebra, Pellet, p. 811.

GONZÁLEZ REDONDO, F. A. (coord.) (2015) *Ciencia y Técnica entre la Paz y la Guerra. 1714, 1814, 1914*. Madrid, SEHCYT, pp. 817-824.

LA *CHYMIE EXPERIMÉNTALE* (1773) DE ANTOINE BAUMÉ (1728-1804) TRADUCIDA EN 1783 POR M. J. SUÁREZ NÚÑEZ (1733-1791)

Juan Riera Palmero(1), Cristina Riera Climent(2)

(1) Real Academia de Medicina (Valladolid), juanriepal@telefonica.net
(2) IES Giner de los Rios (Segovia), crisrie@hotmail.fr

Resumen

Entre los grandes tratados traducidos por Suárez Núñez figura la obra del farmacéutico y demostrador de Química en la Academia Real de Ciencia de París Antoine Baumé, cuya obra en tres volúmenes *Chymie experiméntale et raisonné* (Paris, 1773) fue vertida por nuestro traductor antes citado, a partir de 1780, es decir unos años después de la impresión francesa.

Palabras Clave: Química Experimental, Siglo XVIII, Traducciones científicas, Antoine Baumé, Miguel Jerónimo Suárez Núñez.

THE *CHYMIE EXPERIMÉNTALE* (1773) BY ANTOINE BAUMÉ (1728-1804) TRANSLATED IN 1783 BY M.J. SUÁREZ NÚÑEZ (1733-1791)

Abstract

Between the scientifics treatrises translated by Suárez Núñez include the work of the pharmacist and demonstrator of chemistry at the Academia Real of science of Paris Antoine Baume, whose work in three volumes *Chymie experiméntale et Raisonné* (Paris, 1773) was poured by our aforementioned translator, from 1780, a few years after the French impression.

Keywords: Experimental Chemistry, 18th Century, Scientifics Translations, Antoine Baumé, Miguel Jerónimo Suárez Núñez.

1. ANTOINE BAUMÉ: FARMACÉUTICO Y QUÍMICO[1]

Antoine Baumé (1728-1804) nacido en Senlis, fue miembro de la Académie Royale de Sciences y de la Royal Society, asimismo perteneció como miembro extranjero a la Real Academia de Medicina de Madrid. En colaboración con Pierre Joseph Macquer, abrieron ambos conjuntamente un Curso de Química en París en 1757 que se prolongó durante dieciséis años, realizando más de dos mil experimentos químicos. En 1762 dio a las prensas sus *Élements de Pharmacie*, y al año siguiente el *Manuel de Chymie*, cuya segunda edición se imprimió en 1766.

La obra se tradujo al castellano (1783), al alemán (1775) y al italiano (1773). En colaboración con Macquer publicó un *Dictionaire de Chymie* (1776, en tres volúmenes). Nos interesa subrayar su

[1] Véase DOREVEAU [1936], GAUDIN [1923], FLAHAUT [1979] y JULIEM Y WEITZ [1984].

obra, objeto del presente estudio, *Chymie expérimentale et raisonné* (1773), en tres volúmenes, a la que debe sumarse otras menores como la memoria sobre los hornos y alambiques (*Memoire,* 1778), la *Memoire* (1770) sobre las arcillas, y los *Opuscules chimiques (*1798).

Colaboró activamente en el *Dictionnaire raisonné universal des Arts et Méties*, con ciento veinte y ocho voces. Su obra de enorme prestigio alcanzó notoriedad, a pesar de militar en la teoría del flogisto enfrentado a Lavoisier, Priestly, Fourcroy, Guyton de Morveau y Bethollet entre otros. Es Baumé el inventor del areómetro para determinar la densidad de los líquidos y la graduación alcohólica.

2. EL TRADUCTOR: MIGUEL JERÓNIMO SUÁREZ NÚÑEZ

Una de las figuras más brillantes en el panorama de las traducciones de textos técnicos y científicos extranjeros fue Miguel Jerónimo Suárez Núñez[2]. Prolífico traductor, miembro de la RSBAP, fue Archivero de la Real Junta de Comercio, Moneda y Minas, individuo de mérito de la Sociedad Económica de Amigos del País de la Corte, de la Bellas Artes de Sevilla, y Latina matritense. Uno de los traductores más activos en el último tercio del siglo XVIII español, sobre todo en el ramo del libro técnico y de interés para la industria y el fomento. Desde la Junta General de Comercio, Moneda y Minas recibió apoyo institucional. Este apoyo se materializó a través de encargos de llevar a cabo versiones castellanas de un amplio número de memorias y disertaciones.

En un primer momento, a instancias de la Real Junta General de Comercio, Suárez Núñez tradujo el *Arte de hacer las indianas en Inglaterra; los colores firmes para ellas; las aguadas o colores líquidos para la pintura sobre telas de seda; para la miñatura y los planos, y para teñir maderas, plumas, paja, cerda, marfil y otras cosas* (Madrid, Imprenta de la Gazeta, 1771), escrita en francés por Mr. Delormois, dibujante y colorista del Rey de Francia, puesto en castellano por Miguel Jerónimo Suárez Núñez.

La importancia de los tintes, y el interés económico de su aplicación en las manufacturas, fueron determinantes en las traducciones de Suárez Núñez, como la versión realizada del *Arte de la tintura de sedas* (Madrid, Blas Román, 1771), escrita en francés por P. F. Macquer. De enorme interés profesional para la Agronomía deben juzgarse los numerosos textos que Miguel Jerónimo Suárez Núñez tradujo del tratadista francés Duhamel du Monceau. Uno de los más apreciados era el *Arte del cerero* (Madrid, Pedro Marín, 1777), destinado a este oficio, acorde con el ideario de fomento de las artes manuales de la Ilustración. En este caso, Suárez Núñez completó el texto francés aumentando su contenido, que debe juzgarse como un excelente tratado de casi medio millar de páginas, ilustrado.

Sin disputa, entre los más apreciados y difundidos de los trabajos realizados por nuestro traductor, figura en lugar destacado la versión del *Arte de hacer el papel según se practica en Francia y Holanda, en la China y en el Japón. Descripción de su origen: De las diferentes materias de qué puede fabricarse: De los molinos holandeses, y de los Cylindros; y del Arte de hacer los cartones, caxas y varioa dornos de pasta* (Madrid, Imprenta de Pedro Marín, 1778), obra escrita en francés por J.J.L. de Lalande (1732-1807), texto editado en el siglo XVIII y que ha merecido un estudio pormenorizado recientemente de J.M. Roldán Gual[3]**.** El *Art de faire le papier* de Lalande se imprimió

[2] Es una figura de enorme importancia que reclama un estudio detenido. Sobre su múltiple actividad y formación interdisciplinar, verdadero ilustrado para el cambio. Pueden verse CLAUSOLLES [xxxx] y GÓMEZ DE ENTERRÍA [1999]. Véase asimismo los dos trabajos centrados en esta figura de AGUILAR PIÑAL [2006] y el volumen de RIERA Y RIERA [2003]. En sus traducciones, Suárez Núñez nos confiesa sus preferencias por los diccionarios de Sobrino (1704) y el de Séjournant (1759), este último muy empleado por nuestro traductor. Traducía sólo del francés y cotejaba en ocasiones las voces vulgares con los diccionarios, como evidencia al traducir "luzerne" por "zulla", tema debatido en el seno de la Real Sociedad Bascongada. Sobre los diccionarios véase el trabajo de CAZORLA VIVAS [2014].

[3] Véase ROLDÁN IGUAL [1999].

en París en 1761, texto muy apreciado habida cuenta de la difusión de la imprenta e incremento de las ediciones a lo largo del siglo XVIII, no sólo en Francia, sino en España. El *Arte de hacer el papel*, a cuyo texto antecede una breve "Introducción", consta de dos partes bien diferenciadas, con portadilla distinta pero con paginación corrida. La primera parte responde a la traducción de la obra francesa.

Uno de los aspectos a los cuales la Real Junta de Comercio prestó mayor atención por su importancia agronómica y comercial fue la sedería, esta razón explica el encargo recibido por Miguel Jerónimo Suárez Núñez que le llevó a traducir el *Arte de cultivar las moreras, el de criar los gusanos de seda y curar sus enfermedades y el de la hilanza de seda en organizín y preparación del hilado* (Madrid, Pedro Marín, 1776). A los tratados de manufactura textil y técnicas tintóreas contribuyó asimismo Suárez Núñez con la valiosa tarea de traductor. Figuran en su haber obras tan importantes como el *Arte de teñir las lanas, sedas, hilo y algodón* (Madrid, Pedro Marín, 1779), amplio y minucioso tratado de unas cuatrocientas páginas. Asimismo la bibliografía inglesa contó con el interés de Suárez Núñez, suya es la versión castellana de la obra del Doctor Home, profesor de Medicina en Edimburgo, cuyo texto, previa versión francesa, fue puesto en castellano por M.J. Suárez Núñez con el título *Ensayo sobre el blanqueo de los lienzos, según se practica en Irlanda, Escocia y Olanda* (Madrid, Pedro Marín, 1779). En este mismo volumen se describe el método para conocer la dureza de las aguas y el modo de hacerlas potables, incluyendo reflexiones sobre la forma de mejorar las manufacturas de lienzo.

En el campo de la Metalurgia la labor de traductor, siempre por encargo de la Real Junta de Comercio, destacan valiosas memorias, en primer lugar el *Arte de convertir el cobre en latón* (Madrid, Pedro Marín, 1779)[4], cuyo subtítulo añade la conversión "por medio de la piedra calamita, de fundirle y vaciarle, batirle en el martinete, tirar el alambre, hacer con él toda suerte de obras, y sacar las composiciones del metal del Principe, del de Tumbaga", obra escrita en francés por los autores Gallou y Duhamel. En esta línea de innovación y difusión de la Metalurgia, Tecnología industrial y Química, brilló Suárez Núñez dando a las prensas españolas textos extranjeros de innegable utilidad. Entre éstos figura la *Colección general de Máquinas, escogidas entre todas las que hasta hoy se han dado luz en Inglaterra, Francia, Italia y otros Reynos* (Madrid, Andrés Ramírez, 1773)[5], texto de más de trescientas páginas, profusamente ilustrado, con más de medio centenar de láminas según las había publicado la Real Academia de las Ciencias de París. La aceptación de la *Colección* fue notoria, de la que se hizo una segunda edición, puesta al día y ampliada unos años más tarde en Madrid, en 1783-1784, por el impresor Pedro Marín en dos volúmenes.

Carácter monográfico debe concederse al breve folleto titulado *Nueva Máquina para elevar el agua por medio de una soga vertical sin fin, a cuyos extremos están unidos* (Madrid, Pedro Marín, 1783), texto traducido del francés, que había sido insertado en el *Mercurio* el mes de Julio de 1782. Asimismo figuran dos extractos del "Diario" de París, que tratan de ella, y una "Disertación" sobre sus efectos comparados con los de otras máquinas de esta clase. La nueva química tuvo cabida en la labor de traducción y difusión de la ciencia y tecnología europea en España, a los anteriores textos citados deben sumarse dos textos más. El primero corresponde a la versión del tratado *Elementos de Química Theórica* (Madrid, Pedro Marín, 1784), escrito en francés por Macquer. Esta obra alcanzó

[4] *El Arte de Convertir el Cobre en* Latón es un original de los señores Gallon y Duhamel de Monceau. Publicada en España por orden de la Real Junta General de Comercio, Moneda y Minas, fue traducida por don Miguel Jerónimo Suárez, archivero de la misma Junta, individuo de Mérito de la Real Sociedad Económica Matritense de Amigos del País. La presentación del citado tratado, editado en 1779, ahora es ofrecido en edición facsímil por el Instituto Geológico y Minero de España en 1981.

[5] Esta extraordinaria colección con excelentes grabados contiene no sólo textos extranjeros traducidos con reproducción de los diseños de las máquinas, sino aportaciones originales de Miguel Jerónimo Suárez Núñez, que como archivero de la Junta de Comercio y Moneda, informa e interviene en el registro de numerosos proyectos. Es muy nutrida la documentación que custodia la Real Sociedad Económica de Madrid así como la Junta de Comercio y Moneda, en curso de estudio por nosotros en la actualidad. La colección de máquinas, más de un centenar, se acompaña de textos explicativos y anotaciones puntuales razonadas del propio Suárez Núñez. Puede ser de interés consultar el trabajo de MORAL RONCAL [1996].

ostensible difusión ya que sirvió de guía y libro de texto en las Instituciones Superiores de la España del siglo XVIII. La obra contiene entre otras materias, el análisis de las sustancias minerales, se ocupa de las minas de oro, plata, cobre y asimismo de las de hierro, estaño, plomo, azogue y muchas más. De marcado interés por sus aplicaciones inmediatas, y en la metalurgia corresponde a los *Elementos de Química docimática* (Madrid, Antonio Fernández, 1791), dirigida para el uso de los plateros, ensayadores, apartadores y afinadores, constituye como un subtítulo recoge una "Theórica Química" para todas las operaciones que se practican en el Arte de la Platería, de "Ensayes" y "Afinaciones" para verificar la Ley del Oro, y de la Plata. Reúne las operaciones prácticas para purificar ambas sustancias metálicas.

3. LA QUÍMICA EXPERIMENTAL DE ANTOINE BAUMÉ[6]

Entre los proyectos más ambiciosos de Miguel Jerónimo Suárez Núñez figura la edición de los doce volúmenes que integran sus *Memorias Instructivas, Útiles y Curiosas* (1784-1791*)* sin duda por su amplitud una de las aportaciones más importantes a la labor de difusión de la ciencia y pensamiento europeo en la España de Carlos III y Carlos IV. Sumados los volúmenes, reúnen unas seis mil páginas que nuestro traductor puso en castellano de numerosos autores y obras publicadas por las Reales Academias y Sociedades de Francia, Inglaterra, Italia, Alemania, Prusia, y Suecia entre otras. A lo largo de todo este proyecto enciclopédico late un mismo espíritu, animado su autor por un enorme interés de divulgar los "avances del pensamiento y ciencia europea de su tiempo". El título que encabeza cada uno de los volúmenes confirma nuestro anterior aserto; en efecto, Suárez Núñez las califica de "instructivas, útiles y curiosas", términos que resumen el ideario de las Luces: la instrucción en suma enseñanza del conocimiento, la utilidad en orden a la sociedad y el progreso, y la curiosidad del espíritu humano. Sólo en parte conocemos sus herramientas utilizadas en las versiones del francés al castellano, lo que es evidente es que no se atrevió a traducir del inglés, alemán o sueco, y buscó los textos intermedios en francés, no es este el caso de la *Chillé Expérimentale* de Baumé objeto de nuestra presente aportación. En las versiones francesas al castellano Suárez Núñez se muestra seguro, aunque introduce y respeta algunos términos foráneos cuya puesta en castellano queda en entredicho, no faltan tampoco las anotaciones a pie de página, incluso los errores en la ordenación de los materiales, que en trabajos posteriores se apresura a dar buena cuenta de ello. Nos ha dejado una referencia manuscrita de la polémica, suscitada en el seno de la Real Sociedad Bascongada de Amigos del País, de la que fue miembro Suárez Núñez**,** capítulo que estamos estudiando[7]. Nos confiesa con sinceridad Suárez Núñez:

> (…) que entiendo muy poco de Agricultura, y que aún esso poco está puramente contrahido en morera (…). El Diccionario de Séjournant impreso en París en 1759, traduce mielga en la palabra luzerne y Sobrino expone que es un género de trébol. Séjournant vivió entre nosotros más de 40 años y siempre con la idea de formar un Diccionario Francés Español (…) Con este conocimiento consulto a su Diccionario más bien que a otro seguro (sin embargo

[6] Aunque no se refiere a algunas fuentes, se ocupa de su contenido muy superficialmente el artículo de PINILLA MARTÍNEZ [2011]. Las referencias de Juan Sempere y Guarinos pueden verse en su *Ensayo de una biblioteca de los mejores escritores del reynado de Carlos III.* Tomo VI, 231, Madrid, 1789.

[7] Archivo Territorio Histórico de Álava, Fondo de la RSBAP, Comisión Primera, Caja nº 12.3, en la que responde a las dudas sobre la traducción de la voz francesa "Lucerne" ("Lucerne. Satisfacción al reparo sobre la traducción de esta voz a sus equivalentes castellanos de Mielga o Zulla"), fechado en Barcelona el documento el 20 de enero de 1770, es el inicio de una correspondencia, sólo en parte conservada con José María de Munive, Conde de Peñaflorida. Hemos preparado la correspondencia entre M. J. Suárez Núñez que aunque incompleta por haberse extraviado algunas cartas es muy ilustrativa del influjo de la Bascongada en la Sociedad matritense de Amigos del País. La actividad traductora de Suárez Núñez bien pudo estar orientada por la labor iniciada en la Bascongada.

de que no es tan precisamente completo como su Autor publica y en esta virtud traduje mielga. Añadí después [el término] zulla porque en las Andalucías, en donde la mielga es lozaníssima, y de un tamaño extraordinario, no se conoce por otro nombre comúnmente que el de zulla.

Es difícil precisar el género literario de las Memorias, desde un punto de vista histórico pueden encuadrarse en el naciente periodismo del siglo XVIII, pero su atenta lectura y el análisis del contenido sitúan acercando la obra en la línea del enciclopedismo del siglo XVIII. Suárez Núñez no desvela sus intenciones ni el plan previo del proyecto, pero las materias que trata los títulos de los temas reunidos permiten considerar las Memorias, sus doce volúmenes, con un conjunto de materiales de ciencia, artes, oficios y teorías económicas y políticas, que careciendo de un orden preconcebido arrojan traducciones de autores de primera importancia en la Ilustración europea.

La obra mereció este juicio puntual del erudito ilustrado Juan Sempere y Guarinos: Las "Memorias" reúnen ciento dieciséis monografías sobre numerosos temas, que van desde la sanidad, hasta la libertad de comercio y distribución de la riqueza, pasando por la química, agronomía, los oficios, profesiones y técnicas, minería y geodesia, formación del Globo terráqueo, la electricidad y los rayos, la minería, el carbón, los metales y la docimasia. En suma, Suárez Núñez reunía en su proyecto y a su manera importantes capítulos tanto de las ciencias y técnicas como de la vida social y comunitaria. Aunque las Memorias comprenden doce volúmenes, quizá estuvo su proyecto en un plan de aportar nuevos volúmenes, dado que al final del último, el volumen doce, anticipa que la obra traducida sólo es la primera parte a la que seguirá la segunda. Quizá su muerte en este año impidió continuar con su proyecto.

La colección enciclopédica de las *Memorias,* al valorarla en su conjunto suma un cuerpo doctrinal realmente ambicioso, más allá de las pretensiones de su autor. Podemos afirmar que se dan cita grandes autores del siglo XVIII, como los enciclopedistas franceses Turgot y Condillac, y científicos de primera magnitud como Duhamel de Monceau, y Baumé. En otros casos encontramos monografías excepcionales sobre profesiones y oficios, incluso son abundantes los trabajos dedicados a la agronomía con temas novedosos. El primer tomo se imprimió en 1784 y el último en 1791, es decir más de un volumen al año, lo cual sugiere una tarea ingente de selección, lectura y traducción de numerosas memorias impresas fuera de España que Suárez Núñez dispuso a su alcance.

En algunos casos bajo el nombre de Memorias lo que realmente subyace es la traducción de un tratado de química, como la obra química de Baumé, que hábilmente Suárez Núñez fragmenta en diversas memorias que corresponden cada una a una parte de la obra. En este sentido las Memorias no son algo separado del resto de sus traducciones y de su obra, antes al contrario forman un todo unitario e inseparable de la misma. Las traducciones, sin excepción como toda las restantes, las hizo Suárez Núñez a partir de textos franceses, incluso cuando traduce a un autor inglés utilizó una versión intermedia francesa. No faltan en las memorias las notas a pie de página, que nuestro autor distingue claramente cuando son anotaciones y aclaraciones suyas en letras versalitas, pero cuando son del texto original extranjero emplea la letra cursiva, y en algunos casos directamente nos indica la autoría de las notas. En muchos casos indica el autor del texto extranjero a pie de página, en otras figura en el encabezamiento del texto, sin embargo hay traducciones que precisan una lectura atenta de todo el texto para concluir en el posible autor francés.

La rapidez con que Suárez debió preparar los originales y realizar la traducción se evidencia en la lectura de las Memorias; son frecuentes las rectificaciones posteriores, en la que da cuenta de memorias anteriores, o los suplementos que incluye de los temas ya tratados en volúmenes precedentes. Estas valoraciones no amenguan el indudable mérito del auténtico esfuerzo con que nuestro autor llevó a cabo su propósito. A su favor juega una sana actitud objetiva y crítica, como ocurre con otras de sus traducciones; a veces corrige al autor extranjero, otros apostilla sus

afirmaciones y en algunos casos lo completa. Excepcionales aportaciones las indicadas de Condillac, Turgot, Von Justi y otros, pero también algunos temas de los cuales estaba huérfana la Ilustración española como la memoria dedicada a los diamantes, su talla y las piedras preciosas.

La química experimental y sus aplicaciones prácticas encontraron en las memorias y en el resto de las otras versiones de Suárez Núñez un interés preferente. En este sentido la temática química abarca los motivos que ocupaban la atención de los químicos del siglo XVIII como la potasa, el aceite de agua, sal amoniaco, y numerosas lecciones de química "experimental", doce en total que conforman más de un volumen, en las cuales se abordan numerosos capítulos de química aplicada a las manufacturas como la fabricación de arcillas y su uso industrial, álcalis, sales cristalinas, níquel, y los que llama metales impropios que corresponden, en buena medida, a los actuales metaloides

El interés de la obra es claro, dado que se dirige de presencia a la química aplicada en la que las artes y oficios tenían su fundamento teórico y experimental. La definición de Química la propala en la lección primera (*Memoria* LIV; p. 75, Tomo V) cuando nos dice: "La Química es una Ciencia fundada en la experiencia, y que se vale de la análisis o descomposición de todos los cuerpos de la Naturaleza, y con la combinación de ellos, o de sus principios para formar nuevos compuestos". Se plantea la utilidad de las Ciencias para las Artes, y algunas como son "la Vidriería, y la Fundición de minas, y minerales". Continuamente, prosigue, está la Química ilustrando aquellas Artes que en parte dependen de ella y además de perfeccionarlas, inventa otras de nuevo. La extensión de la Química experimental obligó a Suárez Núñez a dividir la obra en castellano, repartida a lo largo de tres volúmenes de las *Memorias Instructivas y curiosas,* los tomos quinto, séptimo y noveno, que en total reúnen dieciséis de estas Memorias, en el siguiente orden: el Tomo V (pp.3-422) comprende cinco, el Tomo VII (pp.3-474) otras cinco, y el Tomo IX (pp.3-452), seis. La amplitud de la obra, evidente a todas luces, nos presenta uno de los textos más completos que debieron circular en la España de Carlos III. A pesar del título de las *Memorias*, que refieren en su portada "sacadas de las mejores obras que hasta aquí se han publicado en las Reales Sociedades y Academias de Francia, Inglaterra, Italia, Alemania, Prusia y Suecia &", realmente la Química experimental traducida fue editada en Francia, concretamente en París por François Didot. La fuente más frecuente en las versiones de Suárez Núñez fueron las *Memoires* de las Academias francesas, y en mucha menor medida las restantes. En líneas generales Suárez Núñez recurrió a las versiones intermedias francesas, en vez de manejar los originales alemanes, ingleses o redactados en latín..

Nuestro traductor divide la versión castellana en lecciones con amplio contenido, en el que se abordan las cuestiones más importantes de la disciplina en la segunda mitad de la centuria ilustrada. En la lección primera tras una amplia introducción, señala el objeto de la química, el análisis, la combinación química de los cuerpos, y las afinidades químicas, prosiguiendo con los elementos químicos, como el fuego, el agua y experiencias y propiedades y las combinaciones de ambos. En la siguiente lección, la segunda, estudia la tierra, las piedras y la vitrificación, las materias combustibles, el flogisto, sus propiedades, las tierras calcáreas, la cal y sus derivados. Este tema, la cal, sigue siendo objeto de estudio en la lección tercera de la traducción de Suárez Núñez, el "álcali" que llama fijo, propiedades del ácido vitriólico, y el azufre con sus variedades. De este metaloide, el azufre, se ocupa también en la lección cuarta, y sus combinaciones, temas a los que siguen las tierras de espejuelo, como llama a las piedras de yeso, de las que hace un amplísimo balance. Concluye esta lección cuarta con el ácido nitroso, del que se exponen numerosas observaciones. En la última y quinta lección de Química experimental, según la ordenación de Suárez Núñez, finaliza la exposición sobre el acido nitroso y el azufre, y aborda además otros compuestos químicosA lo largo del volumen séptimo se reúnen cinco memorias dedicadas exclusivamente a la Química experimental de Baumé, la memoria cincuenta y ocho trata de las "arcillas", sus propiedades y combinaciones con diferentes reactivos. Siguen los capítulos dedicados al "álcali fixo", sus diferentes combinaciones con los compuestos del azufre, el nitro y propiedades combinatorias. Entre las sustancias compuestas se

aborda la pólvora en la memoria cincuenta y nueve, tema al que añade el nitro y la pólvora fulminante. Los álcalis minerales y la sal marina están entre otras cuestiones que se recogen en este capítulo.

El álcali animal, el amoníaco actual, es tema ampliamente recogido en la memoria sesenta, donde figura la traducción correspondiente a otros temas como el álcali volátil, la "sal amoníaca", la fábrica de sal establecida en Francia, y el bórax, que figura en el texto como "borrax", y sus múltiples combinaciones. A lo largo de la memoria sesenta y una se exponen los temas de la cristalización de las sales y el estudio de numerosos metaloides, los que llama metales imperfectos como el arsénico, el "régulo cobalto" y sus diferentes formas de presentación en la naturaleza. La memoria sesenta y dos tiene como objeto de estudio el níquel, que sigue escribiendo con la notación alemana "nickel", y otros "semi-metales" como por ejemplo el antimonio, el zinc y el bismuto.

El volumen noveno de las *Memorias* se dedica a los metales, comprende seis memorias, la primera de las cuales, con el número ochenta, se dedica al mercurio o azogue y las diferentes combinaciones con los compuestos químicos, el sublimado corrosivo. La siguiente memoria, la ochenta y uno, se dedica al estaño, el plomo, el hierro y el cobre. Define estos metales, sus variedades y combinaciones, del hierro añade el acero. La memoria ochenta y dos está íntegramente dedicada al azul de Prusia, que define como "hierro precipitado, y dado color azul por una materia flogística"; llamado también azul de Berlín, fue descubierto en 1700.

Los metales nobles como la plata, el oro y la platina, ocupan respectivamente las memorias ochenta y tres a la ochenta y cinco. En primer lugar la plata, llamada también Luna, es, refiere, un metal perfecto, de color blanco brillante y resplandeciente, dúctil. Estudia las reacciones químicas de la plata con los ácidos y álcalis, dedicando interés a las amalgamas de plata y mercurio, concluyendo con el ensayo de plata en la copela por medio del plomo para conocer su ley. El oro, llamado también Sol, o Rey de los metales, es un metal perfecto, medianamente duro, de color amarillo, resplandeciente, siendo el más pesado de los metales.

La platina es objeto de la memoria ochenta y cinco, llamado también oro blanco, que fue descubierto muy tarde, sepultado en las minas de América, en el Perú, dado a conocer por Antonio de Ulloa, refiere el texto de la memoria, y Carlos Wood. Mención particularizada merece el vocabulario químico de voces con sus correspondientes explicaciones, en breves notas, de numerosos términos que proceden de la obra francesa, y que sirvieron al lector del siglo XVIII para la mejor comprensión del texto, vocabulario que viene a sumarse a los esfuerzos terminológicos por adecuar el idioma a los progresos de la Ciencia[8]. El *Vocabulario* reúne unas treinta y cuatro entradas, a lo largo de las cuales se evidencian las características de esta parte de la obra. Los términos traducidos siguen la grafía original de la obra francesa, sin adaptarlo a la ortografía castellana, como "alkaest, alkalescente, alcohol, apyras, atanor", voces que se acompañan de galicismos como "bocartes, candefacción, cohobación", y cultismos como "coagulum o caput mortuum"; en otros casos encontramos términos como "liga" en lugar del término castellano aleación, aunque algunos se han enraizado en la lengua como incandescencia, hoy adaptado al idioma como otra voz usual en la actualidad, tal es el caso de volátil. El breve apunte lexicográfico está muy alejado de los grandes

[8] A pesar de su brevedad, el vocabulario está recogido en las *Memorias*, en el volumen XI, figura en la "Memoria" CXI, que corresponde a la lección 26 de Química, comprende las páginas 464-477. Las voces son las siguientes: alkaest, alkalescente, alkalinizar, alcohol, amalgama, apartado, apyras, athanos, baños, de los que incluye varias referencias, base, bocartes, condefacción, caput mortuum , circulación, coagulum, cohobación, condensación, decantación, digestión, dureza, edulcorar, endulzar, efervescencia, fuliginosidad, granear, incandescencia, liga de la señala varias modalidades, lodo hermético, maceración, menstruo al que dedica un amplio comentario, quartación voz que anota a pie de página Suárez Núñez señalando la equivalencia española vigente en el siglo XVIII de "ligar a quarto" y "ligar a tercio", o también "ligar a quinto", rectificación, refractarios, residuo equivalente a caput mortuum o tierras reprobadas, registros, en ocasiones perviven términos alquímicos como "sangre de salamandra" en vez de ácido nitroso, "stratificar", y volátil. Muy amplia es la referencia a la voz "dureza" a la que se dedican varias páginas.

diccionarios de Química franceses del siglo XVIII, uno de los cuales, el de Chaptal, alcanzó merecidamente numerosas ediciones y reediciones sucesivas.

4. RESUMEN Y CONCLUSIONES

Entre los grandes tratados traducidos por Suárez Núñez figura la obra del farmacéutico y demostrador de Química en la Academia Real de Ciencia de París Antoine Baumé, cuya obra en tres volúmenes *Chymie experiméntale et raisonné* (Paris, 1773) fue vertida por nuestro traductor antes citado, a partir de 1780, es decir unos años después de la impresión francesa. La labor de Suárez Núñez fue respetuosa con el original francés; sin embargo, introdujo algunas modificaciones alterando el orden de algunos capítulos, sobre todo la introducción y la descripción de hornillos, vasijas, y utensilios que conviene tener en un laboratorio, figura en castellano al final, mientras que el original francés son previos al cuerpo la obra. El texto castellano, sencillo, claro y directo reproduce la fuente original que Baumé escribió con enorme precisión y claridad. Se trata de un excelente texto de Químico con una clarísima intención práctica y experimental. Suárez Núñez, como suele ocurrir en otras versione suyas, anota, corrige o apostilla, a pie de página, en numerosas ocasiones su traducción dirigida al lector castellano, para hacerla más comprensible en los párrafos, léxico o asuntos muy concretos.

5. BIBLIOGRAFÍA

AGUILAR PIÑAL, F. (2006) “Un traductor de la Ciencia Ilustrada: Suárez Núñez”. *Cuadernos dieciochistas*. VII, 87-112.

CAZORLA VIVAS, C. (2014) *Diccionarios y estudios de lenguas modernas en el siglo de las Luces*. Madrid, Ediciones Liceus.

CLAUSOLLES, P. *Catalogue des livres français traduits en espagnol entre 1700-1808*. Tesis del Doctorado. Tolosa.

DOREVEAU, P. (1936) “Apoticaires membres de l´Academie Royal des Sciences. XII. Antoine Baumé”. *Revue d´Histoire de la Pharmacie*. XXIV (95), 345-353.

FLAHAUT, J. (1979) “Antoine Baumé: l´oeuvre scientifique.” *Revue d´Histoire de la Pharmacie*. LXVII (240), 23-32.

GAUDIN, J.P. (1923) “Baumé, collaborateur au Dictionaire raisonné universal des Arts et Métiers”. *Bulletin de la Societé d´ Histoire de la Pharmacie*. XI (39), 274-276.

GÓMEZ DE ENTERRÍA, J. (1999) “La influencia de Europa a través de los neologismos que aparecen en los textos económicos de algunos socios de la Bascongada”. *V Seminario de Historia de la RSBAP*. Madrid, 415-439.

JULIEM, P. Y WEITZ, R. (1984) “Antoine Baumé et l´Académie Royal de Médicine de Madrid”. *Revue d´Histoire de la Pharmacie*. XXXI (263), 397-400.

MORAL RONCAL, A. M. DEL (1996) “Desarrollo tecnológico y proyectismo ilustrado en la Real Sociedad Matritense (1775-1808). *Llull, 19*, 161-175.

PINILLA MARTÍNEZ, J. (2011) “Les sources des Memorias Instructivas y Curiosas (1778-1791)”. *Cuadernos de Filología Francesa,* 22, 161-175.

RIERA, J. Y RIERA, L. (2003) *La Ciencia extranjera en la España Ilustrada*. Universidad de Zaragoza.

ROLDÁN IGUAL, J. M. (1999) “El amigo extranjero Lalande y la manufactura del papel en el siglo XVIII”. En: *V Seminario de Historia de la RSBAP*. Madrid, RSBAP, 501-527.

GONZÁLEZ REDONDO, F. A. (coord.) (2015) *Ciencia y Técnica entre la Paz y la Guerra. 1714, 1814, 1914*. Madrid, SEHCYT, pp. 825-832.

BERNARDO MARÍA DE CALZADA Y LA TRADUCCIÓN DE LA *LÓGICA* DE CONDILLAC EN ESPAÑA

José Miguel Cobos Bueno[(1)], José Ramón Vallejo Villalobos[(2)]

(1) Jubilado, Facultad de Medicina, Universidad de Extremadura, Badajoz, España, cobosbueno42@gmail.com
(2) Facultad de Medicina, Universidad de Extremadura, Badajoz, España, joseramonvallejo@unex.es

Resumen

La España de comienzos del siglo XVIII se encontraba aislada y miraba con recelo o indiferencia las nuevas concepciones científicas europeas. Descartes había hecho variar la visión que se tenía de la Naturaleza, abriendo caminos hacía una ciencia moderna basada en nuevos principios fundamentados en la observación y en la experiencia. En este contexto histórico una pléyade de traductores españoles reclaman esos caminos, pese a la oposición frontal de una mayoría. El extremeño Bernardo María de Calzada y Barrios (1751-1825) es uno de ellos, que será nombrado Socio Literario de la Real Sociedad Bascongada de Amigos del País en 1785 por la excelencia de su trabajo. Traduce a Madame de Genlis, Louis Racine, de La Fontaine, Diderot, Rosette (caballero de Brucourt) y a Condillac.

En el presente trabajo queremos poner de manifiesto la envergadura de la traducción realizada por Calzada de la obra *Logique ou les premiers développements de l'art de penser*, publicada en 1780 por Étienne Bonnot, abate de Condillac. Dicho tratado constituyó una fuente de inspiración para Lavoisier dejando su poso en la formalización de la Química moderna, de ahí su relevancia para la Historia de la Ciencia. En el *Traité élémentaire de chimie,* publicada en 1789, Lavoisier admite la importancia capital de Condillac, ya que sin los principios filosóficos que relacionan hechos, ideas, palabras y conceptos, su obra se habría quedado solamente en una modernización del lenguaje químico; utilizará ejemplos del filósofo francés y transcribirá párrafos de su obra para justificar diversas argumentaciones técnicas. Los científicos españoles tuvieron disponible otra traducción de esta obra a cargo de Valentín de Foronda, que gozó de una mayor popularidad. Se recoge la información disponible en torno a estas dos traducciones, constatándose las razones ideológicas e inquisitoriales que impidieron la difusión de la traducción de Calzada pese a su acierto y rigurosidad.

Palabras Clave: Científicos extremeños, Traductores, Ilustración, Siglo de las Luces.

BERNARDO MARÍA DE CALZADA AND THE TRANSLATION OF CONDILLAC'S *LOGIC* IN SPAIN

Abstract

Spain in the early 18th century was isolated, and new concepts in European science were regarded with suspicion or indifference. Descartes had changed the way people viewed Nature, opening the way towards modern science based on new fundamental principles of observation and experiment. A great number of Spanish translators were in agreement against this historic background, despite the total opposition of the majority. One of these was the Extremaduran Bernardo

María de Calzada y Barrios (1751-1825), and he was to be nominated as a member of the Royal Basque Society of Friends of the Country for the excellence of his work in 1785. He translated Madame de Genlis, Louis Racine, La Fontaine, Diderot, Rosette (Chevalier de Brucourt) and Condillac.

In this paper we wish to illustrate the importance of the translation by Calzada of the work *Logique ou les premiers développements de l'art de penser*, published in 1784 by Étienne Bonnot, Abbé de Condillac. This treatise was a source of inspiration for Lavoisier when working on his formulation of Modern Chemistry, hence his relevance to the History of Science. In *Traité élémentaire de chimie*, published in 1784, Lavoisier acknowledged the supreme importance of Condillac, since without the principles of philosophy that connect deeds, ideas, words and concepts, his work would have remained simply as a modernisation of the language of chemistry; he used examples from French philosophy and transcribed paragraphs of his work to justify various technical arguments. Spanish scientists had access to this work through another translation by Valentín de Foronda, who enjoyed greater popularity. We have drawn together the information available about these translations, and shown the ideological and inquisitorial reasons that hindered the diffusion of the translation by Calzada, despite its competence and accuracy.

Keywords: Extremaduran scientists, Translators, Enlightenment, Age of Enlightenment.

1. BERNARDO MARÍA DE CALZADA Y BARRIOS: SEMBLANZA Y CONTEXTO HISTÓRICO

Bernardo María de Calzada y Barrios nació en Almendralejo (Badajoz) y según la partida de bautismo, que figura en su expediente conservado en el Archivo General Militar de Segovia, fue bautizado el 28 de abril de 1751, por el Capellán del Regimiento de Caballería de Extremadura. En su hoja de servicios quedó registrado este hecho: "Bautizé y puse los santos oleos a Bernardo, José María, Antonio, León; que nació en este presente día, Hijo legitimo de Bernardo de Calzada, Ayudante mayor de dicho regimiento, natural de la Ciudad de Barcelona… de Dª. Josefa Barrios, su mujer, natura de Lorca…". Gracias al archivo referenciado, sabemos que con 11 años, en 1762, ingresa como cadete en el Regimiento de Caballería de Alcántara. En 1771 consigue el empleo de alférez en el mismo Regimiento y en 1782 el de Teniente. Será capitán (1787) en el Regimiento de la Reyna. Graduado de Teniente Coronel en 1789 y finalmente Capitán en el Regimiento de Dragones de Granada en 1809. En total figura, hasta diciembre de 1810, 38 años de servicio. También se indican su estado civil de casado y diferentes aspectos de su personalidad como su sagacidad, aplicación y buena conducta, aunque se expresa un desconocimiento de su valor:

> Sirvió además dos años y medio en los Ingenieros de Marina. Fue elegido para Maestro de los cadetes que quedaban en el colegio que se formó para la Caballería. De allí pasó a servir el encargo de Secretario de la Inspección General de esta Arma, a las órdenes del Capitán General D. Antonio Ricardos. El mismo encargo desempeñó a las órdenes del General Príncipe de Castelfranco, que obtuvo después otra Inspección. Seguidamente fue nombrado Secretario de la Dirección del Real cuerpo de Guardias Walonas, y cuando este cuerpo se puso al mando del mencionado Príncipe. A causa de sus males consiguió agregarse al estado Mayor de la Plaza de Madrid; pero no obstante sirvió 14 meses en la anterior Guerra contra la Francia, mandando un cuerpo de mil Paysanos con los que hizo todo genero de servicios de riesgo y de confianza, mas a satisfacción del General del Ejército de Castilla la Vieja. Restablecidos de sus achaques salió nuevamente al servicio activo de Capitán de su antiguo Regimiento de la Reyna. Volvió a enfermar y también a continuar su agregación a la Plaza de

> Madrid, de la que fue nombrado Sargento Mayor, cuyo empleo ejerció hasta que fue Madrid invadido por los franceses; y entonces sacrificó al Rey y la Patria cuantos intereses poseía y hasta sus mismos hijos, lo abandonó todo, por seguir el Partido de la Razón. Pasó a Sevilla, pidió a la Suprema Junta que lo emplease, diole esta a escoger Ejército en que servir y eligió el del Centro, cuyas vicisitudes ha seguido puntualmente hasta ahora desde 1º. de Enero de 1809, desempeñando también la Comisión de Vocal en el Consejo de Guerra permanente que se instaló, en cuyo ímprobo trabajo acreditó que deseaba ser útil; así como siempre lo ha hecho en las importantes comisiones de toda especie que en varias épocas ha puesto el Gobierno a su cuidado. Viéndose sin destino fijo suplicó a S.M. que se lo concediese, y tuvo la bondad de reemplazarlo en la misma clase en el Regimiento que actualmente sirve, para que continuase su mérito y le proporcionase los respectivos ascensos.

Al margen de su carrera militar, Calzada formará parte de una pléyade de traductores, cuya labor se ha considerado fundamental, y que intentaron introducir aires nuevos que llegaban a través de los Pirineos. En España el campo de las Ciencias, a la llegada del siglo XVIII, ofrecía un aspecto tan desolador como en los demás campos del saber. Descartes había hecho variar la visión que se tenía de la Naturaleza, abriendo nuevos caminos, como nos lo expone en su *Discours de la méthode* [DESCARTES, 1637, p. 61]. En España, sumida en el aislamiento, se miraban con recelo o indiferencia estas nuevas ideas científicas. Ahora bien, estos intelectuales, a pesar de la oposición de una mayoría, se embarcarán en la utopía de poner en contacto a la Europa del momento con España, así escribe Sarrailh:

> De este modo un grupito de españoles ilustrados afirma la necesidad de la Ciencia moderna. Como sus maestros extranjeros -Boerhaave, Musschenbroek, 'S Grevesande, Newton o el abate Nollet-, quieren fundarla sobre principios nuevos, sobre la observación y la experiencia, y liberarla de su sujeción a la autoridad. Esta liberación, prudente la mayoría de las veces, es sin duda un proceso lento; pero poco a poco, la porción selecta del país se interesará por las ciencias de la naturaleza, incluso las matemáticas. El nuevo espíritu crítico penetrará la historia y la hará más digna de crédito al despojarla de sus leyendas piadosas o profanas. Los modernos, al oponerse a los discípulos de Aristóteles, que los superan infinitamente en número, pueden ya decir: «estamos criados con dos leches tan diferentes como la del peripatetismo y la del neoterismo» [SARRAILH, 1957, pp. 441-442].

Esta última frase, debida al conde de Peñaflorida, pone de manifiesto que el camino hacia los progresos científicos se abriría con muchas dificultades. El pensamiento, esto es, la filosofía, con su lógico correlato especulativo en la política y la religión, lo tenía mucho más complicado. La indagación en el terreno metafísico u ontológico incomodaba a los partidarios de las interpretaciones escolásticas, las únicas reconocidas con rango académico. También será el conde quien aluda a la tremenda dificultad que supone el escaso conocimiento que de las lenguas extranjeras existía en España, a la hora de tener acceso a las aportaciones de otros autores [SÁNCHEZ GARCÍA, 1999]. No obstante, en materia de libros ni la Inquisición ni el Consejo se mostraron especialmente intransigentes hasta la última década del Setecientos. Está demostrado que, Hobbes, Locke, Leibniz, y Gassendi, por ejemplo, y casi siempre a partir de traducciones francesas, eran conocidos en España ya rebasada la década de los cincuenta. Lo mismo cabe decir de Malebranche, Voltaire, D'Alembert, Buffon, Fontenelle, Nollet, Condillac, etc. [RIERA Y RIERA, 2003]. Si bien hay que señalar que no siempre mediante las traducciones de sus obras, sino a través de comentarios de pensadores españoles que discutieron a estos filósofos extranjeros. Así, la mayor parte de las veces fueron rechazados como consecuencia de su alejamiento de los axiomas escolásticos; sin embargo, otras

veces se aceptaron sus postulados, cuidando ingenuamente de conciliar tirios con troyanos. En cualquier caso, la semilla estaba ya sembrada [SÁNCHEZ GARCÍA, 1999].

En este contexto histórico, el extremeño Bernardo María de Calzada y Barrios traduce a Madame de Genlis, Louis Racine, de La Fontaine, Diderot, Charles Francois Olivier Rosette (caballero de Brucourt), y Condillac [RIERA Y RIERA, 2003; OZAETA GÁLVEZ, 2003-2004, p. 354; SEMPERA Y GUARINOS, 1789, Tomo sexto, pp. 231–232; LAFARGA Y PEGENAUTE, 2004, pp. 209–319]. Por su "labor literaria", en 1785, será nombrado Socio Literario de la Real Sociedad Bascongada de Amigos del País. En el presente trabajo queremos poner de manifiesto la rigurosidad y acierto de su traducción de la obra *Logique ou les premiers développements de l'art de penser* (1780) de Étienne Bonnot de Condillac, fuente de inspiración para la ciencia del Siglo de las Luces.

2. LA INFLUENCIA DE CONDILLAC EN LA CIENCIA: LA QUÍMICA DE LAVOISIER

Aunque no existe un estudio detallado sobre la influencia que Condillac pudo ejercer en los autores españoles, si se puede observar esta influencia en Jovellanos, en Marchena, Capmany, incluso en Meléndez Valdés, por citar autores suficientemente conocidos. Sus ideas se extendieron en el campo científico y en la docencia al proporcionar, junto con su maestro Locke, nuevas opiniones sobre el origen del lenguaje desde su posición como artífice del sensualismo. Condillac se aleja completamente de planteamientos bíblicos, reformulando y ampliando las teorías nominalistas del medioevo y matizando que la atención, la memoria, la reflexión, la comparación o el juicio son sensaciones [SÁNCHEZ GARCÍA, 1999, pp. 179-180]. Estos planteamientos tendrán tanta fuerza que su obra *Tratado de las sensaciones* (1754) es considerada como la más importante de entre las escritas por este filósofo francés, nacido en Grenoble. Sin embargo desde una perspectiva científica hay que resaltar la importancia de su obra *Logique ou les premiers développements de l'art de penser*, publicada en 1780, y no suficientemente valorada. No cabe duda que la influencia de esta obra se pondrá de manifiesto en todas las ciencias; sin embargo, fue especialmente significativa para la Química, ciencia que se formalizará en el siglo XVIII, y que necesitaba un lenguaje que la escolástica no había sido capaz de conformar. Así Antoine Laurent Lavoisier en su obra *Traité élémentaire de chimie,* publicada en 1789, comienza justificando la necesidad de reformar y perfeccionar la nomenclatura química [LAVOISIER, 1789, p. v] y continua ponderando la Lógica de Condillac usando algunos de sus epígrafes. Aunque Lavoisier pone de manifiesto la influencia que ejercieron los principios expuestos por Condillac en varias de sus obras, destaca especialmente el papel que jugó la *Lógica*. Sin los principios filosóficos que relacionan hechos, ideas, palabras y conceptos, su obra se habría quedado solamente en una modernización del lenguaje químico y no hubiera dado lugar a que la obra sea considerada el pilar fundamental de la Química Moderna [LAVOISIER, 1789, pp. v–vii]. Además acude a ejemplos expuestos por Condillac [LAVOISIER, 1789, pp. xx–xxi] para exponer la nomenclatura de la «réunion de plusieurs substances simples» e incluso justifica la transcripción de una serie de párrafos correspondientes al capítulo I de la parte II de la obra de Condillac [LAVOISIER, 1789, pp. xxx–xxxj]. Así, se puede observar como Etienne de Condillac escribe en su *Traité des systèmes*: "Les philosophes doivent leur réputation à l'importance des sujets dont ils s'occupent plutôt qu'à la manière dont ils les traitent" [CONDILLAC, 1749, p. 44], y Lavoisier señala:

> M. l'Abbé de Condillac ajoute à la fin du chapitre V: «Mais enfin les sciences ont fait des progrès, parce que les Philosophes ont mieux observé, & qu'ils ont mis dans leur langage la précision & l'exactitude qu'ils avoient mises dans leurs observations; ils ont corrigé la langue, & l'on a mieux raisonné» [LAVOISIER, 1789, p. xxxii].

3. LA TRADUCCIÓN DE LA *LÓGICA* DE CONDILLAC: CALZADA VERSUS FORONDA

La obra *Logique ou les premiers développements de l'art de penser* fue traducida por Calzada en 1784 con el título *La lógica o los primeros elementos del arte de pensar*, y conocerá una segunda edición en 1817. Entre estos años existe otra traducción por Valentín de Foronda en 1794. Aunque hubo dos traductores, sólo uno ha sido resaltado: Valentín de Foronda. El otro, Bernardo María de Calzada, "por desgracia, sólo se ha hecho acreedor de la honra de ser citado como autor de una de las traslaciones y el ser erróneamente señalada su Lógica, como desencadenante de su persecución inquisitorial" [SÁNCHEZ GARCÍA, 1999, p. 180].

Es opinión extendida y conocida que Foronda quiso poner su traducción en forma de diálogo para facilitar su comprensión, simplificándola. Una comparación de las traducciones de Calzada y Foronda muestra que la del primero es mucho más fiel al original que la de Foronda, pero este gana en amenidad y agilidad. Es indudable, por otra parte que, aunque Foronda no le menciona, consultó la edición de Calzada. Sánchez García escribe:

> La originalidad de la traducción de Foronda no sólo se hace patente en sus abundantes notas a pie de página, en sus ejemplos clarificadores y en la disposición de la *Lógica* de Condillac en diálogo, sino que llega, en algunos casos a cambiar el sentido original; esto es notorio cuando Foronda se empeña en introducir referencias a Dios sin que Condillac o Calzada lo hagan [SÁNCHEZ GARCÍA, 1999, p. 184].

Dice Menéndez Pelayo en *Los Heterodoxos Españoles*:

> Dos traducciones se hicieron de la *Lógica* de Condillac; libro pobrísimo, pero muy famoso. Fue autor de la primera D. Bernardo María de Calzada, capitán de un regimiento de caballería, el cual la dedicó al general Ricardos, procesado por el Santo Oficio como sospechoso de adhesión a los errores franceses [MENÉNDEZ PELAYO, 1978, libro VI, capítulo III, IV].

Respecto a la segunda traducción, dice:

> La segunda traducción de la *Lógica,* que más bien debe llamarse arreglo, es de D. Valentín Foronda, miembro influyente de la Sociedad Económica Vascongada y cónsul en los Estados Unidos, autor de unas *Cartas sobre los asuntos más exquisitos de la economía política y sobre las leyes criminales* y traductor del *Belisario* de Marmontel, novela o poema en prosa soporífero, hoy olvidado, pero que en su tiempo llamó, estrepitosamente la atención por haber censurado la Sorbona uno de sus capítulos, en que se defiende a las claras la tolerancia o más bien la indiferencia religiosa [MENÉNDEZ PELAYO,1978, libro VI, capítulo III, IV].

Ahora bien:

> Foronda no se limitó, como Calzada, a traducir literalmente, aunque con supresiones, la *Lógica* de Condillac, sino que la puso en diálogo para acomodarla a la capacidad de su hijo, y la adicionó con varias reflexiones tomadas de la *Aritmética moral,* de Buffon, y con un tratado de la argumentación y del desenredo de sofismas, copiado de la *Enciclopedia metódica*. El estilo de Foronda es agradable y sencillo, casi igual en limpieza y claridad al del autor que traduce [MENÉNDEZ PELAYO, 1978, libro VI, capítulo III, IV].

Sánchez García después de realizar un “minucioso cotejo entre las traducciones de los setecentistas, el original de Condillac y las traducciones españolas contemporáneas de que disponemos en la actualidad”, llega a la conclusión:

> Un adelanto, en apretada síntesis, de mis conclusiones es, en verdad, sorprendente. La traducción de Foronda es, desde el punto de vista de la mayor claridad, amenidad y precisión, infinitamente inferior a la del militar [Calzada]. Foronda mutiló de manera absolutamente inmisericorde el original francés. Si se establece la comparación bajo un punto de vista estrictamente filológico, es evidente que la traducción de Foronda es bastante farragosa; gramatical y sintácticamente poco correcta. Fijándonos, por otra parte, en el aspecto ideológico, introduce de su cosecha pocas cosas, pero claramente orientadas a variar el espíritu naturalista o materialista absolutamente novedoso de la obra. Y, por último, lo más grave: Foronda copió descaradamente la traducción de Bernardo María de Calzada. Creo que estoy en condiciones de afirmar que jamás tuvo delante el original francés [SÁNCHEZ GARCÍA, 1999, p. 185].

Ahora bien:

> Por lo que respecta a la aparente contradicción entre una buena traducción “descaradamente copiada” que ofrece como resultado una copia “infinitamente inferior” resulta fácil una aclaración inmediata. Foronda copia literalmente a Calzada en todo aquello que intuye o sabe que puede ser conceptualmente importante. En el resto, digamos en la parte que correspondería a la explayación de esos conceptos, se limita a alterar el orden de las palabras o a cambiar, a veces, éstas por sinónimos que en muchas ocasiones oscurecen lo que era meridianamente claro, omite sujetos e incluso verbos [SÁNCHEZ GARCÍA, 1999, p. 186].

El plan de Foronda al pretender poner la *Lógica* en forma de diálogo, respondía, según sus propias palabras a los siguientes objetivos, aparte del primordial, que sería su mejor y más fácil comprensión:

> [...] este método tiene la ventaja de ver que se allanan las dificultades al paso que se presentan; que se disipan las nubes que ofuscan los objetos á medida que aparecen; que la fatiga se endulza con la continuada interrupcion de preguntas; que la atención puede mantenerse tirante por un corto momento; que el tiempo en que tinto habla sirva para que tome aliento el otro; que las digresiones breves que se introducen suavizan la molestia de las lecciones, y que el deseo de ver la salida que se da á las preguntas; objecciones, que uno hace, reconcentra de tal modo la atención del otro, que no permite ninguna distracción [FORONDA, 1794, Prólogo, s.p.].

Dice Sánchez García:

> Resulta sorprendente la mutilación a que D. Valentín somete la obra. Sobrepasa cualquier expectativa las páginas que se dedican en la obra original a introducirnos en la ideología del autor, de las que ha suprimido las dos terceras partes y que además tergiversa en su espíritu, pues allí donde las facultades del alma son los sentidos y de estos dependen nuestros conocimientos, Foronda introduce la presencia de Dios [SÁNCHEZ GARCÍA, 1999, p. 187].

Hemos elegido un párrafo en que se pone de manifiesto, como en otros muchos, que pretendiendo dar sencillez, amenizándolo, se termina por no comprender el sentido de lo trasladado. Así Calzada traduce:

> Estos hábitos son movimientos reglados, que se hacen en nosotros, sin que parezca que nosotros mismos los dirigimos; porque á fuerza de repetirlos, los hacemos sin necesidad de pensar en ellos. Estos hábitos son los que se llaman movimientos naturales, acciones mecánicas, instinto, y se supone, falsamente, haber nacido con nosotros. Se evitará esta preocupación si se juzga de estos hábitos por otros que se nos hicieron igualmente naturales, aunque no nos acordemos de haberlos adquirido [CALZADA, 1784, pp. 83-84].

En la versión de Foronda, leemos:

> P. [...] Estos hábitos son unos movimientos reglados, que hacen en nosotros, sin que parezca que los dirigimos nosotros mismos; porque a fuerza de haberlos repetido los executamos sin necesidad de pensar en ellos; y á estos hábitos se llaman movimientos naturales, acciones mecánicas, instinto; suponiéndose falsamente que han nacido con nosotros, en cuya preocupación no se incurriría si se juzgase de estos hábitos por otros, que igualmente se nos hicieron naturales, aunque no nos acordemos de haberlos adquirido [FORONDA, 1794, pp. 60-61].

Tanto la intervención del hijo, como la última del padre, son añadidos de Foronda. Fácilmente se deduce que complican, lo que no suponía problema interpretar. Calzada dedica su traducción, a D. Antonio Ricardos Carrillo de Albornoz Rodríguez de Herrera y Antich (1727-1794), Teniente General de los Reales Ejércitos de S. M. y Director del Real Colegio Militar de Cadetes. Al ser un innovador, padeció un proceso por sospechoso de ser proclive a los aires pre-revolucionarios que se detectaban en la Francia de Luis XVI. Pero fundamentalmente los problemas le vienen por su amistad con el Conde de Aranda. El Conde de Floridablanca le mandó a Guipúzcoa como Comandante General en 1788 a modo de destierro encubierto con el encargo de vigilar la frontera del Bidasoa en previsión a posibles intervenciones militares en Francia por causa de los sucesos que acaecían en el vecino país.

La intención de Calzada al traducir esta obra lo deja meridianamente claro en la dedicatoria, la educación de la juventud. Dice Calzada:

> No es una elección, es un deber el que yo dedique a V. E. la Lógica, o los primeros elementos del arte de pensar, escrita en francés por el abad de Condillac, cuando su utilidad para la educación es tan manifiesta y tan patentes los desvelos de V. E. en la que da a la noble juventud, que contiene el real colegio de caballería, que V. E. dirige con tanto acierto.
> La inmediación a la persona de V. E. me ha hecho ver los afanes que le cuesta un objeto tan esencial y el zelo con que V. E promueve sus adelantamientos. El reconocimiento tan sincero como debido a las honras que merezco a V. E. me movió a emprender esta traducción, por si podía con ella coadyuvar en alguna parte las justas miras de V. E. Si lograra esta fortuna, habría yo conseguido cuanto podía apetecer [CALZADA, 1784, pp. (II)–(IV)].

La versión de Bernardo María de Calzada es totalmente fiel al texto de Condillac. Siguiendo la pauta del original, Calzada después de una introducción (*Objeto de esta obra*), divide la obra en dos partes. La primera parte *Como la naturaleza nos enseña la analisis; y como por este método se esplica el origen y la generacion, ya de las ideas, ya de las facultades del alma,* que agrupa en nueve

capítulos. La segunda parte *La analisis considerada en sus medios y efectos; ó el arte de raciocionar reducido á un idioma exacto,* que abarcan otros nueve capítulos.

Esta traducción de Bernardo María de Calzada sufre, también, en 1799, los rigores inquisitoriales. Esta vez provienen de Granada. El Inquisidor decano, Matías Gómez, ha recibido una carta anónima y una denuncia de cuatro páginas contra este libro "inductivo al materialismo". Se ordena hacer un examen, y éste se confía al reverendo padre maestro fray Sebastián Sánchez Sobrino y al reverendo padre fray Juan Vaquero, quienes aprueban los términos de la denuncia contra un libro que "respira el materialismo y el fatalismo por principios, y que como tal se opone a los de nuestra religión". El 20 de abril, la Inquisición de Granada toma nota de estas conclusiones y propone a Madrid la prohibición del libro. Pero el nuevo censor designado en la capital no encuentra ningún ejemplar de la *Lógica.* Se la manda pedir a Granada, de donde la envían el 28 de mayo al padre calificador, fray Francisco Sánchez. No se sabe en qué paró este asunto [SARRAILH, 1957*,* pp. 300-301].

BIBLIOGRAFÍA

BARRENECHEA, J.M. (1984) *Valentín de Foronda, reformador y economista ilustrado.* Vitoria, Diputación Foral de Álava.

CALZADA Y BARRIOS, B.Mª DE (1784) *La Lógica, o los primeros elementos del Arte de pensar.* Madrid, Joaquín Ibarra.

CONDILLAC*,* E. B. DE (1749) *Traité des systèmes.* Premiere partie. La Haya, Chez Neaulme.

CONDILLAC, É. B. DE (1780) *La logique ou les premiers développements de l'art de penser*. Paris, Chez L'Esprit y Debure l'ainé.

DESCARTES, R. (1637) *Discours de la méthode*. Paris.

FORONDA, V. DE (1794) *Logica de Condillac, puesta en diálogo por D. Valentín de Foronda, y adicionada con un pequeño tratado sobre toda clase de argumentos y de sofismas, y con varias reflexiones de la aritmética moral de Bufon, sobre medir las cosas inciertas, sobre el modo de apreciar las relaciones de verosimilitud, los grados de probabilidad, el valor de los testimonios, la influencia de las casualidades, el inconveniente de los riesgos, y sobre formar el juicio del valor real de nuestros temores y esperanzas*. Madrid, en la Imprenta de Gonzalez.

LAFARGA, F. Y PEGENAUTE, L. (eds.) (2004) *Historia de la Traducción en España*. Salamanca, Ambos Mundos.

LAVOISIER, A.L. (1789) *Traité élémentaire de chimie.* Tome Premier. Paris, Chez Cuchet.

MENÉNDEZ PELAYO, M. (1978) *Los Heterodoxos Españoles*. Madrid, La Editorial Católica.

OZAETA GÁLVEZ, Mª.R. (2003-2004) "Bernardo María de Calzada, traductor de La Fontaine". *Anales de Filología Francesa*, 12, 333–355.

RIERA PALMERO, J. Y RIERA CLIMENT, L. (2003) *La Ciencia extranjera en la España ilustrada. Ensayo de un Diccionario de Traductores*. Salamanca, Universidad de Valladolid.

SÁNCHEZ GARCÍA, Mª.C. (1999) "Valentín de Foronda y el pensamiento francés: su traducción de la "Lógica" de Condillac". En: G. Rubio de Urquía y Mª M. Gárate Ojanguren (coord.) *Actas V Seminario de Historia de la Real Sociedad Bascongada de los Amigos del País*. Madrid, Real Sociedad Bascongada de los Amigos del País, 169–195.

SARRAILH, J (1957) *La España Ilustrada de la segunda mitad del siglo XVIII*. México, Fondo de Cultura Económica.

SEMPERE Y GUARINOS, J. (1789) *Ensayo de una biblioteca española de los mejores escritores del reynado de Carlos III*. Madrid, Imprenta Real.

GONZÁLEZ REDONDO, F. A. (coord.) (2015) *Ciencia y Técnica entre la Paz y la Guerra. 1714, 1814, 1914*. Madrid, SEHCYT, pp. 833-840.

MARIE ANNE PAULZE Y LA DIDÁCTICA DE LA QUÍMICA

Bermejo Patiño, Manuel R.[(1)], González Noya, Ana M.[(2)], Pintos Barral, Xoana[(3)]

(1) Universidade de Santiago de Compostela (USC), Santiago de Compostela, España, manuel.bermejo@usc.es
(2) USC, Santiago de Compostela, España, ana.gonzalez.noya@usc.es
(3) USC, Santiago de Compostela, España, xoana.pintos@usc.es

Resumen

Las contribuciones de las mujeres a la creación de las ciencias en general y de la didáctica de la química en particular, no son relevantes si consideramos las veces que aparecen citadas en los libros; los alumnos raramente verán sus obras en los avances del saber científico. Personalidades conocidas como: María la Judía, Hipatia, Caroline Herschel, Mary Somerville, Ada Byron, Sofya Kovalévskaya, Rosalind Franklin, Lise Meitner, etc. ni aparecen ni representan nada para nuestro alumnado. Para rescatar a estas y otras mujeres científicas tanto del silencio como del olvido al que las ha destinado la sociedad y hacerlas visibles, es fundamental recuperarlas destacando sus contribuciones científicas y señalando como y por qué han estado en ese limbo de injusticia.

En esta comunicación pretendemos manifestar cómo la obra gráfica de Paulze sirvió como ayuda didáctica para la comprensión y la expansión de la química.

Presentaremos su vida y su obra, realizada en medio de un grupo de científicos que la silenciaron y discutiremos cómo representó una importante contribución didáctica para la expansión del mundo de la química.

Como aportaciones científicas significativas de Marie Anne indicaremos:

1º Sus investigaciones sobre ciencias sociales.

2º Las contribuciones en química, entre las que destacaremos: la traducción de la obra de Kirwan “Essay on Phlogiston”; sus didácticas acuarelas sobre la respiración animal; sus trabajos para la revista “Annales de Chimie”; las traducciones de otros trabajos de Kirwan para esa revista; el prólogo de la obra “Memoires de Chimie”, etc.

3º Sus correspondencias, traducciones y todo su desinteresado trabajo por la química.

4º De un modo especial consideraremos las representaciones gráficas, realizadas en forma de XIII láminas para el libro “Tratado Elemental de Química”. Algunas de ellas sirven como prototipos y todas contribuyeron a comprender y realizar la química contenida en ese libro.

Palabras Clave: Didáctica de la química, Mujeres científicas, Traducciones, Láminas.

MARIE ANNE PAULZE AND THE TEACHING OF CHEMISTRY

Abstract

The contributions of women to the creation of the sciences in general and the didactics of chemistry in particular, are not relevant if we consider the times that appear above in the books; students rarely see their works in progress of scientific knowledge. Known personalities as: María the Jewish, Hypatia, Caroline Herschel, Mary Sommerville, Ada Byron, Sofya Kovalévskaya, Rosalind Franklin, Lise Meitner neither appear nor represent anything for our students. To rescue these and

another women scientists both silence and oblivion that society has for them and make them visible, is essential to recover them highlighting his scientific contributions and noting how and why they have been in the limbo of injustice.

In this paper we intend to manifest as the graphic works of Paulze served as a teaching aid for the understanding and the expansion of chemistry. We will present his life and his work, carried out in the middle of a group of scientists who have silenced her and discuss as it represented an important educational contribution to the expansion of the world of the Chemistry

As significant scientific contributions of Marie Anne we indicate:

1° Inquiries about social sciences.

2º Contributions in chemistry, among which we highlight: the translation of the work of Kirwan's "Essay on Phlogiston"; her didactic watercolors on animal respiration; her work for the journal "Annales de Chemie"; translations of other Kirwan work for that magazine; the prologue to the work "Memoires de Chemie", etc.

3º Correspondences, translations and all his selfless work for the chemistry.

4º In a special way we will consider graphic representations made in the form of XIII plates, for the book "Elementary treaty of chemistry". Some of them serve as prototypes, and all contributed to understand and perform the chemical contained in that book.

Keywords: Teaching of chemistry, Scientific women, Translations, Plates.

1. VIDA DE MARIE ANNE PAULZE

Marie Anne Pierrette Paulze nació en Montbrison, departamento del Loire, en el sur de Francia, el 20 de enero de 1758 en una familia acomodada. Queda huérfana de madre con 3 años y su padre la interna en un colegio de monjas de la región, recibiendo una educación muy esmerada. Cuando Marie cumple 13 años su padre la retira del convento para que se encargue de dirigir la casa y organizar un salón en el que poder recibir a sus importantes invitados de la alta sociedad francesa.

En el salón de su casa conocerá a un joven científico colaborador de su padre en la *Ferme Générale (*compañía responsable de la recaudación de los impuestos indirectos), con el que establece una relación de amistad y amor. También conoció allí al Conde d'Amerval, un aristócrata cincuentón y sin medios económicos, que se había propuesto casarse con la joven Paulze a la que veía como salvación financiera, pues pertenecía a una familia con una fortuna considerable. El influyente conde tenía trato con el Abé Terray, tío político de Marie Anne e interventor general de finanzas quién presionó a Jacques Paulze para que aceptara el acuerdo matrimonial amenazándolo con la pérdida de su puesto como *fermier,* si se negaba.

Jacques Paulze ideó un contragolpe y ofreció a su colega, rico, noble y joven la mano de su hija. El joven, Antoine Lavoisier, aceptó la propuesta. Su estrategia triunfa. La pareja se casará solemnemente en diciembre del año 1771, cuando Marie estaba a punto de cumplir los 14 años y Antoine tenía 28.

Desde el año 1771 y durante más de 20 años, hasta el 8 de mayo de 1794 -fecha en que muere guillotinado su esposo-, Marie será la más estrecha, entusiasta y fiel colaboradora de Antoine Lavoisier [figura 1]. Marie admira, adora, idolatra, acompaña, cuida, empuja, ayuda…, a su compañero y, compartiendo su proyecto de vida, realizan la aventura más apasionante de la química moderna: la luz del nacimiento de la nueva ciencia. Ella no fue sólo testigo y partícipe visual de la revolución de la química moderna, sino que se implicó de forma muy directa en la realización experimental de ese proyecto. Marie Anne participará en: la caída del Flogisto y la desaparición de los Elementos-Principio; el estudio del oxígeno en la construcción de la Teoría de la Combustión; la

introducción de la balanza como método cuantitativo para controlar las reacciones químicas; el cuestionamiento del concepto de elemento químico; el análisis y la síntesis del agua y de muchos otros compuestos químicos; la implantación de la moderna nomenclatura química; el inicio de los estudios sobre la fisiología de la respiración animal; etc. Pero de modo muy particular participará, como después abordaremos, en el planteamiento didáctico de la redacción del libro "Tratado Elemental de Química". Trabajó con Lavoisier en la redacción de un libro tan instructivo que, quien lo leyera y lo entendiera, estuviera en condiciones de realizar nueva química.



Figura 1. Retrato de Antoine-Laurent Lavoisier y su esposo. Cuadro de Jacques-Louis David, 1788. (New York Metropolitan Museum of Art, dominio público).

3. LA INVESTIGACIÓN DE PAULZE EN LAS CIENCIAS SOCIALES

Marie Anne Paulze nunca estudió ni sociología ni economía ni agricultura ni ingeniería ni..., como para poder trabajar en las áreas sociales en que lo hizo, porque no existían esas disciplinas actuales como saberes institucionalizados; pero la preparación que consiguió con sus maestros fisiócratas en los salones del París de la época le permitieron realizar importantes contribuciones para su tiempo: todos o casi todos sus trabajos fueron firmados por Antoine Lavoisier, pero en todos estuvo presente el trabajo o la colaboración de Marie. Algunas de sus importantes contribuciones fueron:

- "La explotación agrícola de Fréschines", comprada con el peculio familiar y puesta a punto por el matrimonio Lavoisier. El trabajo de más de quince años fue publicado sólo con la firma de Lavoisier.
- Los "Informes" económicos realizados a petición de la Asamblea de Orleáns, en la que Antoine era diputado. Para ellos realizó el manuscrito "*Voyages d`Orléans pendant l`Assemblée provincial depuis le 17 novembre 1787 jusqu`au 22 december de la meme année*"; el Informe sobre las hilaturas de algodón del industrial Jacques Constantin Périer y el Informe sobre la fábrica de bonetes para los turcos de M. M. Michel, Boyetet y compañía. Todos estos informes[1] son de la autoría de Marie Anne Paulze, pero las publicaciones correspondientes sólo llevan el nombre de Antoine Lavoisier.
- La puesta en producción de la fábrica de pañuelos de algodón de París, comprada por una sociedad creada por un grupo de los amigos del Arsenal para fabricar y rentabilizar productos por ellos creados: algodón de los Lavoisier, hipoclorito de Berthollet, etc.
- El Informe sobre las acerías Creusot, para producir cañones de buena calidad para el ejército francés.

4. LAS INVESTIGACIONES DE MARIE ANNE EN LA QUÍMICA

Señalemos de entrada que Marie no ha publicado -que sepamos hasta el momento- ningún trabajo de química con su nombre; aunque todos somos conscientes de que ella fue la colaboradora necesaria de muchísimas de las investigaciones que se realizaron en el laboratorio de los Lavoisier en el Arsenal. En muchas de las investigaciones que dieron lugar al nacimiento de la moderna química está presente el trabajo de Paulze, aun cuando nunca aparezca en ellas ni citada en los agradecimientos. Cierto que los directores de las investigaciones eran Lavoisier, Fourcroy, Adet, Seguin, Laplace, etc., pero conociendo el amor de Marie por la química, su preparación, los conocimientos y su inteligencia, ¿se podría entender que, estando presente en el laboratorio con ellos, no trabajase nunca en los experimentos? ¿No es lógico pensar que si ella y Antoine diseñaban los experimentos, antes de iniciar la jornada de trabajo, ella también participara y coordinara parte de los experimentos que se hacían? ¿No es una muestra clara de lo que estamos diciendo las acuarelas que pintó para explicar cómo se realizaban los experimentos sobre la respiración animal, en las que ella se pinta como fedataria de los experimentos que se están efectuando?

Seguidamente indicaremos los trabajos en los que inequívocamente está presente la actuación de Paulze:

- "*El Ensayo sobre el Flogisto y la constitución de los ácidos*", obra traducida[2] por Marie del original inglés de Kirwan [YOUNG, 1792]. La obra fue traducida para criticar, los miembros del grupo del Arsenal, sus opiniones sobre el Flogisto. Marie no sólo traduce sino que introduce notas aclaratorias. Esta obra ayudó a que la Teoría del Flogisto perdiera adeptos dando lugar a la aparición de la Teoría de la Combustión.
- "*Las dos acuarelas"* para ilustrar los trabajos sobre "La respiración animal" [BRET,1995; KAWASHIWA, 2004].
- Sus contribuciones en la revista "*Annales de Chimie*", revista creada y dirigida por el grupo del Arsenal en el año 1789 y editada, en sus inicios, por el matrimonio Lavoisier con su peculio

[1] Recientemente se ha vendido en subasta pública el manuscrito *Voyage d'Orléans pendant l'Assemblée provinciale depuis le 17 novembre 1787 jusqu'au [22] décembre de la même année.*

[2] La "conversación sobre el libro de Kirwan "An Essay on Phlogiston" que ella estaba traduciendo del inglés" cautivó al joven científico que había sido invitado a casa de los Lavoisier.

particular. En ella publicó traducciones de artículos científicos y muy diversas colaboraciones [*Complete Dictionary of Scientific Biography, 2007*].

- El prólogo, la edición y la distribución de la obra póstuma de Lavoisier "*Memoires de Chimie*" [PEUMERY, 2000].
- Otras muchas y variadas aportaciones como: la traducción de la correspondencia de Lavoisier; su contribución en la elaboración de las "*Normas de Nomenclatura Química"*; sus aportaciones para el desarrollo de la industria de la pólvora y de la producción industrial de hidrógeno; etc. [EAGLEY Y SLOAN, 1998].

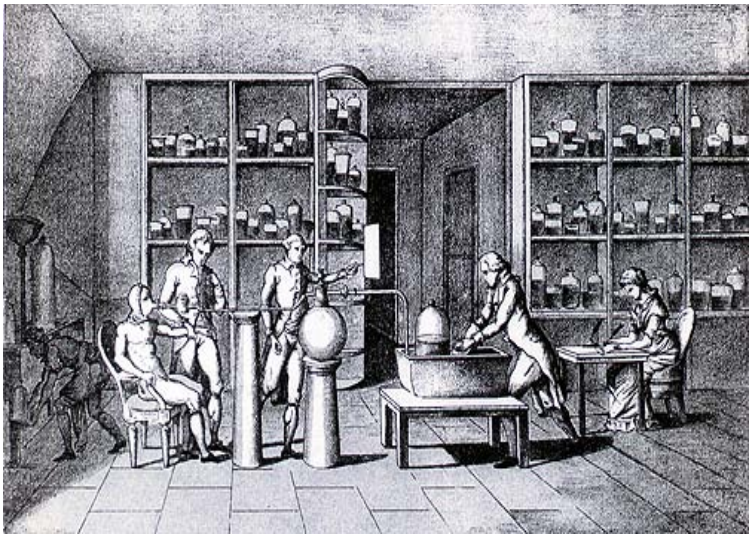


Figura 2. Sanguina sobre la "Respiración animal", pintada por Marie Anne Paulze.
(The Edgar Fahs Smith Memorial Collection, University of Pennsilvania Library, dominio público)

5. SU CONTRIBUCIÓN A LA DIDÁCTICA DE LA QUÍMICA

La obra que puede ser considerada como el primer texto de la química moderna es el "Tratado Elemental de Química" de Antoine Lavoisier. Este científico tenía decidido, desde 1780, escribir *El Libro moderno de Química,* no como un libro más al uso, sino como un libro "*total"*. Inició en compañía de Bucquet su redacción, más desgraciadamente Bucquet murió y la tarea quedó interrumpida.

Los libros al uso eran compilatorios de recetas y acumulaciones de conocimientos diversos con un lenguaje farragoso, con terminología muy imprecisa, fáciles de leer, pero difíciles de comprender y de repetir y mucho menos de crear nuevos conocimientos. Sólo se podían leer por iniciados y no por gente común.

Para preparar este libro, la primera tarea que abordaron los Lavoisier fue montar un grupo de trabajo para la elaboración de unas "*Normas de Nomenclatura*", claras, precisas y coherentes con cuanto de química se escribía en el libro y, al mismo tiempo, respetuosas con la nueva Teoría de la Combustión. Estas Normas serían de aplicación en el nuevo libro como una muestra del intento de romper con la obscuridad de los libros antiguos que solo podían ser leídos por iniciados.

El nuevo libro debía romper con el clásico concepto de elemento químico y debería contener una tabla con los distintos elementos químicos aceptados hasta el momento. Debía ser escrito para todo el mundo de modo que fuera: didáctico; comprensible de todo cuanto se contara; fácil de

entender lo que se decía sobre la preparación de los haluros, los óxidos o las sales conocidas y, además, que cada lector pudiera pensar -y lo más importante, hacerlo- la preparación de nuevos compuestos aún no sintetizados. En todo este proceso de establecimiento y realización del proyecto didáctico de la elaboración del libro estuvo presente y actuante Marie Anne; contribuyendo y apoyando la tarea de Antoine.

Una de las aportaciones científicas de la autoría de Marie Anne son las famosas XIII láminas, en las que aparece la firma *Paulze-Lavoisier.* Estas láminas -contenidas todas en el Tratado- son ilustraciones típicas de la época grabadas sobre láminas de cobre en las que, Marie, muestra una extraordinaria destreza. En su elaboración se realiza un completo seguimiento de su obra tal y como se puede comprobar en la fig.3, en la que, recientemente, en la universidad de Cornell, se han encontrado anotaciones para los grabadores a la forma de modernos “post-it”.

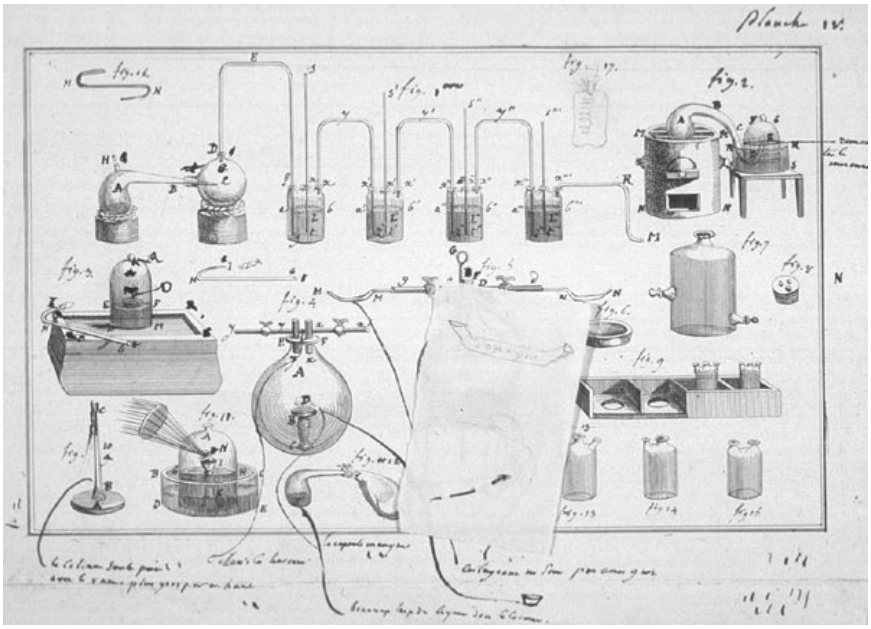


Figura 3. Plancha IV con “post-it” (Biblioteca de la Universidad de Cornell, Ithaca, New York).

Cada una de las láminas son representaciones del material de laboratorio que se utilizaba diariamente y que todavía se pude ver en los museos de historia en la actualidad: retortas, hornos, morteros, montajes de vidrio para realizar los más diversos tipos de reacciones y, de modo muy especial, los calorímetros y los gasómetros (Fig. 4). Señalaremos como ejemplo representativo el gasómetro, que aparece en el libro en dos láminas consecutivas (láminas VIII y IX), y que se pueden considerar como auténticos prototipos, por estar realizados a escala.

Todo el material que Paulze representa en sus XIII láminas es utilizado por Lavoisier en su libro. Lavoisier y Marie pretendían que cuantos leyeran dicho texto fueran capaces de replicar los experimentos que se proponen, para lo cual era necesario conocer y saber utilizar ese material y ser capaces de realizar los montajes preparativos. En el libro de Lavoisier se pretende que, cuantos lo lean, sean capaces de ilusionarse por idear y preparar nuevos compuestos.

En las láminas VIII y IX, Marie Anne diseña por completo un gasómetro: aparecen todos y cada uno de los componentes, los distintos muebles que lo componen, en la escala precisa; como se ensamblan; etc. El nivel de detalle, la precisión del material, la precisa indicación de los montajes, el cuidado en el diseño del calorímetro y, de modo particular, el del gasómetro; ponen de manifiesto el

preciso conocimiento que Marie tenía de las características y del funcionamiento de estos instrumentos. Tan sólo quien sabía cómo se usaban y los había manejado repetidamente, estaba en condiciones de poderlos grabar para conseguir una perfecta comprensión didáctica. En el texto de Lavoisier "*Traité Elementaire de Chimie"* se expresa con precisión las características de los aparatos, así cuando escribe sobre el gasómetro dice: "… Le di el nombre de gasómetro a un instrumento ideado por mí y que hice construir con el objeto de disponer de un fuelle capaz de suministrar de forma continua y uniforme una corriente de oxígeno para poder realizar experimentos…" [LAVOISIER, 1864, p. 260]

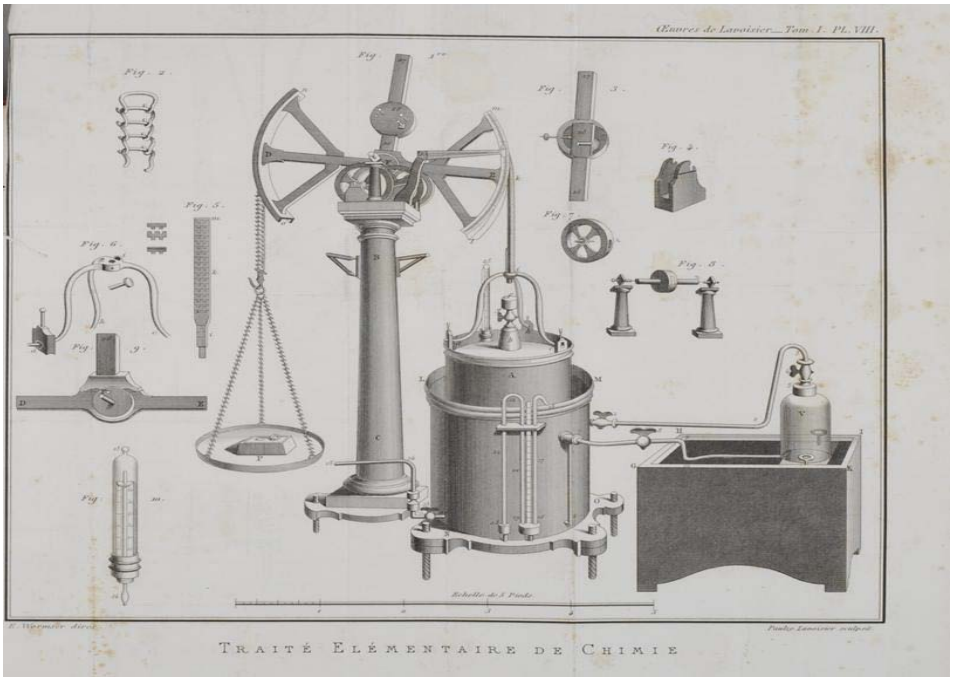


Figura 4. Diseño del Gasómetro realizado por Marie Anne Paulze. *(Traité Elementaire de Chimie)*

6. CONCLUSIONES

Marie Anne Paulze debe ser considerada no sólo una mujer culta e inteligente, políglota, matemáticamente capaz, secretaria, ayudante de laboratorio -todo ello no sería poco- sino que debemos admitir que era una excelente grabadora-dibujante, preparada y bien dotada. Todas estas dotes las explota con gran claridad y de una forma didáctica para ilustrar el funcionamiento de cualquier aparato o montaje que se pretenda mostrar para que, un observador no educado, lo pueda comprender de una forma simple. En su afán didáctico por presentar los aparatos y montajes experimentalmente no deja nada a la imaginación del lector y con una capacidad de síntesis extraordinaria, en sus grabados, resalta las características fundamentales de cada uno de los elementos expuestos. Su trabajo en este campo de la didáctica sirve para comprender su enorme contribución en la divulgación de la química moderna

Cuando iniciamos nuestras investigaciones sobre Marie Anne Paulze, nos preguntábamos si sería una *salonnière* o una científica: hoy no tenemos duda de que sus contribuciones y actuaciones son las típicas de una auténtica científica [PINTOS Y BERMEJO, 2008 y 2011] y debemos,

consiguientemente, rescatar su figura del olvido de la historia y utilizarla como un personaje a considerar y presentar a todo el alumnado actual.

BIBLIOGRAFÍA

BRET, P. (1995) "La enseñanza durante la revolución química en el Arsenal: el curso de Gengembre en la Escuela de Pólvora (1785)". En: P. Aceves Pastrana (ed.) *Las Ciencias Químicas y Biológicas en la formación de un mundo nuevo*. México, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, 48-62.

EAGLE, C. T. Y SLOAN, J. (1998) **"**Marie Anne Paulze Lavoisier: The Mother of Modern Chemistry". *The Chemical Educator, 1/3(5)*, 01-18

KAWASHIWA, K. (2004) "Marie Anne Lavoisier (1758-1836): une vie, deux révolutions, la révolution chimique et la Révolution française"*. Kagakushi kenkyu (Journal of history of science)* Japan, (31), 65-95.

LAVOISIER, A. L. DE (1864) *Traité élémentaire de chimie: présenté dans un ordre nouveau et d´après les découvertes modernes.* Paris, Chez Cuchet 1789 (de l´imprimerie de Chardon) 3 v. 8ª.

PEUMERY, J.J. (2000) "Marie-Anne Pierrette Paulze, épouse et collaboratrice de Lavoisier, Vesalius"*. Official journal of the International Society for the History of Medicine*, *VI(2)*, 105-113.

PINTOS BARRAL, X. Y BERMEJO PATIÑO, M. R. (2010) "Marie Anne Paulze, ilustradora e deseñadora industrial". *Boletín das ciencias*, *Ano 23, (71),*81-82

PINTOS BARRAL, X. Y BERMEJO PATIÑO, M. R. (2008) "Marie Anne Pierrette Paulze: ilustrada ou científica". *Boletín das ciencias*, *Ano 21 (66*), 81-83

YOUNG, A. (1792) *Young's Travels in France during the Years 1787, 1788, 1789,* ed. Miss Betham-Edwards (London, George Bell and Sons, 1909). http://oll.libertyfund.org/titles/292, visitada el 25.XII.2014.

GONZÁLEZ REDONDO, F. A. (coord.) (2015) *Ciencia y Técnica entre la Paz y la Guerra. 1714, 1814, 1914*. Madrid, SEHCYT, pp. 841-848.

EVOLUCIÓN DE LA TABLA PERIÓDICA DESDE MENDELÉIEV HASTA MOSELEY (1869-1914)

Pascual Román Polo[(1)], Eduardo J. Fernández Garbayo[(2)]

(1) Universidad del País Vasco (UPV/EHU), Bilbao, España, pascual.roman@ehu.es
(2) Universidad de La Rioja, Logroño, España, eduardo.fernandez@unirioja.es

Resumen

La tabla periódica de los elementos es una obra colectiva, que se inicia con los antiguos filósofos griegos, con grandes contribuciones, tanto en la búsqueda de los elementos como en su organización. Lavoisier (1789) publicó una lista de treinta y tres sustancias simples.

Durante el siglo XIX se descubrió un gran número de elementos químicos lo que requería alguna clasificación. Döbereiner (1817, 1829) estableció la ley de las tríadas relacionando las propiedades de los elementos y su peso atómico. Lenssen (1857) fue capaz de ordenar en veinte tríadas los 58 elementos conocidos.

Cannizzaro (1858) definió con claridad el concepto de peso atómico y el modo de determinarlo. Béguyer de Chancourtois (1862) estableció el concepto de periodicidad química disponiendo los elementos químicos en orden de su peso atómico creciente sobre una espiral inscrita en torno a un cilindro. Odling y Meyer (1864) publicaron sendas tablas periódicas basadas en la presencia de la periodicidad de las propiedades químicas y el peso atómico. Newlands (1865) publicó su primera clasificación de los elementos, ordenándolos en una tabla de once grupos: la ley de las octavas. Hinrichs (1867) organizó los elementos químicos en un formato radial.

Mendeléiev (1869) estableció su ley periódica donde los elementos se organizaban en orden creciente de los pesos atómicos y sus propiedades químicas. Predijo la existencia de nuevos elementos, dejó huecos para los elementos aún sin descubrir, corrigió algunos pesos atómicos y a otros los cambió de lugar en la tabla periódica.

Moseley (1913,1914) estableció, en dos artículos fundamentales, la ley que lleva su nombre, que relaciona la frecuencia de las líneas espectrales de los rayos X de cada elemento (ν) con su número atómico (Z). Su estudio abarcó los elementos del aluminio al oro. Moseley predijo la existencia de tres nuevos elementos entre el hidrógeno y el uranio.

Palabras Clave: Tabla periódica, elemento químico, clasificación, evolución, Mendeléiev, Moseley.

EVOLUTION OF THE PERIODIC TABLE SINCE MENDELEEV TO MOSELEY (1869-1914)

Abstract

The periodic table of the elements is a collective work, which begins with the ancient Greek philosophers, with great contributions, in the search of the elements and their organization. Lavoisier (1789) published a list of thirty-three simple substances.

During the nineteenth century a large number of chemical elements which required some classification was discovered. Döbereiner (1817, 1829) established the law of triads relating the properties of the elements and their atomic weight. Lenssen (1857) was able to order in twenty triads 58 known elements.

Cannizzaro (1858) clearly defined the concept of atomic weight and how to determine it. Beguyer of Chancourtois (1862) established the concept of chemical periodicity arranging chemical elements in order of increasing atomic weight recorded on a spiral around a cylinder. Odling and Meyer (1864) reported periodic tables paths based on the presence of the periodicity of the chemical properties and atomic weight. Newlands (1865) published its first classification of the elements, arranging them in a table of eleven groups: the octaves law. Hinrichs (1867) organized the chemical elements in a radial format.

Mendeleev (1869) established his periodic law where the elements were arranged in order of increasing atomic weights and chemical properties. He predicted the existence of new elements, left gaps for undiscovered elements, corrected some atomic weights and he changed some others places in the periodic table.

Moseley (1913-1914) established in two key articles, the law that bears his name, which relates the frequency of the spectral lines of the X-rays of each element (ν) with atomic number (Z). His study covered the elements from aluminium to gold. Moseley predicted the existence of three new elements between hydrogen and uranium.

Keywords: Periodic table, Chemical element, Classification, Evolution, Mendeleev, Moseley.

1. ANTECEDENTES DE LA TABLA PERIÓDICA DE LOS ELEMENTOS QUÍMICOS

La tabla periódica de los elementos químicos está basada en la disposición de los elementos químicos y su ordenación según el orden creciente de su peso atómico (diversos autores, entre los que destaca Mendeléiev) o su número atómico (Moseley) para enfatizar sus propiedades físicas y químicas. Tras la propuesta de los filósofos griegos de los cuatro elementos: agua, aire, fuego y tierra -a los que Aristóteles añadió el éter– y la de los cinco elementos por los filósofos chinos: agua, fuego, madera, metal y tierra, unos y otros trataron de explicar la cosmología, se presentaron en diversas tablas en las que se destacaban diversas relaciones matemáticas en sus pesos atómicos: tríadas, tétradas, octavas,… La tabla periódica no ha dejado de evolucionar con propuestas muy sugestivas hasta las realizadas por los considerados padres de la tabla periódica moderna: Dimitri Ivánovich Mendeléiev (1834-1907) en 1869 y Henry Gwyn Jeffreys Moseley (1887-1915) en 1913-1914. Entre los precursores, es necesario citar a un importante número de científicos.

Fue Antoine Lavoisier (1743-1794) el primero en proponer una lista con treinta y tres sustancias simples en 1789 publicada en su famoso libro *Traité élémentaire de chimie*. Durante el siglo XIX un gran número de científicos fueron ampliando y mejorando esta tabla. Así, John Dalton (1766-1844) presentó una tabla con veinte elementos, sus símbolos y sus 'pesos atómicos' en 1808. Poco después, William Prout (1785-1850), estableció en 1815 su hipótesis: "Los pesos atómicos de los elementos son múltiplos enteros del peso atómico del hidrógeno". En 1829, Johann Döbereiner (1780-1849) estableció la ley de las tríadas al observar que familias de tres elementos adyacentes mostraban propiedades químicas semejantes como: litio, sodio y potasio; calcio, estroncio y bario; cloro, bromo y yodo; azufre, selenio y telurio; y hierro, cobalto y níquel. En 1831, Charles Daubeny (1795-1867) presentó una tabla con varios elementos químicos junto con sus pesos atómicos y símbolos. Leopold Gmelin (1788-1853) ordenó 53 elementos en varias tríadas y tétradas (1843). En 1857, Ernst Lenssen ordenó 58 elementos químicos en 20 tríadas. Stanislao Cannizzaro (1826-1910)

publicó en 1858 su texto *Sunto di un corso di filosofía chimica* (1858) que sirvió de guía en el Congreso de Karlsruhe (1860) para establecer la diferencia entre peso atómico, peso molecular y peso equivalente. En Cannizzaro se inspiraron, entre otros: Mendeléiev, Meyer y Odling. En 1862, Alexandre-Émile Béguyer de Chancourtois (1820-1886) ordenó 58 elementos en su *tornillo telúrico* -una hélice de papel enrollada en torno a un cilindro- en el que mostraba la periodicidad entre ellos. En 1864, Julius Lothar Meyer (1830-1895) presentó una tabla con 28 elementos ordenados por sus pesos atómicos, mientras que William Odling (1829-1921) publicó una tabla con 57 elementos que se parecía en gran medida a la primera versión de la tabla periódica propuesta por Mendeléiev en la que adelantó el concepto de periodicidad. Un año más tarde, John Alexander Reina Newlands (1837-1898) estableció *la ley de las octavas* que contenía 62 elementos ordenados por sus equivalentes y que asemejaba a la escala musical. En 1867, Gustav Hinrichs (1836-1923) organizó los elementos químicos en espiral en orden creciente de sus pesos atómicos. Meyer diseñó en 1868 una tabla periódica basada en la diferencia de sus pesos atómicos crecientes, que por razones desconocidas no fue publicada, y se le recuerda como el gran competidor de Mendeléiev sobre quién de los dos fue el precursor de la tabla periódica moderna de los elementos químicos.

2. LOS PADRES DE LA TABLA PERIÓDICA MODERNA DE LOS ELEMENTOS QUÍMICOS: MENDELÉIEV Y MOSELEY

En 1869, Dimitri Ivánovich Mendeléiev publicó la primera versión de la tabla periódica moderna el 17 de febrero, según el calendario juliano, como puede observarse en la figura 1. En ella se aprecian 63 elementos ordenados por orden creciente de sus pesos atómicos según una ley periódica, con algunos interrogantes detrás del valor del peso atómico en algunos elementos, además, incluyó un signo de interrogación en el lugar del símbolo en otros que creía debían situarse en esos huecos. Mendeléiev dudaba acerca de la corrección de algunos valores. Lo más sorprendente fue la capacidad de Mendeléiev de predecir nuevos elementos no descubiertos todavía y a los que el químico ruso adelantó sus propiedades químicas en base a las propiedades de sus vecinos. Meyer puso más énfasis en las propiedades físicas de los elementos, pero no se atrevió a predecir la existencia de nuevos elementos entre los huecos existentes de su tabla. Las predicciones de Mendeléiev estimularon a muchos científicos en la búsqueda de los nuevos elementos predichos por el químico ruso. Así en 1875, el francés Paul-Émile Lecoq de Boisbaudran (1838-1912) descubrió el galio -el eka-aluminio de Mendeléiev-, el sueco Lars Fredrik Nilson (1840-1899) aisló el escandio -el eka-boro según Mendeléiev- en 1879 y el alemán Clemens Winkler (1838-1904) descubrió el germanio -el eka-silicio de Mendeléiev- en 1886. Estos hallazgos consagraron la ley periódica de Mendeléiev y dieron una gran fama a su autor. La tabla periódica de los elementos es una obra colectiva en la que han participado un gran número de científicos. Además, de los precursores que avanzaron los conceptos de periodicidad y orden basado en el peso atómico, también son importantes las aportaciones de nuevas técnicas como la espectroscopía (1858) descubierta por los alemanes Robert Bunsen (1811-1899) y Robert Kirchhoff (1824-1887) que permitió el desarrollo del análisis espectral y condujo al hallazgo de un gran número de nuevos elementos como antes había ocurrido con el descubrimiento de la pila eléctrica (1800) del italiano Alessandro Volta (1745-1827) y su aplicación a la electrolisis por Humphry Davy (1778-1829) que descubrió el sodio, potasio, calcio, magnesio, bario y boro. Bunsen y Kirchhoff utilizando el análisis espectroquímico descubrieron el cesio (1860) y el rubidio (1861).

Desde el descubrimiento de la espectroscopía, la definición de peso atómico establecido por Cannizzaro y su aceptación tras el Congreso de Karlsruhe y las predicciones de Mendeléiev en su versión de la tabla periódica se produjo un incremento sin precedentes en el número de nuevos

elementos descubiertos entre 1858 y principios del siglo XX. En la figura 2 se muestra la evolución del descubrimiento de los elementos químicos entre 1850 y 1925 [ROMÁN, 2008, p. 131]. Sin duda alguna, el periodo más productivo en cuanto al número de elementos encontrados en la historia de la ciencia. Mendeléiev no sólo realizó las predicciones que se han citado sobre los elementos galio, escandio y germanio, sino que predijo a lo largo de su vida hasta un total de 16 predicciones como recoge Scerri en su magnífico libro *The Periodic Table: Its Story and Its Significance* [SCERRI, 2007, p. 142] que se han adaptado en la tabla 1. La mitad de estas predicciones fue corroborada años más tarde con el hallazgo de los elementos predichos por el genial químico ruso, pero la otra mitad no fue encontrada. Los casos más difíciles de justificar fueron el éter y el coronio (o newtonio) con un peso atómico de 0,4 y 0,17, respectivamente. A finales del siglo XIX, los físicos realizaron un gran número de descubrimientos científicos que cuestionaron la ley periódica de Mendeléiev y su tabla periódica. En la tabla 2 se muestran dichos descubrimientos junto con el aislamiento de cinco gases nobles. En principio, estos elementos no tenían cabida en la tabla de Mendeléiev. El problema se solucionó cuando Ramsay añadió un nuevo grupo: el grupo 0, donde se ubicaron los gases nobles. Por otro lado, los descubrimientos de los rayos X, la radiactividad y el electrón hacían pensar que los átomos eran divisibles y estaban compuestos por partículas más pequeñas. Estos fenómenos no se soportaban con la ley periódica de Mendeléiev. De hecho, Mendeléiev utilizó el éter para tratar de justificar el fenómeno de la radiactividad.

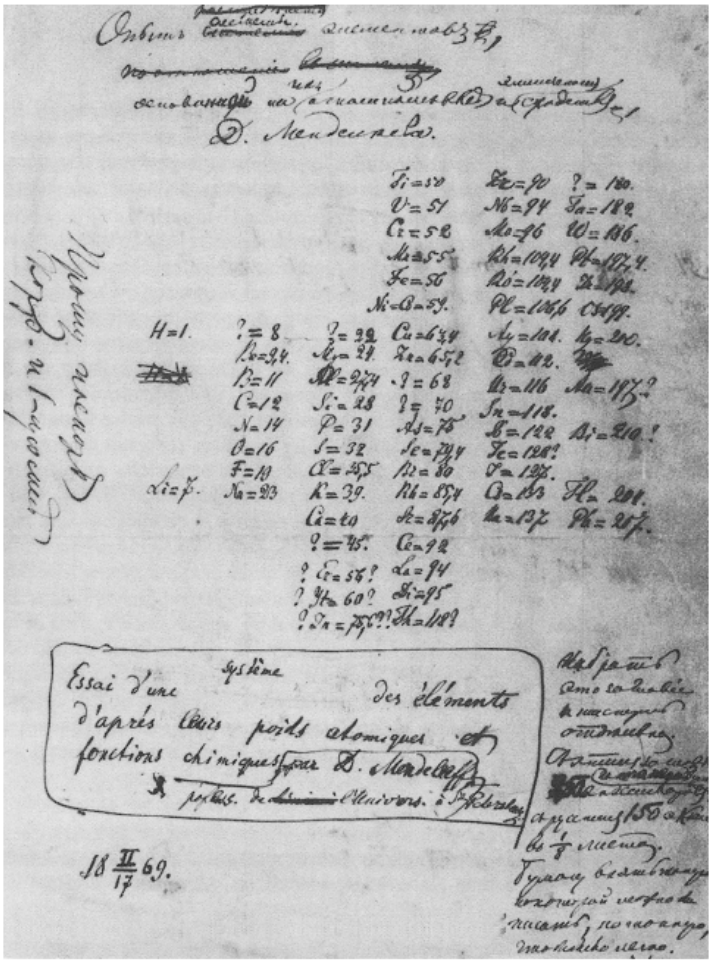


Figura 1. Borrador de la primera versión de la tabla periódica moderna de Mendeléiev (1869) (LÉVY, 2011).

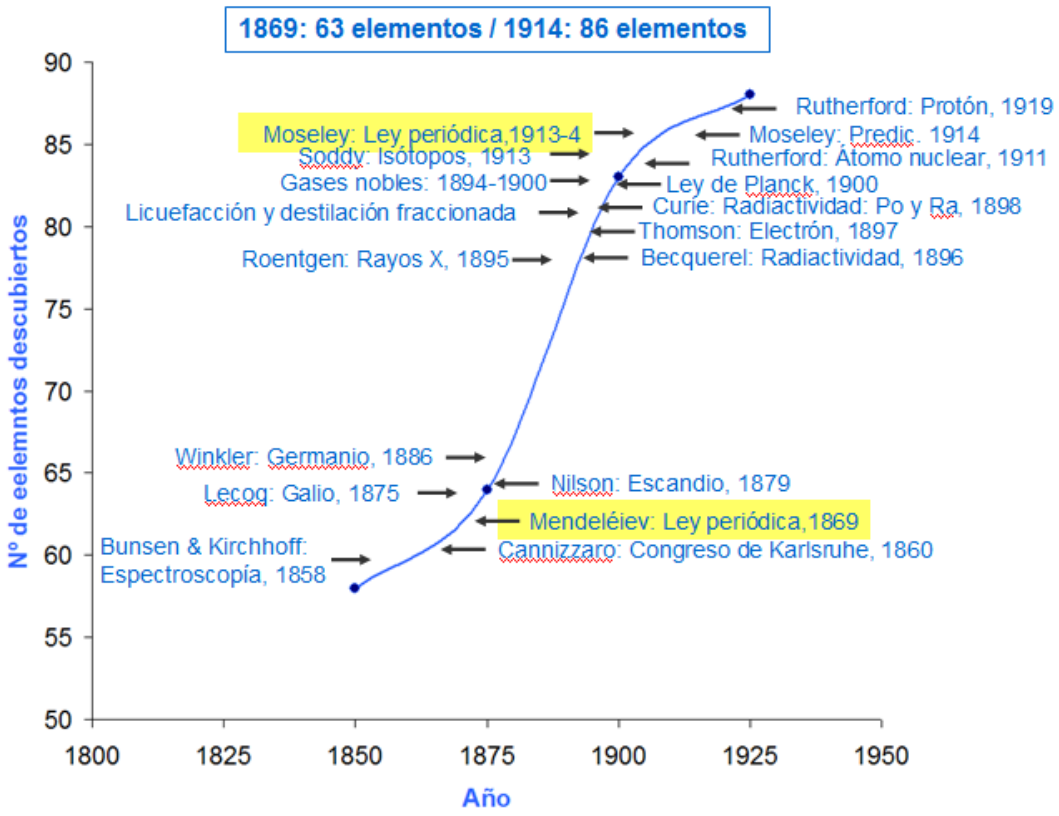


Figura 2. Evolución del descubrimiento de los elementos químicos (1850-1925) (ROMÁN, 2008, p. 131).

Tabla 1. Predicciones acertadas y falladas de Mendeléiev [SCERRI, 2007, p. 142].

Nombre del elemento dado por Mendeléiev	Peso atómico predicho	Peso atómico medido	Nombre definitivo (año del hallazgo)
Coronio	0,4	No encontrado	No encontrado
Éter	0,17	No encontrado	No encontrado
Eka-boro	44	44,6	Escandio (1879)
Eka-cerio	54	No encontrado	No encontrado
Eka-aluminio	68	69,2	Galio (1875)
Eka-silicio	72	72,0	Germanio (1886)
Eka-manganeso	100	99	Tecnecio (1939)
Eka-molibdeno	140	No encontrado	No encontrado
Eka-niobio	146	No encontrado	No encontrado
Eka-cadmio	155	No encontrado	No encontrado
Eka-yodo	170	No encontrado	No encontrado
Eka-cesio	175	No encontrado	No encontrado
Tri-manganeso	190	186	Renio (1925)
Dvi-telurio	212	210	Polonio (1898)
Dvi-cesio	220	223	Francio (1939)
Eka-tántalo	235	231	Protactinio (1917)

Tabla 2. Descubrimientos realizados por los físicos desde 1894 hasta 1914 que cuestionaron la tabla periódica de Mendeléiev (Elaboración propia a partir de la bibliografía consultada).

Año	Descubrimiento	Autores
1894	Aislamiento del argón	Ramsay y Rayleigh
1895	Descubrimiento de los rayos X	Roentgen
	Aislamiento del helio	Ramsay, Cleve y Langlet
1896	Descubrimiento de la radiactividad natural	Becquerel
1897	Descubrimiento del electrón	Thomson
1898	Aislamiento del polonio y el radio	Esposos Curie
	Aislamiento del kriptón	Ramsay y Travers
	Aislamiento del neón	Ramsay y Travers
	Aislamiento del xenón	Ramsay y Travers
1900	Aislamiento del radón	Dorn
	Ley de Planck	Planck
1904	Modelo atómico de Thomson o del pudin de pasas	Thomson
1911	Teoría nuclear de Rutherford o del átomo nuclear	Rutherford
1913	Modelo atómico de Bohr	Bohr
	Descubrimiento de los isótopos	Soddy
1913-14	Ley de Moseley o de los números atómicos	Moseley

Fue el joven físico británico, Henry Gwyn Jeffreys Moseley, quien solucionó de forma magistral los problemas que la ley periódica de Mendeléiev no era capaz de resolver. Para ello hubo que hacer un cambio de modelo: los elementos químicos debían ordenarse en la tabla periódica por su número atómico y no por su peso atómico. Moseley procedía de una ilustre familia de científicos. Sus dos abuelos fueron profesores de universidad y miembros de la *Royal Society* de Londres al igual que su padre, que falleció cuando Henry no había cumplido los cuatro años. Su madre se ocupó de darle una educación esmerada en centros vinculados a la Universidad de Oxford. Estudió en *Summer Fields School* (Oxford, 1896-1901), fue becario *King's Scholar* en *Eton College* (1901-1906) y *Millard Scholar* en el *Trinity College* (Oxford, 1906-1910). En septiembre de 1910 entró en el laboratorio de Física de la Universidad de Manchester que dirigía Ernest Rutherford (1871-1937), premio Nobel de Química en 1908), como ayudante de clases prácticas. Trabajaba más de quince horas al día en sus tareas docentes e investigadoras y comía frugalmente. Se inició en el estudio de la radiactividad y aprendió el manejo de las técnicas de alto vacío. En julio de 1912 conoció los experimentos de Laue, Friedrich y Knipping sobre la difracción de los rayos X por los cristales. Con permiso de Rutherford comenzó sus investigaciones sobre la difracción de los rayos X independientemente de su maestro y mentor. Moseley estaba interesado en reconciliar los experimentos de Laue con los de William H. Bragg (1862-1942) sobre la naturaleza ondulatoria. Visitó a Bragg, que era profesor en la Universidad de Leeds, quien le instruyó en las técnicas de difracción. Adoptó su ecuación, $n\lambda = 2d\,\mathrm{sen}\,\theta$, y su método. Introdujo un cambio en el detector al sustituir la cámara de ionización de Bragg por la placa fotográfica. Aquel año de 1912 se incorporó al equipo de Rutherford el físico danés Niels Bohr (1885-1962), que trataba de adaptar la estructura nuclear de Rutherford a la teoría cuántica de Planck (1858-1947). En otoño de 1912, Moseley recibió la beca John Harling, un industrial de Manchester, que le permitió dedicarse íntegramente a la investigación.

En colaboración con su amigo el físico matemático Charles Galton Darwin (1887-1962) publicó en julio de 1913 un interesante artículo titulado *The Reflexion of the X-rays*. Tras este primer trabajo Darwin decidió abandonar el estudio de los rayos X. En el verano de 1913, Moseley comenzó sus estudios en solitario de irradiar distintos metales con los rayos X. Para aumentar la capacidad de

análisis de su equipo de rayos X, inventó un dispositivo que le permitía cambiar el anticátodo sin interrumpir el vacío en el tubo de rayos X. Comprobó que la frecuencia de las líneas espectrales de los rayos X estaba relacionada con el número atómico (Z) y no lo estaba con el peso atómico (A). En diciembre, publicó la primera parte de su genial artículo *The High-Frecuency Spectra of the Elements* [MOSELEY, 1913, 26, 1024-1034]. La segunda parte de este artículo la publicó en abril de 1914 [MOSELEY, 1914, 27, 703-713] cuando ya se hallaba en la Universidad de Oxford tras haber rechazado una plaza que le ofreció Rutherford para que se quedara a su lado en la Universidad de Manchester. En mayo de aquel año recibió la visita del gran científico francés Georges Urbain (1872-1938), profesor de Química en la Universidad de La Sorbona, quien en 1907 había descubierto el lutecio (Z = 71) utilizando las técnicas de cristalización fraccionada y creyó haber descubierto el elemento Z = 72, al que denominó celtio. Urbain llevó un gran número de muestras de tierras raras con el fin de verificar la presencia del celtio. Moseley realizó el análisis de las muestras con su equipo de rayos X en una semana. A Urbain, aquella caracterización le había llevado veinte años. Moseley no halló el celtio, lo que ocasionó una gran decepción a Urbain, pero reconoció el genio del joven científico británico. En junio, acompañado de su madre, visitó Canadá y Australia para asistir al congreso de la *British Association for the Advancement of Science*. Tomó parte activa en la discusión sobre la estructura de la materia en Melbourne. En Sidney, presentó sus más recientes e interesantes investigaciones sobre los espectros de rayos X de las tierras raras. Durante su estancia en Australia estalló la I Guerra Mundial (28/7/1914). Tras conocer la noticia, en el mes de agosto se alistó como voluntario en la 38ª Brigada del *Royal Engineers* como oficial de transmisiones. Ni los ruegos de su familia ni los de Rutherford ni el rechazo inicial de los ingenieros le hicieron desistir de lo que consideraba su deber. Lo había aprendido durante su estancia en *Summer Fields School*, *Eton College* y *Trinity College*. Tras ocho meses de entrenamiento, su brigada desembarcó en la Península de los Dardanelos (o Galípoli) el 13 de julio de 1915. Luchó valerosamente en el ataque de su unidad los días 6 al 8 de agosto en Galípoli. Murió el 10 de agosto de un disparo en la cabeza de un francotirador turco cuando estaba telefoneando una orden militar a su división a los 27 años [ROMÁN, 2014, 12, 4-21].

En las figuras 3 y 4 se muestran las gráficas que acompañaban a cada una de las dos partes de su artículo publicadas en 1913 y 1914. La de la figura 3 se conoce como escalera de Moseley y en ella se ven las líneas espectrales de los elementos entre el calcio y el latón. En cada elemento se aprecia una línea más intensa ($K\alpha$) y otra más suave ($K\beta$) que se van desplazando hacia a la izquierda cuando se desciende del Ca al latón. Se aprecia que falta un escalón, el correspondiente al escandio, que Moseley no pudo utilizar por ser muy caro. Además, se observa que en lugar de emplear cinc usa latón –una aleación de cobre y cinc– con lo que demostró la presencia de las líneas espectrales de rayos X de los dos metales, poniendo de manifiesto que su método era un poderoso método de análisis cualitativo. Con la figura 4 demostró que el orden de los elementos químicos en la tabla periódica era función de sus números atómicos. De esta gráfica se obtiene la ley de Moseley o de los números atómicos, $\nu = A\,(Z - b)^2$, donde ν es la frecuencia de las líneas espectrales de rayos X de cada elemento, Z es el número atómico y A y b son dos constantes de cada familia de líneas espectrales. Moseley representó el número atómico en el eje de ordenadas junto con el símbolo del elemento correspondiente frente a la raíz cuadrada de la frecuencia de las líneas espectrales en el eje de abscisas, y se observa la proporcionalidad entre ν y Z, $\nu^{1/2} \propto Z$. En esta gráfica se muestran las líneas espectrales de rayos X de los elementos químicos comprendidos entre el aluminio (Z = 13) y el oro (Z = 79). En ella, se observa que Moseley reparó la inversión del orden en los pesos atómicos de la tabla periódica de Mendeléiev en las parejas, Ar – K, Co – Ni y Te – I, al utilizar el número atómico. Además, dejó tres huecos para los elementos químicos de números atómicos 43, 61 y 75, que se aislaron años después de su muerte. La ley de Moseley establecía con total claridad que entre el hidrógeno y el helio no podía haber ningún elemento como pretendía Mendeléiev con el éter y el

coronio o newtonio). Además, Moseley con su ley justificó el átomo nuclear de Rutherford. Niels Bohr en una entrevista de prensa concedida el año de su muerte dijo: “Realmente el trabajo de Rutherford [el átomo nuclear] no fue tomado en serio. No podemos entenderlo hoy, pero no fue tomado en serio en absoluto. No había ninguna mención de él en ningún lugar. El gran cambio se produjo con Moseley” [KHUN, 1962].

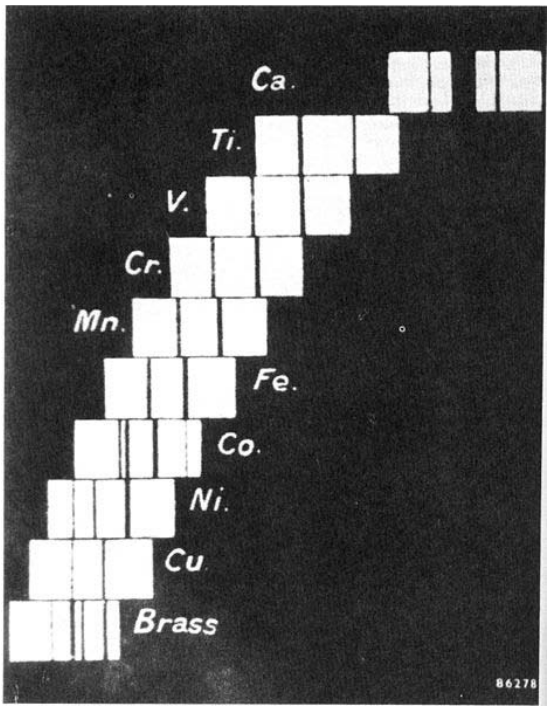


Figura 3. Escalera de Moseley [MOSELEY, 1913, 26, plate XXIII].

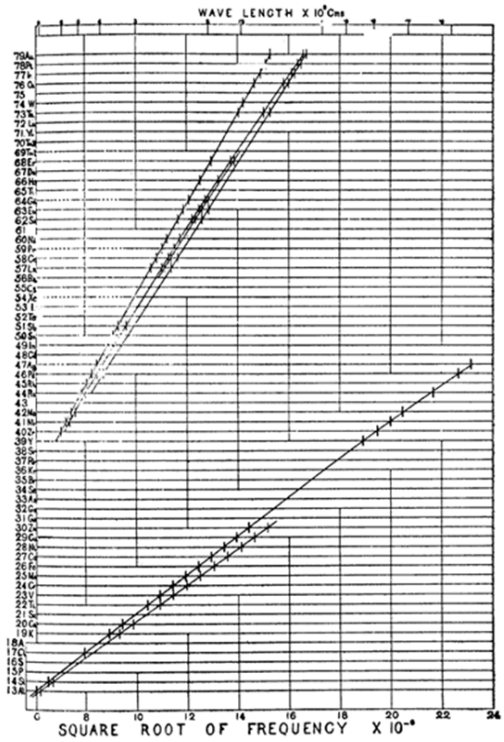


Figura 4. Datos de Moseley como se recogen en la segunda parte de su artículo [MOSELEY, 1914, 27, 709].

BIBLIOGRAFÍA

KUHN, T.S., ROSENFELD, L., RUDINGER, E. Y PETERSEN, A. (1962) “Interview with Niels Bohr at Prof. Bohr’s Office, Calsberg, Copenhagen, Denmark, October 31, 1962”, http://bit.ly/1rljE3p, visitada el 13/10/2014.

LEVY, N. (2011) “La classification périodique de Lavoisier à Mendeleïev”. *CultureSciencesChimie*, http://bit.ly/1qi6PYh, visitada el 13/10/2014.

MOSELEY, H.G.J. (1913) “The High-Frequency Spectra of the Elements”. *Phil. Mag*, *26(156)*, 1024-1034.

MOSELEY, H.G.J. (1914) “The High-Frequency Spectra of the Elements. Part II”. *Phil. Mag*, *27(157-62)*, 703-713.

ROMÁN, P. (2008) *Mendeléiev, el profeta del orden químico*. 2ª edición. Madrid, Nivola, p. 131.

ROMÁN, P. (2014) “Henry Moseley: rayos X, tabla periódica y guerra”. *conCiencias.digital*, *12(13)*, 4-21 y referencias allí incluidas.

SCERRI, E. (2007) *The Periodic Table: Its Story and Its Significance*. Nueva York, Oxford University Press, p. 142.

GONZÁLEZ REDONDO, F. A. (coord.) (2015) *Ciencia y Técnica entre la Paz y la Guerra. 1714, 1814, 1914*. Madrid, SEHCYT, pp. 849-856.

INVESTIGACIÓN BÁSICA Y DESARROLLO TECNOLÓGICO. LA RESPUESTA DE LA QUÍMICA EN PERÍODOS DE CONFLICTOS BÉLICOS

Luis Ángel García Castresana[(1)], José Mª Castresana Pelayo[(2)]

(1) UPV/EHU, Dpto Ingeniería Química, Leioa, España, luisangel.garcia@ehu.es
(2) UPV/EHU, Dpto Ingeniería Química, Leioa, España, josemaria.castresana@ehu.es

Resumen

Desde el principio de los tiempos la raza humana ha venido utilizando diversas manifestaciones de la ciencia química.

Desde las primeras expresiones pictóricas en las cavernas y el comienzo de la manipulación de los alimentos, pasando por el curtido de pieles animales, los tintes y piezas de cerámica, el hombre ha ido desarrollando los conocimientos necesarios para, apoyándose en la química, emprender una carrera de descubrimientos que hicieran más próspero y floreciente su entorno social.

Las diversas civilizaciones que se han ido turnando en el liderazgo político en el mundo, han llegado a su lugar de predominio, debido en buena parte a los conocimientos adquiridos y desarrollados de las diferentes ramas de la ciencia.

La Historia nos demuestra que los conflictos entre estados comenzaban por una escasez de recursos naturales propios y en definitiva, de riqueza en la sociedad, y por el contrario en un patrimonio apetecible en la civilización vecina. Y los tiempos de guerra implican una necesidad imperiosa y acuciante de recursos de todo tiepo, para satisfacer la demanda del esfuerzo bélico.

En estos casos, veremos como el desarrollo científico se presenta en primera línea de combate en los desafíos bélicos. En la química en particular, observaremos como grandes descubrimientos y adelantos científicos, se han debido en parte a la necesaria contribución de la comunidad científica al esfuerzo bélico nacional.

Palabras Clave: Química, Desarrollo científico, Recursos naturales, Guerra.

BASIC RESEARCH AND TECHNOLOGY DEVELOPMENT. RESPONSE OF SCIENTIFIC CHEMISTRY IN PERIODS OF CONFLICTS

Abstract

Since the beginning of time, human being has been using different chemical science manifestations. Humans have evolved beginning with the first cavern pictures and food manipulation, going through working hide, dying, and pottery. The human being has developed the necessary knowledge to discover improvements that would make his social environment more thriving based on chemistry.

The various civilization that have been alternating on top of the world politics, had reach that position of power, due to the knowledge acquired and developed on the different fields of science.

History demonstrates that conflicts between states started by a lack of own natural resources, which led to a lack of society richness, and on the other hand an appealing patrimony in the neighbour

civilization. Also war times imply a need of resources at all times in order to satisfy the demand of military effort.

In those cases, we see how the scientific development is a major point in the first combat line. In chemistry in particular, we will see how big discoveries and scientific improvements have been made due to the necessary contributions of the scientific community to the national military effort.

Keywords: Chemistry, Scientific development, Natural resources, War.

1. INTRODUCCIÓN. IMPACTO DE LA QUÍMICA EN EL DESARROLLO DE LA SOCIEDAD

Es bien conocido que desde el principio de la historia la raza humana ha utilizado la química como herramienta de avance y desarrollo social. Desde la utilización del fuego para calentarse, cocinar alimentos, o fundir metales y construir objetos de cerámica y vidrio, hasta la utilización de pigmentos para pintar las cavernas y con el paso del tiempo, teñir las ropas. En Egipto se procedía a la momificación de los difuntos y a la producción de perfumes.

A todo ello hay que añadir la utilización de diversos procesos que eran utilizados en la curación de las personas, hasta que en el siglo XVI, Paracelso promovió el movimiento que desembocaría en la farmacología.

En esta comunicación se citará en ocasiones los productos de “doble uso”, atendiendo a la doble vertiente en el uso de un elemento de tal manera que, según sea dicha utilización o consumo, puede servir para aumentar la esperanza de vida o puede acabar en drogadicción, en el caso de los fármacos, o para allanar el camino de los mineros o servir de arma de destrucción, en el caso de los explosivos.

Durante el siglo XVIII aparecieron los primeros procesos de producción a nivel industrial de productos químicos, como fueron el Método de las Cámaras de Plomo para la producción de ácido sulfúrico y el Método Leblanc de obtención de carbonato sódico; ambos procesos han resultado vitales en el desarrollo de la humanidad, si bien a lo largo del tiempo han ido teniendo modificaciones importantes (proceso de contacto, en el caso del sulfúrico) e incluso, como es el caso del Método Leblanc, han sido sustituidos por otros más eficientes, como el Solvay.

Con la Revolución Industrial se produjo un fenómeno no conocido hasta la fecha, como fue la migración de una gran cantidad de personas desde el campo hacia las grandes urbes donde se construían las nuevas factorías que demandaban sin cesar abundante mano de obra.

Este éxodo masivo hacia las ciudades venía también justificado en parte por la superpoblación que se desarrolló durante la etapa industrializadora en Europa y que ya en el año 1798 Malthus había avanzado al respecto, que ese ritmo de crecimiento en la población no podría ser soportado por la producción de alimentos, lo que indudablemente acarrearía hambre y miseria entre la población Brock [1998, p. 542], lo que, según Keegan [1994, p. 223], provocaría conflictos bélicos entre los Estados.

Ello produjo un hacinamiento generalizado en las ciudades que demostraron no estar preparadas para acoger a un número tan elevado de personas. Afloraron problemas de salubridad e higiene debido a la escasez de infraestructuras sanitarias, e incluso aparecieron epidemias debido a la mala calidad de las aguas. Para solucionar estos problemas se acudió en gran medida a la química.

Y la química respondió con la investigación en el sector alimentario (en García Castresana [2011, p.6] se menciona las graves adulteraciones que en el siglo XIX se venían practicando en los alimentos y se instaba a las autoridades a su persecución y castigo ejemplar) y fitosanitario, con la creación de Institutos y Laboratorios que aportaron el uso de plaguicidas, o las vías de solución al problema de la fijación del nitrógeno.

No en vano, podemos observar en Brock [1998, p.543] cómo a finales del siglo XIX el químico W. Crookes (1832-1919) indicaba en su discurso en la British Association que "es el químico quien tiene que acudir a rescatar a las comunidades amenazadas. Es por medio del laboratorio como finalmente se puede convertir el hambre en abundancia" en referencia precisamente a la necesidad de obtener nitrógeno, dado que las reservas tradicionales de nitratos no resultaban suficientes para cubrir la gran demanda mundial.

En realidad se está hablando de la sutil frontera existente entre la legalidad y el uso, sobre todo si nos referimos a productos químicos de doble uso, o mejor, refiriéndonos a aquellos productos que son susceptibles de utilizarse en el buen camino o no.

Sectores como el de la alimentación, anteriormente mencionado, para el que si bien es cierto que la química supuso un adelanto importante, no es menos cierto que una mala praxis de esta ciencia suponía también pingües beneficios para productores desaprensivos que los adelantos en química analítica por ejemplo, les proporcionaban la posibilidad de enmascarar olores de alimentos en mal estado o encubrir el color característico de la descomposición mediante la utilización de colorantes, como indicaba Amos [1960, p. 5]. En 1887 se promulgó en Alemania la primera Legislación Alimentaria que prohibía expresamente la utilización de determinados metales en la manipulación de alimentos [GARCÍA CASTRESANA, 2011, p. 616].

Otro de los sectores es el de los fertilizantes y plaguicidas, en el que si bien se avanzó considerablemente en orden a resolver los problemas de la producción agraria, tanto en cuanto a optimización y eficiencia de los recursos, como en la lucha contra las plagas, en el siglo XX se pudo comprobar con tristeza cómo esos mismos productos eran utilizados de manera aviesa contra las personas.

Y por último, qué decir del sector de los explosivos que mejoró ampliamente las condiciones de extracción de los minerales en las minas y aceleró los grandes trabajos de infraestructuras en obras públicas y que, asimismo, sirvió para demostrar la faceta destructiva que puede esconder el ser humano en los campos de batalla del siglo XX.

2. ANTECEDENTES DE LA GUERRA QUÍMICA

Cuando se hace referencia a la guerra química en general, mentalmente nos ubicamos en la Gran Guerra de 1914 y ello se debe a que durante la misma se utilizaron gases químicos de forma masiva en operaciones de ataque a lo largo de un frente extenso por parte de los dos contendientes. Pero ello no significa que, con anterioridad, no se hubiera acudido a la química para utilizarla en conflictos armados. Desde los tiempos de las antiguas epopeyas escritas, los autores han relatado la utilización de flechas envenenadas, humos tóxicos y otras armas químicas, si bien poco sofisticadas.

Resulta interesante a este respecto, las investigaciones que Simon James de la Universidad de Leicester, aporta a los inicios de lo que podría denominarse guerra química, en sus estudios acerca de las excavaciones llevadas a cabo en la ciudad Siria de Dura-Europos [JAMES, 2011]. En su trabajo, James enlaza las excavaciones arqueológicas emprendidas en la década de 1920 por arqueólogos franceses y americanos, con el descubrimiento de una contramina excavada por los defensores romanos contra el feroz asedio a que fue sometida la ciudad por las tropas sasánidas, y abandonada definitivamente en el año 256 dC. En el interior del túnel se hallaron los cadáveres de 19 legionarios que, una vez investigado el hallazgo, éste reveló que los atacantes habían utilizado una mezcla de cristales de azufre y betún para producir una combustión, cuyos gases fueron aventados mediante fuelles, hacia las tropas defensoras que fallecieron por asfixia. A estos humos tóxicos se les denominaba en la época "la niebla que atrapa almas".

A esta acción ha acompañado a lo largo de los siglos, otras actuaciones como han sido el envenenamiento de aguas y alimentos, la utilización de cuerpos o prendas infectadas [es decir, guerra biológica] y el conocido como Fuego Griego [GARCÍA CASTRESANA, 2010, p. 134], cuya fórmula secreta no nos ha llegado, aunque todo apunta a que la invención de Kallinikos se encontrara compuesta por una mezcla de alquitrán, resinas, cal viva, petróleo y azufre.

Los avances de la ciencia en general y de la química en particular, a partir del siglo XIX, propiciaron la utilización en gran escala de gases tóxicos en la Primera Guerra Mundial y de otros componentes químicos en los campos de exterminio nazi durante la Segunda.

Ya durante la Guerra Fría, la utilización de este tipo de armamento limitó los movimientos del enemigo, como la utilización del defoliante agente naranja en Vietnam.

En la actualidad, el peligro de guerra química y bacteriológica se circunscribe prácticamente a la utilización por parte de grupos terroristas o de países no democráticos, ya que desde cualquier fábrica de productos químicos como fertilizantes o farmacológicos, está preparada para su obtención.

3. LA QUÍMICA ANTE LA GUERRA

En el apartado anterior ya se ha indicado someramente la utilización de la química con fines bélicos y a gran escala. Sin embargo, no sería justo mencionar que a su vez, la química sirvió de correa de transmisión en el desarrollo de otras ciencias y tecnologías a las que demandaba soluciones tecnológicas para obtener los productos que ya se había desarrollado en el laboratorio, pero a escala industrial.

Un ejemplo de ello supuso a principios del siglo XX, la Síntesis del Amoníaco propuesta por Fritz Haber (1868-1934). En un principio y ante las necesidades imperiosas de fertilizantes (nitrógeno) se obtuvo bajo unas condiciones de funcionamiento de 1000ºC, utilizando catalizadores de hierro. El desarrollo era de bajo rendimiento y poca relevancia comercial, hasta que Walter Nernst (1864-1941) resaltó la importancia de la presión a la que se producía el proceso. En 1909, Haber operó en condiciones de 500ºC a una presión de 200 atmósferas y utilizando catalizadores de osmio y hierro consiguió optimizar el proceso.

En 1913, la empresa BASF implantó en su factoría de Ludwigshafen la primera Planta Piloto de Síntesis de Amoníaco; para ello fue preciso involucrar al gigante metalúrgico alemán, KRUPP, ya que era necesario un convertidor capaz de operar en las condiciones requeridas, logro técnico en materiales no conseguido en aquellos años.

De esta manera, al año siguiente, ya en plena Guerra Mundial, la factoría de Ludwigshafen era capaz de producir 60000 toneladas al año de amoníaco. El proceso comercial estaba en marcha.

Este auténtico hito de la ciencia química, solucionaba el problema de las hambrunas, al facilitar el abonado intensivo en los campos y la producción de fertilizantes; también supuso un impulso importante en el estudio termodinámico de las reacciones gaseosas. Con la declaración de la guerra, Alemania se vio sometida a un embargo de todo tipo de materias primas y con su fábrica de amoníaco fue capaz de abastecer sus necesidades de alimentos, así como los explosivos militares basados en el nitrógeno.

El descubrimiento de Haber quedó parcialmente oscurecido, cuando se tuvo noticia que él era uno de los químicos que habían acudido al frente belga para dar instrucciones a los militares sobre la forma adecuada de utilizar los gases tóxicos, especialmente el gas dicloro, que se lanzaban sobre las líneas enemigas y que su equipo, entre los que se encontraban los futuros Premios Nobel James Frank, Gustav Hertz y Otto Hahn, había diseñado. De hecho, su primera esposa, química como él, se

suicidó al no poder soportar la idea de tanta muerte y destrucción causada por su marido, mientras se estaba desarrollando la Segunda Batalla de Yprès en mayo de 1915[1].

También es cierto que en el lado francés se encontraba ejerciendo la misma labor que Haber, el también Premio Nobel de Química de 1912 Victor Grignard (1871-1935). Haber lo recibió en 1918.

De esta manera, nos encontramos con la participación activa de científicos en el campo de batalla. En esta guerra se puso de manifiesto la intervención de los científicos en la causa nacional, como así lo constata la publicación del "Manifiesto de los 93"[2], haciendo "un llamamiento al mundo civilizado", que se puede estudiar en Sánchez [1995, pp. 121 y ss.], publicado el 4 de octubre de 1914, firmado por 93 intelectuales alemanes que se autoproclamaban "heraldos de la verdad" entre los que destacaban von Baeyer, Walter Nernst, Max Planck, Fritz Haber, Ostwald, etc., es decir, físicos, químicos, ingenieros, filósofos y artistas, entre los que destacaban no pocos Premios Nobel.

En este documento se contesta a otro emitido anteriormente por científicos y pensadores del bando aliado, condenando la invasión de Bélgica y Luxemburgo por las tropas aliadas y una serie de atrocidades cometidas por el ejército invasor.

La publicación del Manifiesto obtuvo rápida respuesta, concretamente un mes, por parte de la Acadèmie des Sciences francesa, así como de un grupo de historiadores de la Universidad de Oxford, el cual, a su vez, fue contestado por un nutrido grupo de Rectores y profesores de Universidades alemanas. En 1915 un grupo de más de 300 profesores de enseñanza superior francesa firmaron la "Petition des intellectuelles" y en 1916 salió a la luz el escrito "Les allemands et la science" del miembro de la Acadèmie Française, Paul Deschanel, en el que se decía que "como Alemania debe dominar a las otras naciones, la ciencia alemana debe ser superior a la de otros pueblos".

Pero probablemente la más firme contestación a esta actitud bélica de los científicos, provino del "Manifiesto a los europeos"[3] escrito en octubre de 1914 por el fisiólogo alemán Georg F. Nicolai (1874-1964) en el que propugnaba la paz y proponía utilizar la coyuntura bélica europea para transformar Europa definitivamente en una unidad orgánica, capaz de alejar los dramáticos conflictos bélicos que la asolaban durante siglos. Únicamente fue rubricado por Albert Einstein, Wilhem J. Förster y Otto Buek.

La comunicación científica se había resquebrajado de una manera definitiva.

4. LA GRAN GUERRA. UTILIZACIÓN DE AGENTES QUÍMICOS

La utilización de estas sustancias a gran escala comenzó durante la Primera Guerra Mundial y se pueden clasificar atendiendo a diferentes características:

- En función de su naturaleza, se pueden catalogar en volátiles, que se mantienen en suspensión en el aire y persistentes, que por el contrario, caen sobre el terreno afectando no sólo a seres vivos.
- Según su letalidad, se atiende a las que persiguen causar mortalidad y las que únicamente producen incapacidad (con lo que bloquean los equipos e instalaciones médicas del enemigo).
- Según el campo de acción de la sustancia y la extensión de sus efectos.

Atendiendo a sus componentes y los efectos buscados, entre los que destacan los agentes nerviosos (Sarin, Tabún, Somán, etc), los abrasivos (Lewisita, Gas Mostaza), asfixiantes (Fosgeno) e incluso sanguíneos como el cianuro.

---

[1] Durante la batalla de Verdún, murieron 315000 franceses y 281000 alemanes. En el Somme, el mismo año 1916, perdieron la vida 420000 ingleses, 200000 franceses y 450000 alemanes. En FUENTES [2013, p- 20].

[2] Véase completo en https://portal.uah.es/portal/page/portal/universidad_mayores/apuntes/seminarios/guerras_mundiales/Manifiesto%20de%20los%2093.pdf

[3] Para más información, ver NICOLAI [1937].

Los sistemas de propagación de los gases eran variados; en un principio simplemente se habrían las válvulas desde las balas que los transportaban y el viento dominante los hacía llegar hasta las trincheras enemigas. Evidentemente la operación dependía de las condiciones climatológicas e incluso se corría el riesgo de un cambio brusco en la dirección del viento, lo que acarrearía graves consecuencias para el ejército atacante. Posteriormente se introducía la carga gaseosa en un proyectil que era propulsado hasta el enemigo, donde detonaba y expandía el contenido venenoso. Incluso se utilizó a la aviación para descargar determinados gases.

A lo largo del conflicto se observaron más problemas que ventajas, ya que incluso en el caso de que los gases hubieran cumplido con su mortal cometido, el tiempo que debía esperarse a que se disiparan sus efectos era demasiado largo y el enemigo podía recuperarse del impacto.

En las imágenes 1 y 2 se pueden observar estas actuaciones.





Figura 1(izda). Método de impulsión del gas libre. Figura 2 (dcha) Carga de proyectiles
(IWM-Imperial War Museum. Londres).

5. CIENCIA, GUERRA Y CIENTÍFICOS.

Anteriormente se ha comentado el impulso que un conflicto, bélico o prebélico, provoca en los avances de la ciencia. En este sentido, las pólvoras y los explosivos constituyen el paradigma de los productos de doble uso. Desde su utilización en espectáculos pirotécnicos, aparatos de seguridad en vehículos o en los dispositivos de fijación de la carrera espacial para las pólvoras, hasta el desarrollo de las dinamitas y los combustibles de los cohetes.

En la década de los años 30 en Alemania se estudiaban los propergoles (oxidantes y reductores diferentes de las pólvoras. Estas investigaciones desembocaron la necesidad de un mejor diseño industrial de las toberas de los cohetes que se estudiaban en las instalaciones de Peenemünde y un mayor control de la reacción que tenía lugar sobre la mezcla de alcohol etílico, oxígeno, peróxido de hidrógeno y permanganato de calcio. Al frente de este proyecto se encontraba Werner von Braun (1912-1977).

Tanto este científico como otra serie de químicos, físicos, ingenieros o médicos, fueron acusados al finalizar el conflicto como criminales de guerra, por su colaboración activa o pasiva con el régimen nazi.

Sin embargo, las crecientes animadversiones entre los aliados occidentales y los soviéticos, hicieron que los servicios secretos de los aliados recuperaran centenares de científicos alemanes para seguir con sus investigaciones en los países vencedores. Se pusieron en marcha operaciones secretas como “Paperclip” y otras, tendentes a recrear documentación para todos ellos que les permitiera cruzar las fronteras y aparecer como pacíficos ciudadanos.

De esta manera, científicos como el Dr. Gerhard Schrader, que fue el descubridor de los gases Sarin y Tabun, resultó acabar como Jefe del Departamento de Pesticidas de BAYER, que colaboró con el Agente Naranja en Vietnam. El Dr. Hubertus Strughold, precursor de la medicina espacial, fue el supervisor en Dachau y Auschwitz de las pruebas de resistencia a la congelación, junto con los doctores Rascher y Holzlöner.

Todo ello abrió el debate más desgarrador, acerca de la colaboración entre la ciencia y la guerra y puso en el banquillo de los acusados a empresas colaboradoras con el régimen nazi. Así se demostró cómo la IGFarben, donó importantes sumas de marcos al NSDAP del partido nazi a principios de los años 30; o cómo la empresa Degesch que suministraba el gas Zyklon-B a los campos de exterminio, era participada principalmente por BASF. Al igual que ingenieros de la Krupp, se sentaron en el banquillo de Nüremberg, por la utilización de mano de obra esclava utilizando a los prisioneros de los campos.

Es de resaltar que en el campo soviético ocurrió lo mismo, si bien dado el secretismo que cubrió la Europa del Este tras el telón de acero, no se cuenta con información al respecto.

6. RESUMEN Y CONCLUSIONES.

Como reflexiones finales se puede concluir que los períodos de conflictos bélicos han promovido de manera significativa, la investigación aplicada, especialmente en el campo de los sectores de doble uso.

Hasta el siglo XX se conceptuaba la ciencia como aséptica y neutral; a partir de las dos guerras mundiales ya no resulta tan sencillo discriminar entre el origen de un proyecto de investigación, del uso que se prevé a futuro. Ello es debido en gran parte, a que la investigación científica pasa de una orientación universal y humanística, a convertirse una razón de estado con objetivos de utilidad nacional. De hecho desde finales del siglo XIX se observa una creciente interrelación entre la ciencia y el ejército.

Como ya se ha indicado en la comunicación, la Primera Guerra Mundial supuso un deterioro en las relaciones entre la comunidad científica de los diferentes países contendientes. En la Segunda Guerra, algunos científicos pasaron de ser acusados como criminales de guerra a ser considerados como puntales defensores de las democracias occidentales ante el panorama de Guerra Fría que se cernía, es decir, según las circunstancias políticas del momento.

No resulta casual que el primer botín para los vencedores de las 2 grandes conflagraciones mundiales del siglo XX fueran las patentes, los equipamientos y las instalaciones militares e industriales e incluso los científicos de los países derrotados.

Desde finales del siglo XIX en países como Prusia, ya se promovieron la creación de Comités Asesores formados por científicos y militares, que abordaran aspectos militares en el área sanitaria y nutricional. A partir de ese momento se crearon en los países desarrollados instituciones auspiciadas por los gobiernos, encargadas de gestionar la investigación y encargadas de dotar económicamente laboratorios e institutos de investigación. También es cierto que a partir de 1945, este tipo de investigaciones requerían de una gestión y organización muy importante debido a la magnitud de los proyectos y el elevado número de científicos y técnicos comprometidos en ellos.

Sirva como dato significativo que durante la Gran Guerra del 14, se calcula que alrededor de 5000 licenciados en químicas de ambos bandos, estuvieron investigando en las aplicaciones de la guerra con agentes tóxicos.

7. BIBLIOGRAFIA

AMOS, A. J. (ed) (1960) *Pure Food and Pure Food Legislation.* London, Butterworths.

BINDER, P. & LEPICK, O. (2001) *Les armes biologiques*. Paris, Presses Universitaires de France.

BEBIE, J. (1943) *Manual of Explosives Military Pyrotechnics and Chemical Warfare Agents. Composition, Properties*. New York, The MacMillan Company.

BROCK, W. H. (1998) *Historia de la Química*. Madrid, Alianza Editorial, Colección Ciencia y Tecnología.

D'ERRICO, P. (2001) *Lord Jeffrey Amherst´s letters discussing germ warfare against American Indians*, http://www.umass.edu/legal/derrico/amherst/lord_jeff.html [en línea] (Consulta: 4/05/14)

FUENTES CODERA, M. (2013) "La Primera Guerra Mundial y su centralidad historiográfica". *Ayer, 91/2013 (3),* 13-31.

GARCÍA CASTRESANA, L. A. (2010) *Historia de la implantación y desarrollo de la Industria Química en Vizcaya*. Universidad del País Vasco-Euskal Herriko Unibertsitatea, Tesis Doctoral (no editada), Bilbao.

GARCÍA CASTRESANA, L. A. (2011) "Influencia de las reglamentaciones sobre la industria química. Una aproximación al caso vasco", En: J. M. Urkia (ed) *Actas XI Congreso de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas. II Encuentro Internacional Europeo-Americano*. Azkoitia, septiembre de 2011, SEHCYT-Real Sociedad Bascongada de los Amigos del País, 611-623.

GEISSLER, E., VAN COURTLAND, J. E. Y PEARSON, G. (1999) "Lessons from the history of biological and toxin warfare". En: E. Geissler and J. Ellis (eds) *Biological and Toxin Weapons. Research, Development and Use from the Middle Ages to 1945*. OUP-Stockholm International Peace Research Institute-SIPRI, 255-276.

HUBER, H. & MÜLLER, A. (1976) *El Tercer Reich. Su historia en fotografías y documentos*. Barcelona, Plaza y Janés, 2 vols. Traducción de la 1ª edición en alemán.

JAMES, S. (2005) *The Final Siege of Dura: Ancient 'Chemical Warfare'*?. School of Archeology and Ancient History, University of Leicester [en línea] (Consulta: 2/05/14): http://www2.le.ac.uk/departments/archaeology/people/james/roman-soldiers-in-the-city/final-siege

JAMES, S. (2011) *Stratagems, Combat, and "Chemical Warfare" in the Siege Mines of Dura-Europos* American Journal of Archeology, http://www.ajaonline.org/article/360 [en línea] Archaeological Institute of America (Consulta: 2/05/14)

KEEGAN, J. (1994) *A History of Warfare*. New York, First Vintage Books Edition.

NICOLAI, G. F. (1937) *Biología de la guerra*. Ed. Ercilla, Santiago de Chile, Ed. Ercilla.

SÁNCHEZ RON, J. M. (1995) "Ciencia, científicos y guerra en el siglo XX: algunas cuestiones ético-morales". *Isegoría*, *12(22)*, 119-136.

UNIVERSIDAD DE ALCALÁ DE HENARES (2009) *Seminario Guerras Mundiales*, https://portal.uah.es/portal/page/portal/universidad_mayores/apuntes/seminarios/guerras_mundiales/Manifiesto%20de%20los%2093.pdf [en línea] (Consulta: 1/09/14).

WHEELIS, M. (2002) *Biological warfare at the 1346 siege of Caffa Emerg Infect Dis*, http://wwwnc.cdc.gov/eid/article/8/9/01-0536 [en línea] (Consulta: 20/06/14).

GONZÁLEZ REDONDO, F. A. (coord.) (2015) *Ciencia y Técnica entre la Paz y la Guerra. 1714, 1814, 1914*. Madrid, SEHCYT, pp. 857-864.

LA QUÍMICA EN LA 'ESCUELA DE MINAS' DE BILBAO, PRIMERA PARTE (1914-1937)

Inés Pellón González[(1)], Ana Mª de Luis Álvarez[(2)]

(1) Universidad del País Vasco (UPV/EHU), Bilbao, España, ines.pellon@ehu.es
(2) Universidad del País Vasco (UPV/EHU), Bilbao, España, ana.deluis@ehu.es

Resumen

En este trabajo se presenta la evolución de las enseñanzas de Química en los estudios de capataces de minas en Bilbao, teniendo como marco de partida las vicisitudes de la historia de estas enseñanzas, que han sido estudiadas recientemente por las autoras, pero sin profundizar en los aspectos relativos a la Química en ellas. También se realizará un análisis de la influencia que tuvieron en el centro docente los diferentes conflictos bélicos que asolaron Europa y España durante la primera parte del siglo XX, que fueron precedidos por el denominado “desastre” de 1898, el cual tuvo una insospechada repercusión sobre la Química que se impartió en la Escuela de Capataces de Minas de Bilbao.

Palabras Clave: Historia de la Química, Educación, Minas, País Vasco, España, Siglo XX.

CHEMISTRY IN THE 'SCHOOL OF MINES' IN BILBAO, PART ONE (1914-1937)

Abstract

In this paper we show the evolution of the teaching of chemistry in the foremen’s School of mines in Bilbao. Our framework will be starting the vicissitudes of the history of this school, which have been recently studied by the authors. We also perform an analysis of the influence they had on the educational institution different wars that ravaged Europe and Spain during the early part of the twentieth century, which were preceded by the so-called "disaster" of 1898. This war had an unexpected impact on the Chemistry held at the foremen’s School of mines in Bilbao.

Keywords: History of Chemistry, Education, Mining, Basque Country, Spain, 20th Century.

1. LOS PRIMEROS PROFESORES DE QUÍMICA Y EL RECONOCIMIENTO OFICIAL DE LAS ENSEÑANZAS DE CAPATACES DE MINAS EN BILBAO (1902–1913)

El intenso proceso de industrialización que sufrió Vizcaya a finales del siglo XIX y principios del XX generó la necesidad de profesionales especializados que trabajasen en las industrias que se iban asentando en la región. Esta demanda llevó a la creación en Bilbao de un centro docente cuyo objetivo fundamental era formar a sus estudiantes para que se insertan en el mercado laboral con la mejor preparación profesional posible [DÁVILA, 1997, pp. 255–320]. Dicho centro de estudios se inauguró el 10 de febrero de 1879 con el nombre de Escuela de Artes y Oficios de Bilbao (EAOB),

que organizó en 1892 una "Escuela intermedia entre la de Ingenieros Industriales y la de Artes y Oficios de Bilbao, destinada a la formación de capataces" diferenciada de los estudios del resto de especialidades[1]. Su principal objetivo era la formación de técnicos que actuaran como intermediarios entre el ingeniero y el obrero, que conocieran el oficio manual y que también poseyeran una base teórica para interpretar los planos y las instrucciones del ingeniero. En un principio fue diseñada como una Sección de capataces dentro de la EAOB, y sus enseñanzas se iniciaron durante el curso 1902-1903 en un edificio situado en la calle María Muñoz de Bilbao. Sus alumnos cursaban dos años de Estudios preparatorios en los que se encontraba, entre otras asignaturas, "Química y Ejercicios de esta asignatura" durante el segundo curso, que eran continuados por otros dos años de Estudios de aplicación y por una serie de actividades prácticas que completaban su formación. Para elaborar los contenidos de las diferentes asignaturas se consultaron los programas vigentes en "la Escuela de Artes y Oficios de Barcelona, les Écoles Nationales d'Arts et Métiers, el Technikum de Winterthur (Suiza), el Technikum de Mittweida (Alemania) y además el plan de las Escuelas Superiores de Industrias recientemente creadas por el Excelentísimo Sr. Ministro de Instrucción Pública y Bellas Artes"[2]. Con ellos se otorgó a la Escuela de capataces de Bilbao un innegable carácter internacional [REGLAMENTO, 1904][3].

Desde el primer momento, la Diputación de Vizcaya y el Ayuntamiento de Bilbao lucharon apasionadamente por la oficialización de estas enseñanzas, como consta en la solicitud enviada al Consejo de Instrucción Pública en 1903. Gracias al memorial que incluyeron los vizcaínos tenemos una idea más clara de los detalles concretos que configuraron la Sección de Capataces de la EAOB, cuyas asignaturas de índole químico se detallan en la tabla 1.

Año	Asignatura	Profesor
Primer año preparatorio	No Química	--
Segundo año preparatorio	"Mecánica, Física, Química y ejercicios de dichas asignaturas" Todos los días de 18:30 a 20:00	Máximo Abaunza, licenciado en Ciencias Físico-Químicas Ayudante: Laureano Gutiérrez
Primer año de Aplicación (Especialidad "Metalurgista")	"Ampliación de Química y Química Analítica" Dos días a la semana de 18:30 a 20:00	Ramón Oliveras, ingeniero industrial Ayudante: Javier Prat Ayudante de primer año: Miguel [¿Septiem?] (alumno de cuarto año de Ingeniería Industrial)

Tabla 1: Cuadro de profesores de asignaturas de índole químico en la EAOB en 1903 (AGA, Educación, Escuelas Especiales, Asuntos Generales. Caja 32/16426, "Escuela de Artes, Oficios y Capataces. Bilbao. 1903").

El programa de la "Mecánica, Física, Química y ejercicios de dichas asignaturas" constaba de un total de 53 lecciones, de las cuales solamente 9 eran de Química, es decir un 16,98%, y su docencia comprendía las "leyes de la composición de los cuerpos, nomenclatura y principales elementos y compuestos inorgánicos. Ejercicios de esta asignatura". Por otro lado, en la **"**Ampliación de Química y Química Analítica" se enseñaban "los procedimientos generales del análisis inorgánico, procedimiento general y procedimientos especiales del análisis de hierros, aceros, carbones y

[1] ADFB, Instrucción Pública, C-1178. Expediente nº 9 (Bilbao, 02.VIII.1892).

[2] ADFB, Instrucción Pública, C-1178. Expediente nº 9. "Organización de una Escuela de Capataces en Bilbao" (s.a., fecha estimada: 1902). Más información sobre la Escuela de Artes y Oficios de Barcelona en ESCUELA [1926], sobre las Écoles Nationales d'Arts et Métiers en BUS [1946], sobre el Technikum de Winterthur en EGGLI / URS [2009], y sobre el Technikum de Mittweida en DOMSCHKE [2007]. Con la denominación de "Escuelas Superiores de Industrias" se referían a las que estaban sostenidas con fondos del Estado, que en 1900 cambiaron de nombre: La Escuela Central de Artes y Oficios de Madrid pasó a llamarse "Escuela Superior de Artes e Industrias de Madrid", mientras que las Escuelas de Artes y Oficios de Alcoy, Almería, Béjar, Gijón, Logroño, Santiago y Villanueva y Geltrú, se designaron "Escuelas Elementales de Artes e Industrias" (*Gaceta de Madrid* de 02.V.1900, p. 560).

[3] ADFB, Bilbao Primera, 0580/016. Expediente tramitado por el Ayuntamiento de Bilbao sobre la variación del plan de estudios de la sección de capataces de la Escuela de Artes y Oficios y de Capataces de Bilbao.

minerales metálicos"[4]. Desde 1879 hasta 1929 los profesores de estas asignaturas fueron los citados en la tabla 2.

Por lo que respecta a la biografía de los profesores de química, nos centraremos en el tercero de los citados en la tabla 2 porque fue quien contempló la oficialización de la Escuela de Capataces de Bilbao. Máximo Abaunza era natural de El Barco de Ávila y terminó sus estudios de licenciatura en Ciencias Físico-Químicas en la Universidad de Salamanca en 1881[5]. Después de trabajar un año como Profesor Ayudante de Química en dicha Universidad, se trasladó a la isla de Cuba con el puesto de Ayudante de la Estación Agronómica de Santa Clara[6]. Al final del siglo diecinueve, el gobierno español intentó modernizar las técnicas agrícolas del país y de sus colonias, y con la mirada puesta en el resto de Europa fundó las denominadas "Granjas Experimentales" y "Estaciones Agronómicas", que estaban dirigidas por ingenieros agrónomos. Estas instituciones seguían las teorías que Justus Liebig (1803-1873) publicó en sus textos de química, que fueron traducidos al castellano con gran rapidez y en cuya difusión tuvo un importante papel el químico madrileño Ramón Torres Muñoz de Luna, alumno de Liebig y experto en las aplicaciones agrícolas de la química [PELLÓN Y BILBAO-GOYOAGA, 2013].

Profesor	Fecha de nombramiento	Asignatura	Fecha de cese y causa
Laureano Gómez Santamaría	1879	Director	--
	1882	Profesor de "Física, Química, etc"	1900 (Defunción)
Miguel González	1882	"Física, Química y Mecánica"	1882 (Desconocida)
Máximo Abaunza Cermeño	1901	"Mecánica, Física, Química y ejercicios de dichas asignaturas"	[¿1925?]
	1901	"Fisiología y Zoología Botánica, Geología y Mineralogía" del Instituto de Segunda Enseñanza de Bilbao. Fue su Director desde 1913 hasta 1935. También impartía las clases de "Higiene" en la Escuela Especial de Náutica de Bilbao [LÁZARO/SICHAR, 1997, pp. 115-116]	1935 (Jubilación)
Ramón Oliveras Ferrer	1903	"Ampliación de Química"	1916 (Dimisión[7])

Tabla 2: Profesores de asignaturas de índole químico en la EAOB desde 1882 hasta 1925 (EAOB, 1929, pp. 45-46 y ADFB, Instrucción Pública, C–1178. Expediente nº 9. "Organización de una Escuela de Capataces en Bilbao" [s.a., fecha estimada: 1902]).

Abaunza enfermó de paludismo y dejó su puesto en la Estación Agronómica para trabajar como Catedrático de "Física y Química" del Instituto de Santa Clara (Cuba) en 1890. Republicano convencido, fue denunciado por "delitos de imprenta" entre otras cosas y llevado a juicio, en el que fue declarado inocente y repuesto en su cargo. Fue nombrado catedrático interino de "Historia Natural, Fisiología e Higiene y Agricultura" del Instituto de Segunda Enseñanza de Pinar del Río (Cuba) y llegó a ser su Director, pero cesó en 1897 porque el centro se clausuró a causa de la guerra [LÁZARO Y SICHAR, 1997, pp. 115-116]. Después del "desastre" de 1898 se trasladó a la Península, donde obtuvo la plaza de Catedrático Numerario de "Fisiología y Zoología Botánica, Geología y

[4] AGA, Educación, Escuelas Especiales, Asuntos Generales. Caja 32/16426, "Escuela de Artes, Oficios y Capataces. Bilbao. 1903".

[5] El 30.IX.1881. "Expediente académico de Máximo Abaunza Cermeño". AHN, Universidades, 5204, Exp. 16.

[6] "Expediente personal del ayudante de la Estación Agronómica de Santa Clara M. Abaunza Cermeño". AHN, Ultramar, 474, Exp. 6.

[7] Las siguientes noticias que tenemos de Ramón Oliveras Ferrer lo sitúan en 1940 como Profesor Auxiliar en la Escuela Especial de Ingenieros Industriales de Barcelona (Orden de 16.XII.1940, *BOE* nº 360 (1940), p. 8855) y como profesor en la Escuela de Peritos Agrícolas de la misma ciudad en 1941 (Orden de 27.XII.1941, *BOE* de 22.X.1940, p. 8194). Ascendió a Ingeniero Primero en 1946 (Orden de 08.III.1946, *BOE* nº 75 (16.III.1946), p. 2055). Durante su estancia en Bilbao publicó un libro sobre tecnología química [OLIVERAS, 1903].

Mineralogía" en el Instituto de Segunda Enseñanza de Bilbao para el curso 1901-1902, puesto que compaginó con el de profesor de "Física y Mecánica" de la EAOB y de Higiene" en la Escuela Especial de Náutica de Bilbao[8].

Abaunza publicó varios libros mientras se encontraba en la EAOB de temática relacionada con las asignaturas que impartía [ABAUNZA, 1903, 1904 y 1906]. En 1924 se amortizó la Cátedra de "Agricultura y Técnica Agrícola e Industrial" del Instituto de Segunda Enseñanza de Bilbao y se acumuló la referida enseñanza al Catedrático de Historia Natural del referido centro, D. Máximo Abaunza y Cermeño[9], quien un año más tarde publicó sus *Elementos de organografía, fisiología e higiene* [ABAUNZA, 1925]. En 1931 fue ratificado como Director del Instituto Nacional de Segunda Enseñanza de Bilbao[10], puesto en el que fue cesado en 1935[11].

La segunda sede de la EAOB con su Sección de Capataces se inauguró en el curso 1910-1911, en el edificio que antiguamente albergaba al Hospital Civil de Bilbao situado en Atxuri. Después de una dura pugna de años contra la Administración Central, todos los esfuerzos realizados por el Ayuntamiento de Bilbao, la Diputación Foral de Bizkaia y los propios Capataces de Minas sin título oficial consiguieron que se crease en Bilbao la denominada "Escuela de capataces de minas y fábricas siderúrgicas" por Real Decreto de 19 de diciembre de 1913[12], cuyas enseñanzas, ahora oficiales, continuaron impartiéndose en el edificio de la EAOB situado en Atxuri. Sobre la Escuela de Bilbao y sobre las otras seis escuelas de capataces de minas oficiales que existían en ese momento[13] se ejercía un control bicéfalo por dos instituciones: la Escuela Especial de Ingenieros de Minas de Madrid (EEIMM) y el Ministerio de Fomento. Según la normativa, las cátedras se tenían que desempeñar por ingenieros de minas[14], que en la Escuela de Bilbao fueron Ramón de Urrutia Llano (primer Director, denominado Subdirector), Antonio Mauri Uribe, Valentín Vallhonrat Gómez, Luis Torrat Soldevilla, Juan Trueba Aguirre y Jesús Garmendia Mendizábal[15]. La única asignatura de índole químico fueron las *Nociones de física y química*[16]*,* que seguía siendo impartida por Máximo Abaunza.

2. LA CONSOLIDACIÓN: LOS INGENIEROS DE MINAS AL FRENTE DE LA QUÍMICA (1914–1931)

El 28 de julio de 1914 comenzó la Primera Guerra Mundial, también conocida como Gran Guerra. Ese mismo año, a instancias de la Asociación de Capataces Facultativos de Minas de Almadén se cambió la denominación de estos profesionales por la de "Ayudantes facultativos de

[8] "Expediente personal del ayudante de la Estación Agronómica de Santa Clara M. Abaunza Cermeño". AHN, Ultramar, 474, Exp. 6 y LÁRAZO Y SICHAR [1997, pp. 115-116].
[9] RO de 13.XI.1923, *Gaceta de Madrid* nº 321, de 17/11/1923, p. 716.
[10] Orden de 30/04/1931, *ABC* de 06/06/1931, p. 36.
[11] Cese de Máximo Abaunza Fermeño (sic) en la dirección del Instituto Nacional de Segunda Enseñanza de Bilbao (*Gaceta de Madrid*: *Diario Oficial de la República* nº 69, de 10/03/1935, p. 2039).
[12] RD de 19.XII.1913 publicado en la *Gaceta de Madrid* nº 355 de 21.XII.1913, p. 842 y en el *Boletín Oficial de la provincia de Vizcaya* nº 1 de 02.I.1914, p. 1.
[13] Éstas eran las de Almadén, Vera, Mieres, Cartagena, Linares y Huelva. Fondo Documental del Instituto Nacional de Estadística, Anuario de 1915: Escuelas Especiales que dependen del Ministerio de Fomento (http://www.ine.es, visitada el 20.IV.2012).
[14] En febrero de 1921 se modificó esta normativa para que los puestos de los tres profesores con derecho a ingresar en el Cuerpo pudieran ser ocupados por ingenieros del Cuerpo Nacional de Minas. RD de 18.II.1921, *Gaceta de Madrid* nº 51 del 20.II.1921, p. 558.
[15] ADFB, Instrucción Pública, C–1051. Expediente nº 2. Carta del Director General de Agricultura, Minas y Montes al Presidente de la Diputación Provincial de Vizcaya (6.II.1914) y ADFB, Instrucción Pública C-1051. Expediente nº2. Carta del subdirector de la Escuela, Sr. Urrutia, al Presidente de la Diputación Provincial de Vizcaya (20.III.1914). Sobre Ramón de Urrutia y Llano (Valmaseda, 24.II.1869-Bilbao, 1920) se puede consultar MARTÍNEZ PASCUAL [1994, p. 766]; sobre Antonio Mauri y Uribe, *La Vanguardia*, 02.VII.1909, p. 10. hemeroteca.lavanguardia.com.../pdf.html, visitada el 03.IV.2012, y sobre Valentín Vallhonrat y Gómez (Almodóvar del Campo, Ciudad Real, 1884–Plencia, Vizcaya, 1965), ver PUCHE RIART Y ORCHE GARCÍA [2005, pp. 545–550].
[16] RD de 19.XII.1913 para la "Escuela de capataces de minas y fábricas siderúrgicas" de Bilbao. *Gaceta de Madrid* de 21.XII.1913, p. 842.

minas y fábricas metalúrgicas", sin que se modificaran los derechos y atribuciones que disfrutaban[17]. Una vez que los títulos de la Escuela de Bilbao fueron reconocidos oficialmente, el elevado número de alumnos matriculados desbordó todas las previsiones[18], por lo que se hizo necesario buscar un local independiente del resto de titulaciones de Artes y Oficios[19], El problema se solucionó al trasladarse la Escuela de Capataces al segundo piso de la antigua alhóndiga de Bilbao situada en la calle Barroeta Aldamar[20]. Una vez remodelado[21], el nuevo centro docente abrió sus puertas en enero de 1916,[22] siendo el primer local exclusivo para la enseñanza de Capataces de Minas en Bilbao. Su dotación, además de los espacios comunes, dirección, secretaría, etc, era de 3 aulas para clases orales, 2 salas de dibujo y un laboratorio[23]. Al finalizar la guerra el 11 de noviembre de 1918, Europa se lanzó a vivir la denominada "Belle Epoque", y en 1921 el Ministerio de Fomento español decidió unificar los diferentes planes de estudios por los que se regían las siete Escuelas de "Ayudantes facultativos de minas y fábricas metalúrgicas" que sostenía el Estado[24].

Las enseñanzas se dividieron en dos tipos: una básica de "obreros prácticos" denominada "Maestros mineros, fundidores y maquinistas" que se impartía en las siete escuelas existentes, y otra de mayor especialización que se llamó "Ayudantes facultativos de minas y fábricas metalúrgicas", que era el título equivalente al de Capataces de Minas y que sólo se impartiría en tres de las siete escuelas anteriores: las situadas en Bilbao, Cartagena y Mieres. Según esta nueva organización, los estudiantes de "Maestros mineros, fundidores y maquinistas" cursaban la asignatura "Nociones de física, química y de mineralogía" en el primer curso ("35 clases al año"), mientras que los "Ayudantes facultativos de minas y fábricas metalúrgicas" (Capataces de Minas) cursaban "Física, Química y Mineralogía" también en primer curso ("30 clases al año")[25]. Todo parece indicar que al menos hasta 1925 el profesor de Química seguía siendo Máximo Abaunza, incluso cuando cuatro años después de la reducción a tres de las escuelas se restableció el nombre de "Capataces facultativos de minas" para estos titulados (1925)[26].

El éxito de estas enseñanzas en Bilbao fue tal que el incremento del número de alumnos matriculados hizo necesaria la ampliación de la sala de dibujo en 1929, así como el aumento del número de profesores del centro[27]. Entre los nuevos docentes se encontraba Manuel Beltrán de Heredia como profesor de las asignaturas de "Física, química y mineralogía (nociones)" y "Física, química y mineralogía (2º curso)"[28]. Nacido el 01.III.1864 en el Valle de Aramayona (Álava) donde su

[17] RO de 30.XI.1914, *Gaceta de Madrid* de 21.XII.1914, p. 853.

[18] Recordemos que las clases correspondientes a la nueva titulación se impartieron desde sus inicios hasta principios de 1916 en la EAOB, que estaba situada en el edificio de la calle María Muñoz de Bilbao, año en el que ocuparon los locales que albergaron el antiguo hospital de Atxuri por traslado de este último a Basurto. En la actualidad, este edificio alberga al Instituto de Educación Secundaria Emilio Campuzano [SAIZ, 2006, p. 28].

[19] ADFB, Instrucción Pública, C–1051. Expediente nº 2. Diligencia del ingeniero Sr. Urrutia al jefe de la Sección de Fomento (19.II.1914).

[20] ADFB, Bilbao Cuarta, legajo 59 nº 2. Pliego de condiciones y presupuesto para las obras de reforma de la antigua alhóndiga de Barroeta Aldamar (12.II.1914), y Carta del Arquitecto Jefe de Construcciones Civiles al Presidente de la Comisión de Fomento sobre las opciones de la antigua alhóndiga de Barroeta Aldamar (17.IV.1914).

[21] ADFB, Bilbao sexta, legajo 1, nº 30. Carta del Director del Cuerpo de Bomberos al Ayuntamiento de Bilbao (20.XII.1915).

[22] ADFB, Bilbao Cuarta, legajo 59 nº 2. Carta de los contratistas de las obras de "reforma de la antigua alhóndiga de la calle Barroeta Aldamar" en la que solicitaban el depósito de garantía por haber pasado seis meses desde que se ocupara el edificio reformado (17.VI.1916).

[23] ADFB, Instrucción Pública, C-1051, Expediente nº 2 (16.II.1914).

[24] Escuelas de Almadén, Mieres, Cartagena, Vera, Linares, Huelva y Bilbao. RD de 02.VII.1921, *Gaceta de Madrid* de 03.VII.1921, p. 37.

[25] Plan de estudios de las escuelas de "Ayudantes facultativos de minas y fábricas metalúrgicas y de maestros mineros, fundidores y maquinistas" de Bilbao, Cartagena y Mieres en 1925. RD de 20.IV.1925, *Gaceta de Madrid* de 22.IV.1925, pp. 434-441.

[26] RO de 17.VI.1925, *Gaceta de Madrid* de 18.VI.1925, pp. 1807–1808.

[27] ADFB, Bilbao undécima, legajo 88, nº 119. Decreto del Ayuntamiento de Bilbao del 14.X.1929.

[28] La fuente consultada no especifica el año exacto al que corresponde esta información, pero podemos afirmar que estaría comprendida entre 1925 y 1929 porque el centro se denomina "Escuela de capataces facultativos de minas", título que se instauró en 1925; además se cita como subdirector del centro a Luis Reyes, quien ocupó el cargo entre 1920 y 1929 (Impreso titulado "Escuelas Públicas" [s.l.; s.a.]. AEUITMOP, sin catalogar).

padre era el médico titular, estudió en Madrid la carrera de Ingeniero de Minas, terminándola el 30.IX.1890[29] y siendo destinado al Distrito Minero de Vizcaya el 10.II.1903[30]. En 1921 fue propuesto como profesor de la Escuela de Ayudantes Facultativos de Minas de Bilbao para cubrir la vacante producida por el fallecimiento de Ramón de Urrutia y Llano[31]. El 30.VI.1930 ascendió a Inspector General de Minas, por lo que cesó en su plaza de Director (Subdirector) de la Escuela de Capataces Facultativos de Minas de Bilbao para tomar posesión de su nuevo cargo, el 15.VII.1930[32]. Contando treinta y tres años publicó un artículo sobre la fabricación del coque en Bilbao en una revista británica [BELTRÁN DE HEREDIA, 1897] y solicitó la concesión de 12 registros mineros de mineral de hierro en Cantabria[33]. En 1918 y en 1921 realizó los planos de dos minas pertenecientes al distrito minero de Guipúzcoa, Álava y Navarra[34], y en 1925 era uno de los Profesores Ingenieros de Minas de la Escuela de Capataces de Bilbao cuyo sueldo dependía del Ministerio, del que cobraba 11.000 pesetas anuales[35].

El cuatro de marzo de 1927 tomó posesión de la cátedra de "Física y Química" José Mª de Abásolo y Urrutia, ingeniero de minas de 55 años de edad, por cese en la Jefatura de Minas en 03 de marzo de 1927 (AETSIMEM, 43), cuya aportación será estudiada con más profundidad en la segunda parte de este trabajo. En 1930, cinco años más tarde de haber reducido las escuelas oficiales de "Capataces facultativos de minas" solamente a tres, se pudo comprobar el enorme perjuicio que esta decisión generó en las regiones afectadas por dicha supresión. Por lo que, con la mirada puesta en "el beneficio de la industria muchas veces y siempre de la cultura general", el Estado decidió otorgar el título de "Capataz facultativo de minas y fábricas metalúrgicas" a los alumnos que cursasen y terminasen sus estudios en las escuelas de Almadén, Bélmez, Bilbao, Cartagena, Huelva, Linares y Mieres, las mismas siete que existían antes de su reducción a tres. Asimismo y como ya se realizaba hasta ese momento, en estas siete escuelas también se impartirían los estudios de "Maestros mineros, fundidores y maquinistas", que eran de grado menor que los de capataces [PELLÓN Y DE LUIS, 2013]. Según el plan de estudios de 1930, los programas y reglamentos de las siete escuelas oficiales podían ser diferentes entre sí con el objeto de que las enseñanzas de cada una se adaptaran a las condiciones particulares de la minería y metalurgia de cada región[36].

El 14 de abril de 1931 se proclamó la Segunda República española en sustitución de la monarquía de Alfonso XIII, y diez días más tarde se jubilaba Manuel Beltrán de Heredia, cuando contaba 67 años de edad[37]. Por ello no pudo contemplar en activo el nuevo reglamento que se aprobó en septiembre de 1931, que contemplaba novedosos aspectos de la organización del centro

[29] Archivo de la ETS de Ingenieros Técnicos Superiores de Minas y Energía de Madrid (AETSIMEM). Expediente académico de José Manuel Beltrán de Heredia, Signatura 103-7-5, nº de expediente: 228.

[30] Archivo Central de Ministerio de Industria, Energía y Turismo (ACMIET). Expediente personal de José Manuel Beltrán de Heredia, Legajo 209.

[31] *Gaceta de Madrid* de 09.I.1921. ACMIET. Expediente personal de José Manuel Beltrán de Heredia, Legajo 209.

[32] Ascendió a Inspector General por RD 30.VI.1930. ACMIET. Expediente personal de José Manuel Beltrán de Heredia, Legajo 209.

[33] El 1897.07.12 presenta la solicitud de concesión de 12 registros mineros ("pertenencias") de mineral de hierro con el nombre de "Salto", en el subsuelo del sitio llamado "Cantal" en el término de Aras (Ayuntamiento de Voto, Santander), "que linda por todos vientos con terrenos comunes y particulares" ("Registros mineros". *Diario oficial de avisos de Madrid*. Año CXL, viernes 07 de agosto de 1897, Número 217, s.p.).

[34] Plano de las labores de la mina "Cercana" (nº 548) localizada en Uharte-Arakil (Navarra), perteneciente al distrito minero de Guipúzcoa, Álava y Navarra. Fechas: 1918.01.01-1918.12.31. Interesado: Beltrán de Heredia, Manuel. INGENIERO. Características: Tela; 32,2 x 35,2 cm. Escala: 1:200 -1 plano- Tela. Archivo de la Administración de la Comunidad Foral de Navarra (AACFN), Referencia ES/NA/AACF/1/002/E14/E14.06/E14.06.02/1978/89807. Mismo plano que P-39. Plano de labores de la mina denominada Ley (nº 52) de Hierro, localizada en [ilegible], perteneciente al distrito minero de Guipúzcoa, Álava y Navarra. Fechas: 1921.01.01-1921.12.31. Interesado: Beltrán de Heredia, Manuel. INGENIERO. Características: Cianotipo, color; 110,1 x 71 cm. Escala: 1:300. 1 -plano(s)- Papel. Notas: Cianotipo de P-207. AACFN, Referencia ES/NA/AACF/1/002/E14/E14.06/E14.06.02/1978/89690.

[35] Carta enviada al Ayuntamiento de Bilbao firmada por los tres profesores que dependían de las subvenciones de la Diputación y del Ayuntamiento (15.IX.1925). ADFB, Bilbao undécima, legajo 56, nº 127.

[36] RD de 13.XI.1930, *Gaceta de Madrid* de 15.XI.1930, pp. 931–932.

[37] Decreto de 25.IV.1931 del Presidente del Gobierno Provisional de la República. *Gaceta de Madrid* nº 116 de 26.IV.1930, p. 334 y ACMIET, Expediente personal de José Manuel Beltrán de Heredia, Legajo 209.

en los cuarenta y ocho artículos que lo conformaban, entre los que se encontraba el "Programa de las asignaturas impartidas en la escuela". Este programa, aprobado por el Ministerio en diciembre de 1931, contemplaba la impartición de un total de 660 clases en 4 años, de las cuales 129 clases estaban destinadas al segundo curso, en el que se contemplaba la asignatura "Química y nociones de docimasia mecánica". Su contenido era "Química general y descriptiva, rudimentos de química analítica, ensayos sobre carbones y minerales; 25 clases al año"[38].

3. A MODO DE CONCLUSIONES

El estudio de evolución de las enseñanzas en la Escuela de Capataces de Minas de Bilbao desde 1914 hasta 1937 muestra cómo se produjo un aumento creciente del nº de alumnos que se matricularon en estas enseñanzas, que queda refrendado por los datos: En el intervalo 1905-06/1913-14 (8 años) hubo un promedio de 4,50 alumnos por año, mientras que en el intervalo 1914-15/1932-33 (18 años) el promedio fue de 11,94 alumnos por año. Por lo que respecta a las enseñanzas de de Química, se puede apreciar cómo éstas fueron ganando en profundidad y especialización, aunque las conclusiones generales sobre ellas se harán en la segunda parte de este trabajo.

El 18 de julio de 1936 se produjo la sublevación militar del general Francisco Franco Bahamonde que dio comienzo a la guerra civil. Bilbao fue conquistada por el ejército franquista el 19 de junio de 1937, y el 9 de diciembre de 1937 se produjo un incendio en su Escuela de Minas que supuso la completa destrucción del centro de estudios, incluido su archivo. A pesar de ello, la formación de estos profesionales continuó, como veremos en la segunda parte de este trabajo.

4. FUENTES MANUSCRITAS

Los documentos localizados en los archivos se encuentran detallados en las notas. Abreviaturas empleadas en el texto:

Siglas	**Significado**
AACFN	Archivo de la Administración de la Comunidad Foral de Navarra
ACMIET	Archivo Central de Ministerio de Industria, Energía y Turismo, Madrid
ADFB	Archivo de la Diputación Foral de Vizcaya, Bilbao
AEUITMOP	Archivo de la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica de Minas y de Obras Públicas, Bilbao
AETSIMEM	Archivo de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas y Energía de Madrid
AGA	Archivo General de la Administración, Alcalá de Henares
AHN	Archivo Histórico Nacional, Madrid
AMB	Archivo Municipal de Bilbao
EAOB	Escuela de Artes y Oficios de Bilbao
EEIMM	Escuela Especial de Ingenieros de Minas de Madrid
INE	Instituto Nacional de Estadística, Madrid
RD	Real Decreto
RO	Real Orden

[38] Orden de 18.XI.1931 por la que se aprobó el plan de estudios y el reglamento de la "Escuela de capataces facultativos de minas y fábricas metalúrgicas de Bilbao". *Gaceta de Madrid* de 03.XII.1931, pp. 1402-1405.

5. FUENTES IMPRESAS

ABAUNZA, M. (1903) *Elementos de Biología e higiene.* Bilbao, Eléxpuru Hermanos.

ABAUNZA, M. (1904) *Elementos de Biología especial y Geología*. Bilbao, Eléxpuru Hermanos.

ABAUNZA, M. (1906) *Elementos de mecánica para uso de los alumnos de las escuelas de artes y oficios y capataces.* Bilbao, Eléxpuru Hermanos.

ABAUNZA Y CERMEÑO, M. (1925) *Elementos de organografía, fisiología e higiene.* Vergara, Santísimo Rosario, 3ª ed.

BELTRÁN DE HEREDIA, M. (1897) "The manufacture of Coke at Bilbao". *The Journal of the Iron and Steel Institute (London)*, 50-51(1), 392.

ESCUELA (1926) *Escuela de Artes y Oficios Artísticos y Bellas Artes. Memoria del curso de 1924 a 1925 [Barcelona. 150 aniversario de la fundación de la escuela]*. Barcelona, Impr. Elzeviriana.

OLIVERAS FERRER, R. (1903) *Lecciones de tecnología química: aire, agua, azufre, sulfuro de carbono...* Bilbao, Sociedad Bilbaína de Artes Gráficas.

REGLAMENTO (1904) *Reglamento de la Escuela de Artes y Oficios y de Capataces de Bilbao*. Bilbao, Imprenta y encuadernación de la Santa Casa de Misericordia.

6. BIBLIOGRAFÍA

BUS (Bureau Universitaire de Statistique et de documentation scolaires et professionnelles de France) (1946) *Les Écoles nationales d'arts et métiers*. Paris, BUS.

DÁVILA BALSERA, P. (1997) *Las Escuelas de Artes y Oficios y el proceso de modernización en el País Vasco, 1879–1929*. Leioa, Universidad del País Vasco (UPV/EHU), Servicio Editorial.

DOMSCHKE, J.P. (2007) *Personlichkeiten aus der Geschichte der Hochschule Mittweida [...] Johann Nepomuk Burkel:Lehrer am Technikum, Architekt fur Mittweida, Unternehmer in Winterthur / [verf., red. bearb. und gestaltet unter Mitarb. folgender Personen: Jan-Peter Domschke...]* Mittweida, Mittweida Hochschule.

EGGLI, M. & URS, B. (2009) *Die Geburt eines Dinosauriers: 7000 Studentinnen und Studenten besuchen in Winterthur, Zurich oder Wadenswil die Zurcher Hochschule fur Angewandte Wissenschaften (ZHAW)*. Winterthur, Jahrbuch Winterthur.

LÁZARO TORRES, R.M.A. Y SICHAR CABALLERO, R. (1997) *Aquellos tiempos del "Insti": el Instituto de Enseñanza Media de Bilbao cumple 150 años*. Bilbao, Beitia.

MARTÍNEZ PASCUAL, P. (1994) *Escritores y editores en la Restauración canovista 1875–1923*, Vol. 2. Madrid, Ediciones de la Torre.

PELLÓN GONZÁLEZ, I. Y BILBAO-GOYOAGA, A. (2013) "The chemical atomic theory in Ramón Torres Muñoz de Luna's textbooks (1848 –1885)". *Circumscribere: International Journal for the History of Science*, Vol. 13 (2013), pp. 46-65. Consulta on-line: http://bit.ly/13O6VT3, visitada el 01.III.2014.

PELLÓN GONZÁLEZ, I. Y DE-LUIS ÁLVAREZ, A. (2013) "Enseñanza en Ciencias y Técnicas en las Escuelas de capataces de minas. Caso de la de Bilbao". *Llull*, 36 (77), 35–65.

PUCHE RIART, O. Y ORCHE GARCÍA, E. (2005) "Valentín Vallhonrat y Gómez (Almodóvar del Campo, Ciudad Real, 1884–Plencia, Vizcaya, 1965)", *Llull, 28(62)*, 545–550.

SAIZ VALDIVIELSO, A. C. (2006) "La Escuela de Artes y Oficios de Bilbao". *Bilbao*, nov. 2006, 28 y 38.

GONZÁLEZ REDONDO, F. A. (coord.) (2015) *Ciencia y Técnica entre la Paz y la Guerra. 1714, 1814, 1914*. Madrid, SEHCYT, pp. 865-872.

LA QUÍMICA EN LA 'ESCUELA DE MINAS' DE BILBAO, SEGUNDA PARTE (1937-2014)

Ana De-Luis Álvarez[(1)], Inés Pellón González[(2)]

(1) Universidad del País Vasco (UPV/EHU), Bilbao, España, ana.deluis@ehu.es
(2) Universidad del País Vasco (UPV/EHU), Bilbao, España, ines.pellon@ehu.es

Resumen

Una vez finalizada la guerra civil española, la Escuela de Minas de Bilbao continuó su andadura bajo las directrices del nuevo régimen. En este trabajo se continuará la tarea emprendida por las autoras en la primera parte, estudiando todos los aspectos relativos a la enseñanza de las asignaturas de índole química que se impartieron en la Escuela de Minas de Bilbao desde finales de 1937 hasta la actualidad. Se analizarán los diferentes planes de estudio, las biografías de los profesores que participaron en la docencia, los medios materiales que tuvieron a su disposición, los alumnos del centro, así como todos aquellos aspectos relacionados con este área de conocimiento.

Palabras Clave: Química, Educación, Minas, País Vasco, España, Siglo XX.

CHEMISTRY IN THE 'SCHOOL OF MINES' IN BILBAO, PART TWO (1937-2014)

Abstract

After the Spanish civil war, the School of Mines in Bilbao continued its activity under the guidance of the new regime. In this paper the task undertaken by the authors in the first part will continue, studying all aspects of the teaching of subjects such chemistry that were given at the School of Mines in Bilbao from late 1937 to the present. Different curricula, the biographies of the lectures involved in teaching, the material means they had at their disposal, students at the school and all aspects related to this knowledge area will be discussed.

Keywords: Chemistry, Education, Mining, Basque Country, Spain, 20th. Century.

1. LA ESCUELA DURANTE LA GUERRA Y POSTGUERRA

El día del alzamiento existían nueve profesores en la Escuela de Capataces de Minas de Bilbao. De ellos ocho fueron depurados[1], entre los que se encontraba el único profesor de química, José Mª Abásolo Urrutia que impartía la única asignatura de química existente. Para esta asignatura, Abásolo redactó unos apuntes titulados “Química general y analítica” que servían de texto a los

[1] Archivo de la Secretaría de La Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Minas y Energía de Madrid (AETSIMEM). Carpeta nº 43 con el título “Capataces de Bilbao. Personal (1939-1964)”.

alumnos que la cursaban[2]. Ingresó en la Escuela en 1927 y era de familia importante en la sociedad de la época. Su hermano Emilio era Director de la *Sociedad Plomos y Estaños laminados*[3] y su hermano Eduardo, profesor de la Escuela de Ingenieros Industriales de Bilbao[4].

Es importante destacar que tanto en 1937 como en 1938 las enseñanzas en la Escuela se interrumpieron[5]. A pesar de ello, el 25 de noviembre de 1937 ingresó en el centro Luis Basabe Cotoner, adscrito a la cátedra de Física y Química de forma provisional, debido a que tenía como destino el Laboratorio Químico Industrial de la Escuela Especial de Ingenieros de Minas de Madrid, llegando a dirigirlo en 1941. Durante el curso 1938/1939 estuvo adscrito de manera provisional en el Instituto Geológico y Minero de España y en agosto de ese mismo año se incorporó a su plaza en la Escuela de Madrid[6], por lo que no llegó a impartir docencia en la Escuela de Bilbao. Estudió en la Escuela Especial de Ingenieros de Minas de Madrid (EEIMM), realizando el curso preparatorio a los 16 años y fue admitido en el primer curso de la carrera en el año académico 1908-1909, terminando sexto y último año en el curso de 1913 a 1914. Estudió "Química industrial" en el tercer año de carrera y "Química analítica" en el cuarto año[7].

En julio de 1939 se jubiló el subdirector de la Escuela, Claudio Aranzadi Unamuno, primo del ilustre escritor bilbaíno y hermano del científico Telesforo Aranzadi, pasando a ocupar dicho cargo José Mª Abásolo Urrutia. A pesar de ello, Abásolo continuó en solitario hasta abril de 1941 cuando se contrató a Carlos Franco Bordons, autor de los apuntes de "Química y análisis químico" que en 1942 seguían los alumnos de la Escuela de Bilbao[8]. Este tipo de libros que contenían apuntes eran muy habituales en la Escuela y ayudaban a no aumentar los gastos ocasionados por los estudios, ya que los alumnos en muchas ocasiones eran trabajadores que no tenían un poder adquisitivo alto.

El profesor Franco se jubiló en 1958 ingresando a finales de 1956 José Manuel de Ochoa y O'Shea[9], de familia de alta tradición minera ya que al menos tres hermanos fueron Ingenieros de Minas. Uno de ellos, Luciano, ingresó en la Escuela de Bilbao en 1960.

En otro orden de cosas, en 1939, el nuevo régimen instaurado posibilitó a los estudiantes que combatieron en la Guerra Civil que recuperasen parte del tiempo de estudio perdido, mediante cursos abreviados semestrales[10]. Entonces, la necesidad de titulados era especialmente necesaria entre los Capataces de Minas debido a las necesidades de reconstrucción del país y, por ello, en la Escuela de Bilbao se impartieron dos cursos intensivos, ingresando en ellos un total de 53 alumnos[11].

Mientras tanto, el Ayuntamiento de Bilbao decidió construir un nuevo edificio en el lugar del dañado por el incendio acontecido en 1937. El presupuesto con el que se contaba para la obra, era superior a los dos millones de pesetas de la época[12]. Durante su construcción, la Diputación Foral de Vizcaya cedió unos locales para poder impartir docencia de forma provisional hasta que pasaron a ocupar el nuevo edificio en 1948 [Figura 1a]. Los locales de la Escuela ocupaban el tercer piso del edificio que compartía con el Parque Central de Bomberos de Bilbao y consistía en cinco clases y un

[2] Centro Documental de la Memoria Histórica de Salamanca. PS Santander, L-628.
[3] *Gazeta de Madrid*, 23 de mayo de 1926, núm. 143, p.1075.
[4] Orden, de 18 de enero de 1938. *Boletín Oficial del Estado*, 20 de enero de 1938, núm. 456, p. 5342.
[5] Archivo de la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica de Minas y de Obras Públicas de Bilbao (AEUITMOP). Caja: "Actas y Copias de actas (1936-1955)". Carpeta: "Datos obtenidos en la Escuela de Minas de Madrid para rehacer los expedientes de alumnos destruidos por el incendio del 9/12/1937".
[6] AEUITMOP. Carta enviada por el subdirector Claudio Aranzadi al Estado (8 de enero de 1938).
[7] Archivo de Secretaría de la Escuela Especial de Ingenieros de Minas de Madrid (EEIMM), Expediente del alumno Luis Basabe y Cotoner, Hojas de estudios del alumno Luis Basabe y Cotoner correspondientes a los cursos 1908-1909 hasta 1913-1914.
[8] AETSIMEM. Carpeta nº 43 con el título "Capataces de Bilbao. Personal (1939-1964)".
[9] Idem.
[10] Orden, de 6 de noviembre de 1939. *Boletín Oficial del Estado*, 1 de noviembre de 1939, núm. 162, pp. 3195-3197.
[11] AEUITMOP. Caja: "Actas y Copias de actas (1936-1955)". Carpeta: "Datos obtenidos en la Escuela de Minas de Madrid para rehacer los expedientes de alumnos destruidos por el incendio del 9/12/1937".
[12] Archivo Municipal de Bilbao (AMB-BUA). Ref. 420566. Acta del pleno del 15 de febrero de 1941.

laboratorio[13] [Figura 1b]. Durante los años que ocuparon este edificio se han observado multitud de quejas por parte de la dirección del centro a sus benefactores, como son la falta de calefacción, la obstrucción de desagües y goteras etc… que conllevaron a la realización de continuas reformas en los locales de la escuela[14]. Esta escuela cambió de denominación a finales de 1951, cuando se modificó el entonces título de *Capataz Facultativo de Minas* por el de *Facultativo de Minas*, debido a la posible confusión de estos titulados con otro tipo de capataces de menor categoría[15].

2. LA LEY SOBRE ORDENACIÓN DE LAS ENSEÑANZAS TÉCNICAS DE 1957: DE FACULTATIVOS A PERITOS

Debido a la gran industrialización existente en la época, en 1957 se llevó a cabo una revisión de las Enseñanzas Técnicas[16]. Así, se establecieron las Escuelas Técnicas de Grado Medio, que se regían por un reglamento común y que otorgaban, entre otros, el título de Perito de Minas Para mayor unificación, dichas escuelas pasaban a depender administrativamente del Ministerio de Educación Nacional y económicamente del Estado. Así, la Escuela de Facultativos de Minas de Bilbao pasa a ser la de Peritos de Minas de Bilbao.

Analizando el nuevo plan de estudios, para obtener el título de Perito en la especialidad correspondiente era necesario superar un curso selectivo de iniciación y tres cursos más de especialización. Los bachilleres elementales y los operarios, por no poseer el título necesario para el ingreso, debían, además, realizar un curso preparatorio. La mayoría de los alumnos de la Escuela de Bilbao procedían de la margen izquierda de la ría y de la zona minera y simultaneaban los estudios con el desempeño laboral. Esto hacía que tras terminar sus estudios consiguieran puestos de responsabilidad, ya que la credibilidad que tenían dentro del tejido empresarial era grande y la adaptación a sus condiciones específicas era sencilla. Por ese motivo el número de aspirantes era elevadísimo y existía un duro examen de ingreso al curso preparatorio, accediendo a las enseñanzas un 5% de ellos únicamente[17]. El curso selectivo era igual para todos los peritajes, teniendo una única asignatura diferente y propia de cada titulación ("Ciencias geológicas" para los peritos de minas). Primer y segundo curso eran comunes para todos los peritos de minas y en tercero había cinco secciones diferentes con asignaturas específicas para cada una de ellas.

Con el Plan de Estudios de 1957 aumenta el número de asignaturas de una a seis [Tabla 1]. Aparecen asignaturas de combustibles por la importancia de ellos en la economía de la época, distinguiéndose entre sólidos (carbón) y el resto (petróleo y gases). Además, surgen asignaturas relacionadas con materiales de construcción y relacionados con la industria química de la época.

Con la implantación de los cursos preparatorio y selectivo en el curso 1960-1961 se hizo necesaria una petición de ampliación de las aulas y dependencias del centro, por aumentar notoriamente el número de alumnos y el de horas de permanencia de éstos en las clases[18]. En ese

[13] AEUITMOP. Carta del Subdirector de la Escuela al Alcalde de Bilbao del 2 de diciembre de 1948. En ella se solicitan timbres, además de en las puertas de entrada, dirección y secretaría, en las cinco clases y en el laboratorio.
[14] AEUITMOP. Multitud de cartas del Subdirector de la Escuela a sus benefactores.
[15] Orden, de 29 de diciembre de 1951. *Boletín Oficial del Estado*, 11 de enero de 1951, núm. 11, p. 167.
[16] Ley de 20 de julio de 1957, *Boletín Oficial del Estado*, de 22 de julio de 1957, núm. 187, pp. 607-614.
[17] Esto queda patente en una opinión al respecto de Pedro Saenz, profesor jubilado de la Escuela: […]. En esta época para acceder a la carrera se debía superar un examen de ingreso. Este examen adquirió fama en el entorno por su complejidad, pues exigía rapidez de reflejos en materias como cálculo ó dibujo técnico y presentaba la amenaza de garantizar únicamente el ingreso de los 40 alumnos de mayor puntuación. Era tal el pánico ante la posibilidad de fracaso, que se establecieron dos academias especializadas en preparar la prueba. Una de ellas era la de Hipólito Gimeno, en la calle Gordóniz de Bilbao y la otra la de José en Sestao […]
[18] AEUITMOP. Carta del Subdirector de la Escuela, Fernando de Gondra, al Alcalde de Bilbao del 9 de marzo de 1960. En ella se solicita ampliación de aulas y se adjunta un plano.

momento el número de alumnos matriculados superó los 750[19]. Esto llevó implícito un aumento de plantilla entre el profesorado, de uno a cinco docentes [Tabla 2].

CURSO PREPARATORIO		
ASIGNATURAS COMUNES	HORAS DE CLASE SEMANALES	
	TEÓRICAS	PRÁCTICAS
Química	3	2
CURSO SELECTIVO		
ASIGNATURAS COMUNES	HORAS DE CLASE SEMANALES	
	TEÓRICAS	PRÁCTICAS
Química	3	2
PRIMER CURSO		
ASIGNATURAS COMUNES	HORAS DE CLASE SEMANALES	
	TEÓRICAS	PRÁCTICAS
Análisis Químico	2,5	2

TERCER CURSO			
SECCIÓN	ASIGNATURAS	HORAS SEMANALES	
		T	P
COMBUSTIBLES Y EXPLOSIVOS	Combustibles Sólidos	2	1
	Combustibles Líquidos y Gaseosos	2	1
MINERALURGIA	Industria del Cemento, Cales, Yesos y Materiales Refractarios	2	1
	Beneficio de Sales Alcalinas y Alcalino-térreas	1,5	0

Tabla 1: Asignaturas relacionadas con el área de química impartidas para los Peritos de Minas, según Plan de 1957 (Plan de Estudios en las Escuelas Técnicas de Grado Medio: Orden de 9.V.1962, BOE nº 119 de 18.V.1962, pp. 6663-6669. Horas: Resolución de 9.VII.1962, BOE nº 182 de 31.VII.1962, pp. 10728-10738).

Profesor	Ingreso	Cese	Asignatura	Ministerio de dependencia	Título	Cargo docente
José Manuel Ochoa O'Shea	1.XII.1956		Química (Plan anterior)	Industria	Ingeniero de Minas	Profesor numerario
Luciano Ochoa O'Shea	1.X.1960		Química (Preparatorio)	Educación Nacional	Ingeniero de Minas	Encargado de Cátedra y de Curso
José Ramón Merino Sánchez	1.X.1960	19.VIII.1968 30.IX.1991	Química (Preparatorio)	Educación Nacional	Ingeniero de Minas	Encargado de Curso
Nicolás Suso Arostegui	1.X.1960	3.II.1962	Química (Selectivo)	Educación Nacional	Ingeniero de Minas	Encargado de Cátedra
Ramiro Bañales Basarrete	1.X.1961		Prácticas de Laboratorio (Plan anterior)	Educación Nacional	Facultativo de Minas	Encargado de Curso
			Propuesto para Análisis Químico (Primero, para 1961/1962)			

Tabla 2. Profesores de química existentes en la Escuela de Bilbao al instaurarse el Plan de 1957 (Archivo de la Secretaría de La Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Minas y Energía de Madrid. Carpeta nº 43 con el título "Capataces de Bilbao. Personal (1939-1964)").

3. LA LEY SOBRE ORDENACIÓN DE LAS ENSEÑANZAS TÉCNICAS DE GRADO MEDIO DE 1964: DE PERITOS A INGENIEROS TÉCNICOS

Aunque la Ley de 1957 tuvo una gran importancia por su objetivo unificador de las Enseñanzas Técnicas, su vigencia fue corta, ya que el abril de 1964 apareció una nueva[20]. Una de sus novedades fue el cambio de denominación de los titulados, pasando de peritos a ingenieros técnicos.

[19] AEUITMOP. Carta del Subdirector de la Escuela, José Mª de Urrutia, al Alcalde de Bilbao del 26 de octubre de 1964. En ella se solicitan dos aulas nuevas.
[20] Ley 2/1964, de 29 de abril, *Boletín Oficial del Estado*, 1 de mayo de 1964, núm. 105, pp. 5581-5582.

Además, las Enseñanzas Técnicas de Grado Medio se reducen a tres cursos, desarrollándose en disciplinas de carácter básico (impartidas en primer curso) y en disciplinas propias de la especialidad. Para evitar la acumulación creciente de alumnos, el nuevo plan de estudios limitaba el número de años de matriculación oficial, lo que hizo que aumentara considerablemente el alumnado que cursaba la titulación de forma libre.

Los títulos expedidos en las Escuelas de Minas eran de Ingeniero Técnico de Minas en una de cinco especialidades posibles, de las cuales en Bilbao se impartían tres: “Fábricas Siderometalúrgicas y Mineralúrgicas”, “Explotación de Minas” e “Instalaciones de Combustibles y Explosivos”.

En este plan de estudios, las asignaturas afines al área de química se redujeron de siete a seis. Dentro de las asignaturas de combustibles adquiría mucha importancia el petróleo y la industria que surge como consecuencia de los productos no combustibles que aparecen en su refino; la industria petroquímica. En relación con los materiales, se estudiaba en profundidad el cemento, y los procesos químicos industriales se trataban muy genéricamente en la asignatura de química industrial. Además, aparece como especialidad las fábricas relacionadas con minerales y con el hierro, cuya importancia era básica en la zona en la cual se encontraba la Escuela.

Es importante destacar que el Plan de estudios anterior fue descartado cinco años más tarde, surgiendo el Plan de 1969, pero que a las enseñanzas de química en la Escuela de minas de Bilbao únicamente le afecta en la denominación de una de las especialidades que imparte. Así, la especialidad en “Fábricas siderometalúrgicas y mineralúrgicas” pasa a denominarse “Metalurgia”. Esto da a entender la importancia creciente que estaban adquiriendo los metales, no solo el hierro.

Ese mismo año la Escuela de Bilbao se trasladó a Barakaldo [Figura 1c][21]. Esta nueva ubicación no es aleatoria debido a estar muy cerca de la zona minera vizcaína y de la extensa zona industrial donde se encontraban las acerías en continua expansión en la época. Esto facilitaba, en gran medida, que los trabajadores aumentaran su formación. La nueva escuela tenía 15 aulas; 3 gabinetes, 3 laboratorios (uno de ellos de química) y 5 talleres (uno de combustibles).

a)  b)  c)  d) 

Figura 1. a) Edificio de la calle María Muñoz (Archivo Foral de Vizcaya. b) Edificio compartido con los bomberos de Bilbao (Imagen cedida por Manolo Cano, profesor jubilado de la Escuela). c) Edificio de Barakaldo (el “correo.com”, 17.I.2014). d) Edificio en la zona de San Mamés (Paulo Etxeberria, profesor de la Escuela).

4. LA INTEGRACIÓN EN LA UNIVERSIDAD (1972)

A finales de la década de los sesenta, debido a la masificación de los entonces distritos universitarios, se produjeron una serie de medidas urgentes de reestructuración universitaria que llevó a crear en 1968 nuevas universidades[22]. Aparecieron las Escuelas Universitarias, con el fin de poder introducir en la universidad mejores perspectivas de especialización profesional y en el año 1972 la Escuela se integró en la reciente Universidad de Bilbao[23]. En 1980, atendiendo al creciente

[21] AEUITOP. Proyecto de edificio para la Escuela Técnica de Peritos de Minas de Barakaldo de noviembre de 1963.
[22] Decreto-Ley 5/1968, de 6 de junio. *Boletín Oficial del Estado*, 7 de junio de 1968, núm. 137, pp. 8254-8255.
[23] Decreto 1377/1972, de 10 de mayo. *Boletín Oficial del Estado*, 7 de junio de 1972, núm. 136, pp. 10027-10029.

aumento demográfico y al desarrollo alcanzado, la Universidad de Bilbao aumentó su ámbito territorial pasando a denominarse Universidad del País Vasco (UPV/EHU)[24]. Con la incorporación de la Escuela a la universidad cambió el plan de estudios surgiendo el llamado Plan de 1972 ó Plan Universitario, consistente en un único ciclo de tres años, siendo primero común y los dos últimos de especialización. En él se amplían los conocimientos de química que debían adquirir los metalúrgicos, pero las demás enseñanzas no se modifican con respecto al plan anterior.

Debido a la reforma, en la Escuela de Barakaldo, las asignaturas estaban adscritas a diferentes cátedras. Entre ellas existían dos en las cuales se podían incluir las asignaturas relacionadas con química; la Cátedra IV: "Química", con dos profesores y la VI: "Combustibles", con un profesor. Es destacable que la mayoría tenían dedicación parcial y ocupaban cargos de relevancia en la industria. Además, por primera vez los encargados de la docencia de química son titulados en enseñanzas de química (Licenciado en Químicas y Perito Químico) y no Ingenieros de Minas [Tabla 3].

El plan universitario tuvo vigencia hasta 1982. En ese año la titulación sufrió un cambio de gran envergadura en la Escuela. Así, las tres especialidades existentes se impartieron en cuatro años. Cabe destacar la aparición de "Química Orgánica" como una nueva asignatura en la especialidad de Combustibles por su importancia para poder comprender las características y comportamiento de los distintos combustibles, sobre todo el petróleo. Además, desaparece "Combustibles Sólidos" para estudiar "Tecnología de Combustibles", mucho más genérica y que amplía la formación en otros combustibles distintos al carbón.

Cátedra	Asignaturas/Especialidad	Profesores	Título	Ingreso	Cese	Cargos
Química	Química/Común Ampliación de química/Metalurgia Química Industrial/Metalurgia Industrias del Cemento/Metalurgia	Manuel Aizpuru de la Torre	Ldo. Ciencias Químicas	1.X.1963	30.IX.1986	Encargado de cátedra Subdirector de Investigación y Control en Cementos Portlan de Lemona S.A.
		José Mª Tellería Aramburu	Perito Industrial, Sección Química	1.X.1969	2.X.1986	Encargado de curso Profesor de FP
Combustibles	Combustibles Sólidos/Combustibles y explosivos Refino del Petróleo y sus Instalaciones/ Combustibles y explosivos Petroquímica/ Combustibles y explosivos	Agustín Cortina Ruiz	Doctor Ingeniero de Minas	1.X.1963 (Cátedra Matem.) 1.X.1966	30.IX.2000	Encargado de cátedra Director Técnico de la Sdad. Bilbaína de Maderas y Alquitranes S.A.

Tabla 3. Cátedras relacionadas con el área de química, profesores adscritos a ellas y cargos que ocupaban tanto en la Escuela como fuera de ella en 1972 (Archivo de Secretaría de La Escuela de Minas de Bilbao).

5. LA REFORMA UNIVERSITARIA DE 1983

La reciente Constitución española de 1978 vino a revisar el régimen jurídico centralista de la Universidad, lo que desembocó, en 1983[25], en una reforma que reconocía la autonomía académica, financiera y de gestión de la universidad.

Un gran cambió se produjo al potenciarse la estructura departamental instituida anteriormente en la que, por primera vez, tenían cabida las Escuelas universitarias[26]. Como consecuencia de ello,

[24] Real Decreto 2541/1977, de 23 de septiembre. *Boletín Oficial del Estado*, 3 de octubre de 1977, núm. 236, pp. 21902-21903.
[25] Ley Orgánica 11/1983, de 25 de agosto. *Boletín Oficial del Estado*, 1 de septiembre de 1983, núm. 209, pp. 24034-24042.
[26] Decreto 70/1985, de 18 de marzo, *Boletín Oficial del Estado*, 2 de marzo de 1985, núm. 62, pp. 1314-1376.

los docentes que impartían asignaturas relacionadas con la Cátedra de Química y con la de Combustibles de la Escuela de Minas de Barakaldo pasaron a formar parte del departamento de Ingeniería Química y del Medio Ambiente. Es destacable la aparición de las primeras mujeres docentes en la Escuela (la primera ingresó en 1986 al Departamento de Química) y la presencia cada vez más importante de la mujer en las aulas, hecho impensable hasta la época. Los nuevos planes de estudios tuvieron una serie de novedades. Para conseguir una mayor flexibilidad en el curriculum del estudiante se computaba el haber académico en créditos. Se distinguían tres tipos de materias: las troncales (con contenidos homogéneos mínimos), las no troncales que se podían clasificar en obligatorias y optativas (determinadas por la propia universidad) y las de libre elección, que las elegía el alumno y le ayudan a la configuración de su propio curriculum. Además, la calificación "No presentado" era equivalente a una renuncia y no consumía convocatoria. Esta norma prevalece hasta nuestros días y ha hecho que la duración de los estudios pueda dilatarse en el tiempo.

Finalmente en 1995[27] se homologaron los planes de estudios conducentes a la obtención del título universitario de Ingeniero Técnico de Minas en cinco especialidades, impartiéndose en Barakaldo cuatro: "Recursos Energéticos, Combustibles y Explosivos", "Explotación de Minas", "Mineralúrgia y Metalúrgia" e "Instalaciones Electromecánicas Mineras".

En dichos planes, a pesar de que se reducen en un año las enseñanzas, el número de asignaturas aumenta de seis a diez. Se recuperan las asignaturas de "Análisis Químico" y "Carboquímica" y aparecen asignaturas mucho más específicas, como son la "Fabricación de Explosivos" y la "Ingeniería Básica de Operaciones y Procesos", lo que implica un nuevo aumento del número de docentes [Tabla 4]. Esta necesidad se agudizó cuando, en el curso académico 2000-2001 dieron comienzo las enseñanzas de la titulación "Ingeniería Técnica de Obras Públicas"[28], aumentándose en dos las asignaturas a impartir ("Química" y "Aguas y Medioambiente").

Asignatura/Tipo/Especialidad	Profesores	Título	Ingreso	Cese
Química I/Troncal/Común Química II/Troncal/Común Ingeniería Básica de Operaciones y Procesos/ Troncal/Recursos/Optativa/Mineralurgia Fabricación de Explosivos/Troncal/Recursos Ampliación de Ingeniería Básica de Operaciones y Procesos/Optativa/Recursos Carboquímica/Optativa/Recursos Análisis Químico/Optativa/Mineralurgia/Optativa/ Recursos Tecnología de Combustibles/Troncal/Recursos Ampliación de Tecnología de Combustibles/ Optativa/Recursos Petroquímica/Optativa/Recursos	Miguel Angel Hurtado Moja	FP	1.X.1974	29.VI.2003
	Itziar Aranguiz Basterrechea	Doctora Ciencias Químicas	1.X.1985	En activo
	Blanca Caballero Iglesias	Doctora Ciencias Químicas	1.X.1986	En activo
	José Mª Santos	Ingeniero de Minas	1.X.1984	1.IX.2012
	Fernando Zugazaga Ruiz	Ingeniero Industrial	13.III.1995	27.IX.2004
	Blanca Egia Laka	Doctora Ciencias Químicas	1.II.1991	1.XII.2011
	Elena Bilbao Ergueta	Lda. Ciencias Químicas	20.II.1992	En activo

Tabla 4. Profesores adscritos a la Sección departamental de la Escuela de Minas del Departamento de Ingeniería Química y del Medioambiente en 1995 (Archivo de Secretaría de La Escuela de Minas de Bilbao).

6. LA ADAPTACIÓN AL ESPACIO EUROPEO DE EDUCACIÓN: PLAN BOLONIA

Durante las dos últimas décadas, la universidad ha sufrido una gran transformación que comenzó a mediados de 1999 cuando se firma la Declaración de Bolonia que establece objetivos comunes para el desarrollo de un Espacio Europeo de Educación Superior (EEES). Como

[27] Resolución, de 26 de septiembre de 1995, *Boletín Oficial del Estado*, 21 de octubre de 1995, núm. 252, p.3077.
[28] Resolución, de 4 de noviembre de 2000, *Boletín Oficial del Estado*, 20 de noviembre de 2000, núm. 226, pp. 32258-32267.

consecuencia de ella se modificó la Ley de Universidades[29]. Surgieron nuevos planes de estudios cuyos objetivos se centraron en la adquisición de competencias por parte de los estudiantes, ampliando el tradicional enfoque basado en contenidos. Por ello se instauraron los créditos europeos ECTS como unidad de medida, implicando un cambio en las metodologías docentes[30].

El curso 2010-2011 fue el primero en el cual se impartieron los nuevos grados en la UPV/EHU. Desde la Escuela de Minas se propusieron dos nuevos Grados: "Ingeniería de Tecnología de Minas y Energía" e "Ingeniería Civil", cuyos planes de estudios se publican a principios de 2011[31]. En ellos es destacable la aparición de "Ingeniería Ambiental", que refleja la preocupación social que está tomando la calidad medioambiental en los últimos tiempos [Tabla 5]. A pesar de que disminuye el número de asignaturas, el número de docentes se mantiene. Esto es debido a que dos de las asignaturas son comunes a ambas titulaciones y a la progresiva euskaldunización de las enseñanzas.

Asignaturas	Grado (Minas/Civil)	Profesores	Título	Ingreso	Cese
Química Tecnología de Combustibles I Tecnología de Combustibles II Operaciones Básicas Refino del Petróleo y Petroquímica Ingeniería Ambiental Aguas y Medio Ambiente	Común GM GM GM GM Común GC	Itziar Aranguiz Basterrechea	Dra. Ciencias Químicas	1.X.1985	En activo
		Blanca Caballero Iglesias	Dra. Ciencias Químicas	1.X.1986	En activo
		José Mª Santos Casas	Ingeniero de Minas	1.X.1984	1.IX.2012
		Elena Bilbao Ergueta	Dra. Ciencias Químicas	20.II.1992	En activo
		Ana de Luis Álvarez	Dra. Ciencias Químicas	26.IX.2006	En activo
		Amaia Menéndez Ruiz	Dra. Ciencias Químicas	1.X.2006	En activo
		Aitziber Iriondo Hernández	Dra. Ingeniero Químico	23.X.2006	En activo
		Maite de Blas Martín	Dra. Ingeniero Químico	1.IX.2007	En activo

Tabla 5. Profesores adscritos a la Sección departamental de la Escuela de Minas del Departamento de Ingeniería Química y del Medioambiente en el momento de instaurarse el plan de estudios de 2010 (Plan Bolonia) (Archivo de Secretaría de La Escuela de Minas de Bilbao).

Mientras acontecía toda la revolución académica expuesta, la Universidad del País Vasco apostó por la centralización de las Ingenierías del Campus en la zona de San Mamés. En este contexto, a comienzos del curso académico 2012-2013 se inauguró en esa zona un edificio que alberga a las Escuelas de Ingeniería Técnica Industrial y a la de Minas y de Obras Públicas[32] [Figura 1d]. Es notorio el aumento de dotación que ha conseguido la Escuela de Minas con este nuevo edificio. Actualmente tiene 16 aulas, 8 seminarios y 26 laboratorios, 6 de ellos de Química.

En medio de estos cambios, la antigua Escuela de Capataces de Bilbao acaba de cumplir 100 años con un gran reto a corto plazo. Desde el rectorado de la UPV/EHU se la ha propuesto como parte, junto con la Escuela de Náutica, la Superior de Ingenieros y la de Ingenieros Técnicos, de un único centro de ingenierías de referencia en el Campus de Vizcaya.

[29] Ley Orgánica de Universidades 6/2001, de 21 de diciembre, *Boletín Oficial del Estado*, 24 de diciembre de 2001, núm. 307, pp. 49400-7425.
[30] http://www.euskonews.com/0419zbk/gaia41901es.html. Consultada el 12 de julio de 2011.
[31] Resolución, de 20 de diciembre de 2010, *Boletín Oficial del Estado*, 31 de enero de 2011, núm. 26, pp. 10785-10787.
[32] Anuncio de 31 de octubre de 2007. *Boletín Oficial del Estado*, 1 de noviembre de 2007, núm. 262, p. 12991.

CAPÍTULO 11

UN RECORRIDO HISTÓRICO EN TORNO A LAS TECNOLOGÍAS EDUCATIVAS

HISTORICAL REVIEW OF EDUCATIONAL TECHNOLOGY

GONZÁLEZ REDONDO, F. A. (coord.) (2015) *Ciencia y Técnica entre la Paz y la Guerra. 1714, 1814, 1914*. Madrid, SEHCYT, pp. 875-882.

LA INCORPORACIÓN DE LAS FIGURAS EN LOS LIBROS DE TEXTO DE GEOMETRÍA

Fernando Vea Muniesa[(1)], Javier Esteban Escaño[(2)]

(1) Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Zaragoza, fernavea@unizar.es
(2) Escuela Universitaria Politécnica de La Almunia, Zaragoza, javeste@unizar.es

Resumen

Desde la asignatura de *Principios de Geometría* en la enseñanza primaria superior hasta *Geometría Descriptiva* en los centros de educación superior (escuelas especiales, universidades, academias militares,...), pasando por *Geometría Analítica, Elementos de Geometría* o *Geometría y Dibujo Lineal;* la enseñanza de esta rama matemática se ha venido apoyando en los libros de texto y, como parte de la modernización de los mismos, en el uso de elementos gráficos en su exposición didáctica.

El objeto de esta comunicación es mostrar la evolución de las imágenes dentro de la enseñanza de Geometría, en particular dentro los textos, así como el paulatino proceso de modernización. En especial, se va a tratar de ofrecer una primera semblanza de los libros de texto que incorporaron los elementos gráficos, las figuras, dentro de la exposición teórica de los contenidos y cómo se ha ido llegando a la situación actual, con libros clásicos y libros virtuales, intentando mostrar las oportunidades que ofrecen las TIC en la enseñanza de Geometría.

Palabras Clave: Geometría, Gráficos, Enseñanza, Modernización, Siglos XIX-XXI.

THE INTRODUCTION OF DRAWINGS IN GEOMETRY TEXTBOOKS

Abstract

From the subject of Principles of Geometry at the primary school to Descriptive Geometry in higher education institutions (special schools, universities, military academies,...) through Analytical Geometry, Elements of Geometry or Geometry and Linear Drawing; the geometry teaching has been supported in textbooks and as part of a modernization process, with the use of graphic elements in their educational exhibition.

The purpose of this paper is to show the evolution of images in the teaching of geometry, particularly within the texts books, as well as the gradual process of modernization. Especially, we will try to provide a first vision of the textbooks that incorporated graphic elements, the figures, within the theoretical discussion of the contents and how it has been arriving to the current situation with classic books and virtual books, trying to show the opportunities offered by ICT in the teaching of geometry.

Keywords: Geometry, Graphics, Education, Modernization, XIX-XXI Centuries

1. INTRODUCCIÓN

En todos los niveles: ¡Geometría! fue el título de la conferencia de Hans Freudenthal [1984, p. 15] en las III Jornadas sobre Aprendizaje y Enseñanza de las Matemáticas, en la que señalaba:

> El título de mi conferencia dice no sólo que se debe enseñar la geometría en todos los niveles escolares, sino más bien que en cada nivel del desarrollo cognitivo -escolar o no-, hay una geometría que se aprende por sí misma, siempre que se le dé la oportunidad de desplegarse, y que es una componente esencial de este desarrollo.

A lo largo de la misma, va mostrando cómo las imágenes forman parte esencial en la enseñanza de la Geometría, vinculando "la intuición geométrica por un lado, y la riqueza de la lógica por el otro" [FREUDENTHAL, 1984, p. 29]. Esa exigencia venía siendo históricamente aceptada, en particular en España, donde la enseñanza de Geometría ocupó un lugar permanente en los distintos niveles educativos[1]: Primaria (Principios de Geometría, de Dibujo Lineal y de Agrimensura), Secundaria (Elementos de Geometría) y Superior (Complemento de Geometría, Geometría Analítica, Geometría Descriptiva,...). Por otro lado, la vinculación entre Geometría y Dibujo no sólo aparece en las asignaturas o en los libros utilizados en las mismas, sino también en las cátedras vacantes de algunos centros educativos [VEA, 1995, pp. 86-90, 235-236, 374].

De aquí que el objetivo de este trabajo sea analizar de qué forma se fueron integrando las figuras geométricas en los libros empleados en el estudio de Geometría, en particular, en la asignatura de *Elementos de Geometría* impartida en la Segunda Enseñanza.

2. LAS LÁMINAS DESPLEGABLES DE FIGURAS

Los libros de texto, en un principio vinculados a las decisiones de los claustros universitarios, fueron implantados de forma generalizada a través de los planes de estudios hasta el Plan Pidal de 1845 o por medio de las listas de libros de texto hasta 1868, comienzo del Sexenio Revolucionario.

A lo largo de los dos primeros tercios del siglo XIX, casi la totalidad de los libros analizados seguían las pautas de libros publicados en el siglo XVIII.

Así, uno de los libros de mayor difusión a lo largo del siglo XIX, *Tratado de Geometría elemental* de Juan Cortázar, presentaba un discurso continuo de la materia con referencias entre paréntesis a las figuras que aparecían en las láminas desplegables que se añadían al final del texto (Figura 1)

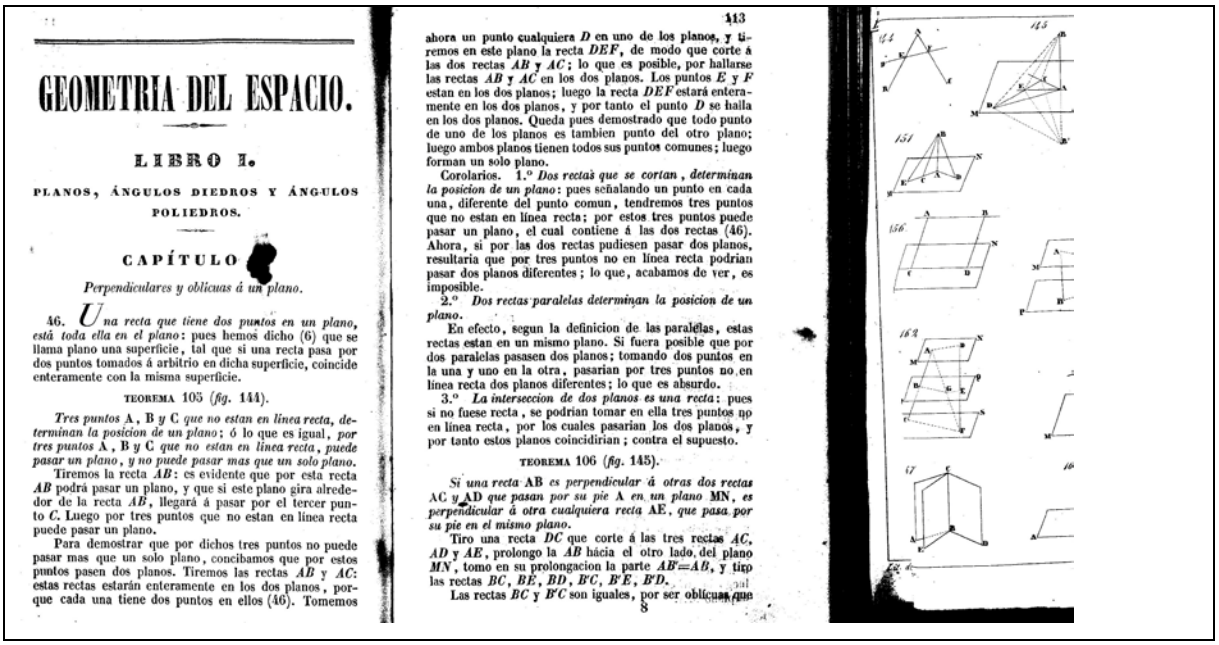
3. LOS CAMBIOS TRAS LA REVOLUCIÓN DE 1868

A partir de la Revolución de Septiembre de 1868, el libro de texto sólo debía recibir la aprobación ministerial para su uso, sin poder imponerlo, lo que permitió una mayor proliferación de autores y, en consecuencia, de formas exponer las asignaturas de Geometría.

Un ejemplo (Figura 2) es la obra de Ambrosio Moya de la Torre[2], *Elementos de Matemáticas. Tomo II. Geometría y Trigonometría,* cuya primera edición es del año 1871 y ya introduce las figuras intercaladas con el texto de referencia.

[1] Una síntesis del tema puede verse en VEA Y VELAMAZÁN [2011].

[2] Este autor, en su obra *Principios de Aritmética y Geometría* de 1862, ya intercalaba figuras en el texto. La imagen corresponde a la 3ª edición de *Elementos de Matemáticas. Tomo II. Geometría y Trigonometría.*



GEOMETRIA DEL ESPACIO.

LIBRO I.

PLANOS, ÁNGULOS DIEDROS Y ÁNGULOS POLIEDROS.

CAPÍTULO

Perpendiculares y oblícuas á un plano.

46. *Una recta que tiene dos puntos en un plano, está toda ella en el plano*: pues hemos dicho (6) que se llama plano una superficie, tal que si una recta pasa por dos puntos tomados á arbitrio en dicha superficie, coincide enteramente con la misma superficie.

TEOREMA 105 (*fig.* 144).

Tres puntos A, B *y* C *que no estan en línea recta, determinan la posicion de un plano*; ó lo que es igual, *por tres puntos* A, B *y* C *que no estan en línea recta, puede pasar un plano, y no puede pasar mas que un solo plano.*

Tiremos la recta *AB*: es evidente que por esta recta *AB* podrá pasar un plano, y que si este plano gira alrededor de la recta *AB*, llegará á pasar por el tercer punto *C*. Luego por tres puntos que no estan en línea recta puede pasar un plano.

Para demostrar que por dichos tres puntos no puede pasar mas que un solo plano, concibamos que por estos puntos pasen dos planos. Tiremos las rectas *AB* y *AC*: estas rectas estarán enteramente en los dos planos, porque cada una tiene dos puntos en ellos (46). Tomemos

ahora un punto cualquiera *D* en uno de los planos, y tiremos en este plano la recta *DEF*, de modo que corte á las dos rectas *AB* y *AC*; lo que es posible, por hallarse las rectas *AB* y *AC* en los dos planos. Los puntos *E* y *F* estan en los dos planos; luego la recta *DEF* estará enteramente en los dos planos, y por tanto el punto *D* se halla en los dos planos. Queda pues demostrado que todo punto de uno de los planos es tambien punto del otro plano; luego ambos planos tienen todos sus puntos comunes; luego forman un solo plano.

Corolarios. 1.º *Dos rectas que se cortan, determinan la posicion de un plano*: pues señalando un punto en cada una, diferente del punto comun, tendremos tres puntos que no estan en línea recta; por estos tres puntos puede pasar un plano, el cual contiene á las dos rectas (46). Ahora, si por las dos rectas pudiesen pasar dos planos, resultaria que por tres puntos no en línea recta podrian pasar dos planos diferentes; lo que, acabamos de ver, es imposible.

2.º *Dos rectas paralelas determinan la posicion de un plano.*

En efecto, segun la definicion de las paralelas, estas rectas estan en un mismo plano. Si fuera posible que por dos paralelas pasasen dos planos; tomando dos puntos en la una y uno en la otra, pasarian por tres puntos no en línea recta dos planos diferentes; lo que es absurdo.

3.º *La interseccion de dos planos es una recta*: pues si no fuese recta, se podrian tomar en ella tres puntos no en línea recta, por los cuales pasarian los dos planos, y por tanto estos planos coincidirian; contra el supuesto.

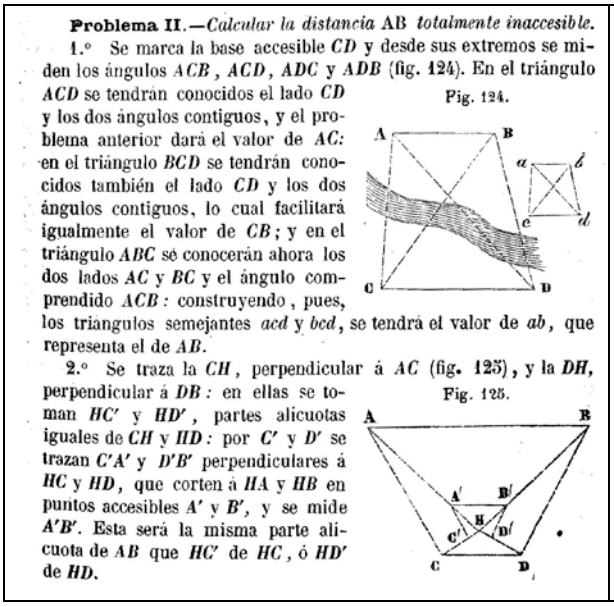
TEOREMA 106 (*fig.* 145).

Si una recta AB *es perpendicular á otras dos rectas* AC *y* AD *que pasan por su pie* A *en un plano* MN, *es perpendicular á otra cualquiera recta* AE, *que pasa por su pie en el mismo plano.*

Tiro una recta *DC* que corte á las tres rectas *AC*, *AD* y *AE*, prolongo la *AB* hácia el otro lado del plano *MN*, tomo en su prolongacion la parte *AB'=AB*, y tiro las rectas *BC*, *BE*, *BD*, *B'C*, *B'E*, *B'D*.

Las rectas *BC* y *B'C* son iguales, por ser oblícuas que

Figura 1. Texto de páginas 112-113 y fragmento de lámina correspondiente a las mismas.
(CORTÁZAR [1848, pp.112-113])



Problema II.—*Calcular la distancia* AB *totalmente inaccesible.*

1.º Se marca la base accesible *CD* y desde sus extremos se miden los ángulos *ACB*, *ACD*, *ADC* y *ADB* (fig. 124). En el triángulo *ACD* se tendrán conocidos el lado *CD* y los dos ángulos contiguos, y el problema anterior dará el valor de *AC*: en el triángulo *BCD* se tendrán conocidos también el lado *CD* y los dos ángulos contiguos, lo cual facilitará igualmente el valor de *CB*; y en el triángulo *ABC* se conocerán ahora los dos lados *AC* y *BC* y el ángulo comprendido *ACB*: construyendo, pues, los triángulos semejantes *acd* y *bcd*, se tendrá el valor de *ab*, que representa el de *AB*.

Fig. 124.

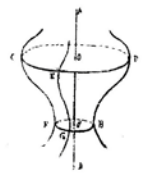
2.º Se traza la *CH*, perpendicular á *AC* (fig. 125), y la *DH*, perpendicular á *DB*: en ellas se toman *HC'* y *HD'*, partes alícuotas iguales de *CH* y *HD*: por *C'* y *D'* se trazan *C'A'* y *D'B'* perpendiculares á *HC* y *HD*, que corten á *HA* y *HB* en puntos accesibles *A'* y *B'*, y se mide *A'B'*. Esta será la misma parte alícuota de *AB* que *HC'* de *HC*, ó *HD'* de *HD*.

Fig. 125.

Figura 2. Planteamiento y desarrollo del problema.
(MOYA [1886, p. 95]).

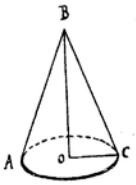
121. Las superficies se pueden engendrar, por el movimiento, de ciertas líneas, llamadas GENERATRICES sujetas á pasar por puntos fijos, y á apoyarse en líneas fijas ó elementos geométricos DIRECTORES. SUPERFICIE REGLADA, es la que puede engendrarse por el movimiento de una línea recta, como el plano. SUPERFICIE DESARROLLABLE, es la que puede extenderse sobre un plano, sin rotura, ni arruga ninguna.

Fig. 116



122. Superficies de revolución. Si una línea [Fig. 116] se mueve alrededor de una recta fija *AB*, llamada EJE, de modo que cada uno de sus puntos, esté siempre á la misma distancia del eje, engendra una SUPERFICIE DE REVOLUCIÓN. Los planos perpendiculares al eje, producen por su intersección en dicha superficie, circunferencias, *O* y *O'* llamadas PARALELOS. Los planos que pasan por el eje producen al cortar á la superficie, líneas *CF*, *EG*, llamadas MERIDIANOS de la superficie de revolución.

Fig. 117.



123. Superficie cónica y cono.

SUPERFICIE CÓNICA, *es la engendrada por una recta, que pasando por un punto fijo, llamado* VÉRTICE, *recorre los puntos de una curva fija.* La superficie cónica será de revolución, si la recta

Figura 3. Contenidos e imágenes coordinadas.
(PONS [1911, p. 190])

4. LAS FIGURAS AMPLÍAN SU PRESENCIA

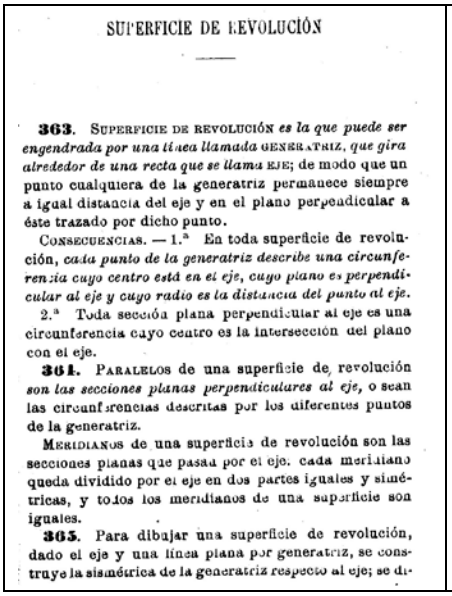
Con la llegada del siglo XX, se advierte que las figuras no sólo desempeñan un papel complementario del texto, ayudando a su comprensión, sino que la enseñanza de Geometría nace de

la simbiosis entre texto y dibujos, ocupando éstos cada vez más espacio dentro de las páginas y apareciendo más integrados en las propias explicaciones. Un ejemplo se muestra en la figura 3 con la obra *Nociones de Aritmética y Geometría* de Bartolomé Pons y Meri, catedrático de Matemáticas del Instituto General y Técnico de Valladolid, que alcanzó la 3ª edición en 1911.

5. LA COEXISTENCIA DE TEXTOS ANÁLOGOS CON Y SIN FIGURAS

Un tema, que necesita un análisis más exhaustivo, es el de la edición de textos del mismo autor y contenidos semejantes que se editaron sin figuras y con figuras. Una hipótesis de trabajo es el coste de edición de la obra y el consiguiente aumento de precio de venta, que pudiera venir vinculado con, al menos, tres cuestiones: El nivel académico al que se dirige el libro, el hecho de ser un autor novel en la publicación de textos docentes y la capacidad editorial del establecimiento tipográfico.

Es el caso de la publicación del catedrático de Matemáticas del Instituto Cardenal Cisneros de Madrid, Ignacio Suárez Somonte, que en su obra de 1922 *Nociones de Geometría* no incluye figuras; mientras que, en *Nociones y Ejercicios de Aritmética y Geometría* de 1932, aparecen los dibujos con un tamaño considerable.



SUPERFICIE DE REVOLUCIÓN

363. SUPERFICIE DE REVOLUCIÓN *es la que puede ser engendrada por una línea llamada* GENERATRIZ, *que gira alrededor de una recta que se llama* EJE; de modo que un punto cualquiera de la generatriz permanece siempre a igual distancia del eje y en el plano perpendicular a éste trazado por dicho punto.

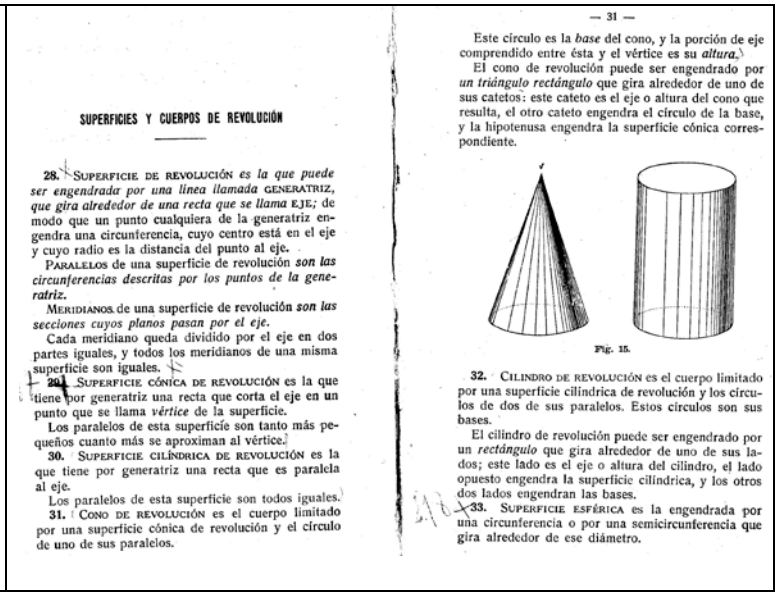
CONSECUENCIAS. — 1.ª En toda superficie de revolución, *cada punto de la generatriz describe una circunferencia cuyo centro está en el eje, cuyo plano es perpendicular al eje y cuyo radio es la distancia del punto al eje.*

2.ª Toda sección plana perpendicular al eje es una circunferencia cuyo centro es la intersección del plano con el eje.

364. PARALELOS de una superficie de revolución *son las secciones planas perpendiculares al eje,* o sean las circunferencias descritas por los diferentes puntos de la generatriz.

MERIDIANOS de una superficie de revolución son las secciones planas que pasan por el eje. cada meridiano queda dividido por el eje en dos partes iguales y simétricas, y todos los meridianos de una superficie son iguales.

365. Para dibujar una superficie de revolución, dado el eje y una línea plana por generatriz, se construye la simétrica de la generatriz respecto al eje; se di-



SUPERFICIES Y CUERPOS DE REVOLUCIÓN

28. SUPERFICIE DE REVOLUCIÓN *es la que puede ser engendrada por una línea llamada* GENERATRIZ, *que gira alrededor de una recta que se llama* EJE; de modo que un punto cualquiera de la generatriz engendra una circunferencia, cuyo centro está en el eje y cuyo radio es la distancia del punto al eje.

PARALELOS de una superficie de revolución *son las circunferencias descritas por los puntos de la generatriz.*

MERIDIANOS de una superficie de revolución *son las secciones cuyos planos pasan por el eje.*

Cada meridiano queda dividido por el eje en dos partes iguales, y todos los meridianos de una misma superficie son iguales.

29. SUPERFICIE CÓNICA DE REVOLUCIÓN es la que tiene por generatriz una recta que corta el eje en un punto que se llama *vértice* de la superficie.

Los paralelos de esta superficie son tanto más pequeños cuanto más se aproximan al vértice.

30. SUPERFICIE CILÍNDRICA DE REVOLUCIÓN es la que tiene por generatriz una recta que es paralela al eje.

Los paralelos de esta superficie son todos iguales.

31. CONO DE REVOLUCIÓN es el cuerpo limitado por una superficie cónica de revolución y el círculo de uno de sus paralelos.

— 31 —

Este círculo es la *base* del cono, y la porción de eje comprendido entre ésta y el vértice es su *altura.*

El cono de revolución puede ser engendrado por *un triángulo rectángulo* que gira alrededor de uno de sus catetos: este cateto es el eje o altura del cono que resulta, el otro cateto engendra el círculo de la base, y la hipotenusa engendra la superficie cónica correspondiente.

Fig. 15.

32. CILINDRO DE REVOLUCIÓN es el cuerpo limitado por una superficie cilíndrica de revolución y los círculos de dos de sus paralelos. Estos círculos son sus bases.

El cilindro de revolución puede ser engendrado por un *rectángulo* que gira alrededor de uno de sus lados; este lado es el eje o altura del cilindro, el lado opuesto engendra la superficie cilíndrica, y los otros dos lados engendran las bases.

33. SUPERFICIE ESFÉRICA es la engendrada por una circunferencia o por una semicircunferencia que gira alrededor de ese diámetro.

Figura 4. Texto sin figuras.
(SUÁREZ [1922, p. 231])

Figura 5. Texto con figuras.
(SUÁREZ [1932, pp. 30-31])

6. LAS IMÁGENES DE LA VIDA COTIDIANA EN LOS TEXTOS DE GEOMETRÍA

Un salto cualitativo en la presencia de imágenes en los libros de Geometría es la introducción de imágenes de la vida cotidiana para explicar los conceptos matemáticos. Esta es la situación que, para desarrollar el tema de la simetría, muestran Julio Rey Pastor y Pedro Puig Adam en su obra de 1935 *Matemáticas. Primer curso (método intuitivo*). (Figura 6)

7. LA CONFORMIDAD EN LAS DÉCADAS DE LA POSTGUERRA

Tras la guerra civil (1936-1939) se entra en un periodo de estancamiento en la evolución de los libros de texto de Geometría, ni siquiera el desarrollismo de la década de los sesenta muestra avances en la modernización de las obras para la educación geométrica. Las figuras presentan dos libros, el primero cercano a 1953 (figura 7) y el segundo de 1971 (figura 8), donde sólo cabe valorar la mejora tipográfica del segundo, que permite un mayor detalle, una complejidad superior y una calidad notable de los dibujos.



— 139 —

LECCION 27.ª — La simetría axial y la perpendicularidad.

LECTURA (Instrumento: La escuadra.)

La simetría.

Al hacer la copia de un dibujo sobre un papel o paño puede colocarse de dos maneras el papel transparente, de modo que coincidan una semirrecta OA del mismo con otra del papel o paño en el que se efectúa la copia. Para pasar de una posición a otra, basta cambiar la cara que está en contacto con el paño.

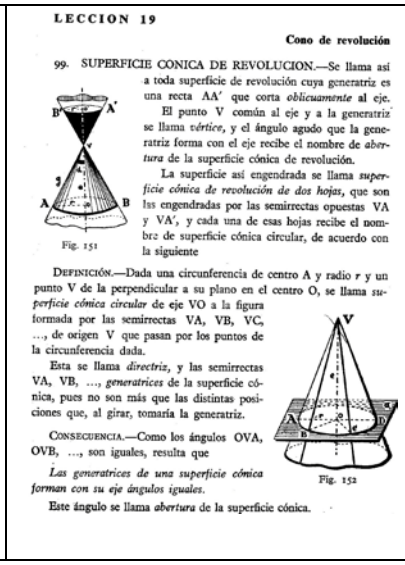
Se dice que las dos figuras que así se obtiene son **simétricas respecto de la recta OA,** llamada **eje,** o también que existe entre ellas una **simetría** de eje **OA.** Se suele llamar **rebatimiento** al movimiento que lleva el papel transparente de una a otra posición, permaneciendo constantemente fija la recta OA y el punto O (y por consiguiente todos los demás puntos de esta recta).

En resumen: **La simetría es un movimiento inverso del plano, en el que permanecen fijos todos los puntos de una recta llamada eje. Para definir una simetría basta dar el eje.**

Una figura se llama **simétrica respecto a un eje** si coincide consigo misma en la simetría con este eje.

Ejemplos: Al cerrar un cuaderno con un borrón de tinta fresca se obtiene otro simétrico respecto al doblez. La H es simétrica respecto al palo horizontal; la Y, respecto al vertical. Son simétricas las hojas de muchas plantas, las mariposas, los muñecos como el de la figura, etc.

Figura 6. Ejemplos de simetría en la vida real.
(REY-PUIG ADAM [1935, p. 139])



LECCION 19

Cono de revolución

99. SUPERFICIE CONICA DE REVOLUCION.—Se llama así a toda superficie de revolución cuya generatriz es una recta AA′ que corta *oblicuamente* al eje.

El punto V común al eje y a la generatriz se llama *vértice*, y el ángulo agudo que la generatriz forma con el eje recibe el nombre de *abertura* de la superficie cónica de revolución.

La superficie así engendrada se llama *superficie cónica de revolución de dos hojas*, que son las engendradas por las semirrectas opuestas VA y VA′, y cada una de esas hojas recibe el nombre de superficie cónica circular, de acuerdo con la siguiente

Fig. 151

DEFINICIÓN.—Dada una circunferencia de centro A y radio *r* y un punto V de la perpendicular a su plano en el centro O, se llama *superficie cónica circular* de eje VO a la figura formada por las semirrectas VA, VB, VC, ..., de origen V que pasan por los puntos de la circunferencia dada.

Esta se llama *directriz*, y las semirrectas VA, VB, ..., *generatrices* de la superficie cónica, pues no son más que las distintas posiciones que, al girar, tomaría la generatriz.

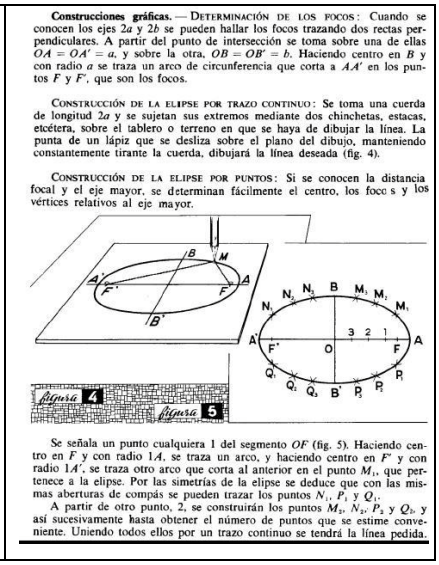
CONSECUENCIA.—Como los ángulos OVA, OVB, ..., son iguales, resulta que

Las generatrices de una superficie cónica forman con su eje ángulos iguales.

Este ángulo se llama *abertura* de la superficie cónica.

Fig. 152

Figura 7. Las figuras evolucionan poco.
(CENZANO [ca. 1953, p. 198])



Construcciones gráficas. — DETERMINACIÓN DE LOS FOCOS: Cuando se conocen los ejes $2a$ y $2b$ se pueden hallar los focos trazando dos rectas perpendiculares. A partir del punto de intersección se toma sobre una de ellas $OA = OA' = a$, y sobre la otra, $OB = OB' = b$. Haciendo centro en B y con radio a se traza un arco de circunferencia que corta a AA' en los puntos F y F', que son los focos.

CONSTRUCCIÓN DE LA ELIPSE POR TRAZO CONTINUO: Se toma una cuerda de longitud $2a$ y se sujetan sus extremos mediante dos chinchetas, estacas, etcétera, sobre el tablero o terreno en que se haya de dibujar la línea. La punta de un lápiz que se desliza sobre el plano del dibujo, manteniendo constantemente tirante la cuerda, dibujará la línea deseada (fig. 4).

CONSTRUCCIÓN DE LA ELIPSE POR PUNTOS: Si se conocen la distancia focal y el eje mayor, se determinan fácilmente el centro, los focos y los vértices relativos al eje mayor.

Figura 4 Figura 5

Se señala un punto cualquiera 1 del segmento OF (fig. 5). Haciendo centro en F y con radio $1A$, se traza un arco, y haciendo centro en F' y con radio $1A'$, se traza otro arco que corta al anterior en el punto M_1, que pertenece a la elipse. Por las simetrías de la elipse se deduce que con las mismas aberturas de compás se pueden trazar los puntos N_1, P_1 y Q_1.

A partir de otro punto, 2, se construirán los puntos M_2, N_2, P_2 y Q_2, y así sucesivamente hasta obtener el número de puntos que se estime conveniente. Uniendo todos ellos por un trazo continuo se tendrá la línea pedida.

Figura 8. La mejora de la tipografía.
(SEGURA [1971, pp. 154-155])

8. LA LEY GENERAL DE EDUCACIÓN DE 1970

La aprobación de la Ley General de Educación de 4 de Agosto de 1970 supuso no sólo una reforma de los niveles educativos preuniversitarios (Educación General Básica –EGB- y Bachillerato Unificado Polivalente –BUP-), sino un impulso a las editoriales gracias al cambio metodológico y la consiguiente implantación de nuevos libros de texto –y libros de actividades para los alumnos- (Figuras 9, 10 y 11).

9. LOS DISPOSITIVOS DE ALMACENAMIENTO

El disquete fue el primer formato utilizado para la distribución de contenidos digitales, en 1981 se lanza el diccionario electrónico Random House; sin embargo su escasa capacidad de almacenamiento los hace poco prácticos para la distribución de contenidos que incorporen grandes cantidades de imágenes. Aunque el CD ROM aparece en 1985 como un estándar industrial propuesto por Philips y Sony (Figura 12), no es hasta 1993 cuando se pueden encontrar sus primeras aplicaciones en la enseñanza en forma de la enciclopedia *Encarta* de Microsoft, que se siguió editando hasta 2009. En España es la editorial Anaya Multimedia, a partir de 1994, la que comienza a

añadir CDs a sus publicaciones, no como textos completos, sino para añadir ejemplos o pequeños programas en sus libros de programación.

Con el CD ROM se desarrolla un nuevo formato de distribución de contenidos, el denominado CD ROM multimedia. Dada la gran capacidad de almacenamiento de este formato, ampliada con la aparición del DVD en 1995, es posible incluir en su interior textos, imágenes e incluso vídeos, lo que redunda en una capacidad mejorada para la transmisión de conocimientos.

Otro de los elementos que se utiliza intensamente en este tipo de publicaciones es el hipertexto, que permite saltar de una parte a otra de la publicación en función de los intereses del lector.

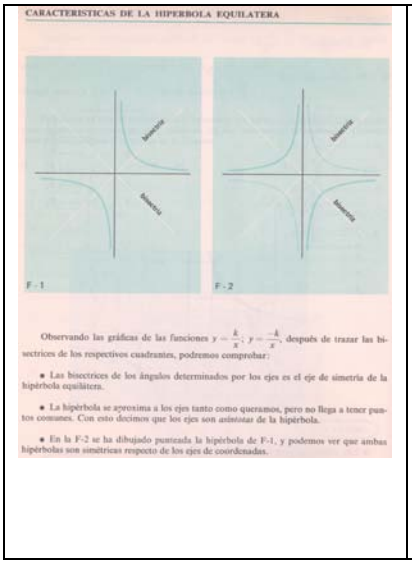


Figura 9. Las primeras incursiones de los colores. (JIMÉNEZ Y GONZÁLEZ [1974, p. 244])

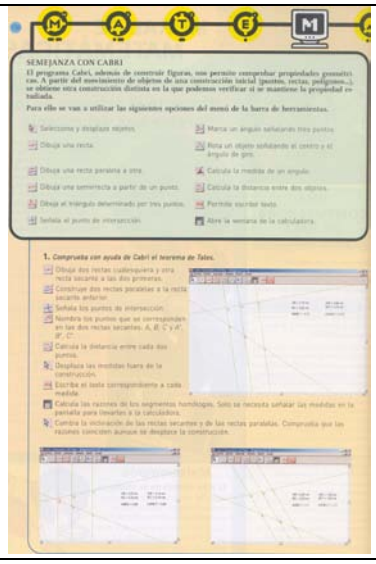


Figura 10. Dibujos y referencias a la herramienta gráfica CABRI. (VIZMANOS *et al.* (2008, p. 150])



Figura 11. Dibujos y fotografías a todo color de la vida cotidiana. (VIZMANOS *et al.* (2008, p. 126])

El hipertexto fue propuesto por primera vez para el sistema Memex por Vannevar Bush en 1945, aunque su introducción en un sistema real no se encuentra hasta 1964, en que Douglas D. Engelbart presenta el sistema NLS.

10. LAS PÁGINAS WEB

Durante los 90 se lanzan al mercado múltiples publicaciones multimedia usando como soporte el CD ROM, aunque estos dispositivos acaban por desaparecer para dar paso a una nueva tecnología, la de las páginas web. El problema que presentan los CD ROMS es que una vez que se han editado no se pueden modificar, lo que obliga a sacar al mercado constantes actualizaciones o parches para corregir errores detectados después de la publicación.

Las publicaciones web se basan en el hipertexto, esta tecnología fue desarrollada en el CERN por Tim Berners-Lee y lanzada en 1991. Esta nueva tecnología permitió el desarrollo de múltiples proyectos, modificando por completo las reglas del mercado.

Una de las tecnologías que facilitan la aparición del www es la distribución de contenidos en abierto. Ya en el año 1971 aparece el proyecto Gutemberg, liderado por Michael Hart, que comenzó a digitalizar libros en formato electrónico en el momento en que prescribían los derechos de autor de

los mismos. La iniciativa pretendía poner en línea los contenidos que se pueden encontrar en una biblioteca y se considera precursora de los libros electrónicos. Quizás uno de los mayores exponentes de la transmisión de conocimiento en abierto sea la Wikipedia, iniciada en 2001 por Larry Sanger y Jimmy Wales, que tiene una versión matemática en castellano en http://es.wikipedia.org/wiki/Portal:Matemática.

La aparición del www supone un nuevo canal de distribución de contenidos multimedia y de traspaso de ficheros, los libros de texto ahora se transforman en ficheros pdf y se mueven con total facilidad por la red (muchas veces violando los derechos de propiedad intelectual de los autores); sin embargo no existe ninguna diferencia entre la versión escrita y la digital, lo que lleva a una pérdida económica para las editoriales y a un desencanto para los lectores, que encuentran una mayor dificultad en la lectura de los textos en el ordenador, sin obtener los beneficios de la tecnología multimedia.

De manera que no se encuentran libros de texto editados realmente de forma electrónica con todas sus posibilidades de interactividad hasta 2010, en que Apple lanza su propuesta *iBooks for education* como un contenido disponible para sus nuevos iPads.

Hoy se puede encontrar que las principales editoriales de libros de texto para la ESO o Bachillerato presentan portales web para que los alumnos puedan acceder a actividades complementarias o a contenidos a los que el papel da soporte con dificultad.

11. MANIPULADORES ALGEBRAICOS

Por otra parte desde 1983, aparecen en el mercado algunos programas que sirven como apoyo a la docencia de Geometría, ya que permitían a sus usuarios dibujar o generar figuras geométricas (figura 13) y representar funciones. Algunos ejemplos de estos programas pioneros son: Mathlab (1983), Maple (1985), Mathematica (1988), Derive (1989), Maxima (2000).



Figura 12. CDROM y disquetes.
(Elaboración propia)

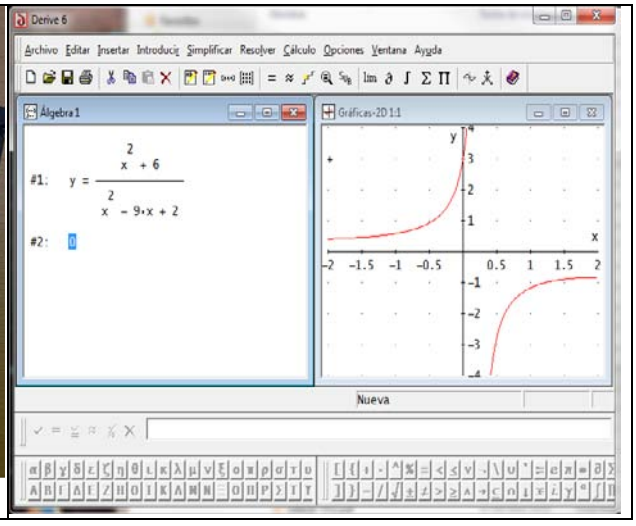


Figura 13. Pantalla del programa derive
(Elaboración propia)

El problema que presentan todos estos programas es que no existe una normalización en cuanto a la forma de representación de las funciones o la sintaxis a usar al no utilizar expresiones comunes, de forma que los programas escritos para uno no son directamente exportables a otro.

Estos primeros programas tampoco se diseñaron con una vocación docente, sino como herramientas utilizables tanto en el aula como en entornos profesionales. Algunos programas diseñados específicamente para ser usados en el aula son: Algebrator, Wiris o GeoGebra.

Otro tipo de programas utilizados en la geometría son los motores de representación gráfica, que son programas pensados para ser usados como complementos a otros programas de cálculo y que sólo se encargan de la representación gráfica de los resultados, estos programas además se distribuyen como software libre, GnuPlot es la más popular de estas soluciones, aunque existen otras como WinPlot.

12. FUENTES

CENTANO, J. (ca, 1953) *Matemáticas. Cuarto curso.* Madrid. Ed. Samaran

CORTÁZAR, J. (1848) *Tratado de Geometría elemental.* 2ª edición, Madrid, Imprenta de la Compañía de Impresores y Libreros del Reino.

JIMÉNEZ GARCÉS, l. y GONZÁLEZ CASTILLO, A. (1974) *Matemáticas 8º*. Salamanca-Madrid, Anaya.

MOYA DE LA TORRE, A. (1886) *Elementos de Matemáticas. Tomo II. Geometría y trigonometría.* 3ª edición, Madrid, Agustín Jubera.

PONS Y MERI, B. (1911) *Nociones de Aritmética y Geometría.* 3ª edición, Valladolid, Imp. Lib. y Enc. de la Viuda de Montero.

REY PASTOR, J. Y PUIG ADAM, P. (1935) *Matemáticas. Primer curso (método intuitivo).* Madrid, Unión Tipográfica.

SEGURA DOMENECH, S. (1971) *Matemáticas. Sexto curso.* Valencia, E. López Mezquida.

SUÁREZ SOMONTE, I. (1922) *Nociones de Geometría.* Madrid, Establecimiento Tipográfico de Jaime Ratés.

SUÁREZ SOMONTE, I. (1932) *Nociones y Ejercicios de Aritmética y Geometría.* Madrid, Imprenta Sáez Hermanos.

VIZMANOS, J. R.; ANZOLA, M.; HERVÁS, J. C. Y SANTOS, I. (2008) *Matemáticas. 4º Secundaria. Opción B.* Madrid, SM.

13. BIBLIOGRAFÍA

FREUNDENTHAL, H. (1984) “En todos los niveles: ¡Geometría!”. En: *Actas de las III Jornadas sobre Aprendizaje y Enseñanza de las Matemáticas.* Zaragoza, Sociedad Aragonesa «Pedro Sánchez Ciruelo» de Profesores de Matemáticas-Instituto de Ciencias de la Educación de la Universidad de Zaragoza, 15-34.

PÉREZ ARRANZ, F. (2004) “*Brevísima historia de la lectura electrónica*.” En: El profesional de la información, 2004, mayo-junio, v. 13. pp. 179-190.

VEA MUNIESA, F. (1995) *Las Matemáticas en la enseñanza secundaria en España en el siglo XIX.* “Cuadernos de Historia de la Ciencia”, 9, I y II, Zaragoza, Seminario de Historia de la Ciencia y de la Técnica de Aragón - Universidad de Zaragoza, 2 vols.

VEA MUNIESA, F. Y VELAMAZÁN GIMENO, M. A. (2011) “La formación matemática en la ingeniería”. En: M. Silva Suárez (ed.). *El Ochocientos. De los lenguajes al patrimonio.* “Técnica e Ingeniería en España”, VI. Zaragoza, Real Academia de la Ingeniería-Institución “Fernando el Católico” (CSIC)-Prensas Universitarias de Zaragoza, 299-344.

GONZÁLEZ REDONDO, F. A. (coord.) (2015) *Ciencia y Técnica entre la Paz y la Guerra. 1714, 1814, 1914*. Madrid, SEHCYT, pp. 883-890.

DEL MÉTODO DE PIZARRAS DEL SIGLO XIX A LAS ACTUALES PIZARRAS DIGITALES

Mª Ángeles Velamazán Gimeno[(1)], Ana Esteban Sánchez[(2)], Antonio Bono Nuez[(3)]

(1) Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Zaragoza, mavelama@unizar.es
(2) Escuela Universitaria Politécnica de La Almunia, Zaragoza, anaeste@unizar.es
(3) Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Zaragoza, antoniob@unizar.es

Resumen

Dentro del recorrido histórico sobre tecnologías educativas que se realiza en esta sesión, en la comunicación que aquí se presenta nos centramos en el uso de aquellos recursos utilizados por el docente, con la tecnología propia de la época, que le permiten expresar y condensar información adecuada que le ayudarán, posteriormente, en sus explicaciones en el aula.

Uno de los primeros datos de preparación de material por el docente, con anterioridad a la clase, y que es utilizado en ella para transmitir con más facilidad y de forma más rápida sus enseñanzas, lo encontramos en España en el método de pizarras del siglo XIX. Se utilizó en la Academia de Ingenieros militares españoles en la segunda década de dicho siglo y consistía en escribir en la pizarra, antes del inicio de la clase, las fórmulas, esquemas, figuras o información necesaria para el posterior desarrollo de las explicaciones del profesorado.

Otros materiales para exposición de contenidos a grupos, que también podían utilizarse con la tecnología de la época eran carteles, mapas o planos que tenían como soporte el papel.

A lo largo del siglo XX y a medida que la sociedad evolucionaba con nuevos instrumentos y canales de información y comunicación, se ha intentado su integración en la enseñanza. Su utilización por parte del profesorado siempre ha estado enfocada a facilitar el aprendizaje de los estudiantes y aligerar el importante esfuerzo de preparación de la clase expositiva. Estos medios son: retroproyector, proyector de diapositivas, casete, vídeos, radio y televisión educativa para acabar con la incorporación de la informática, Internet y la aparición de las pizarras digitales interactivas.

Palabras Clave: Pizarras, Retroproyector, Proyector de diapositivas, Casete, Vídeos, Radio, Televisión, Pizarras digitales.

FROM BLACKBOARDS METHOD IN 19th CENTURY TO CURRENT INTERACTIVE WHITEBOARDS

Abstract

This paper is focused on a historical review of resources and materials used by teachers to explain and present relevant information in a way getting better, bearing in mind the specific technology of each era.

One of the first evidence about material preparation by the teacher, and the fact that it is used to transmit more easily and faster his teachings, is found in Spain in the blackboards method in the 19th century. This was used in the Spanish Academy of Military Engineers during the second decade of the

century. It consists of writing formulas, diagrams, figures, or other information necessary on the blackboard before the start of the class.

Other resources for presenting much information with large groups of students were posters, maps or diagrams. They were made of paper, a material widely used in that period.

Throughout the 20th century new tools and channels of information and communication has been developed and integrated in education. They have been used by teachers to make an easier student learning and lighten the effort to prepare classes. These tools have been video projectors, slide projectors, record players, cassettes, video player, radios, television and finally computers, internet and interactive whiteboards.

Keywords: Blackboard, Projector, Slides projector, Tape player, Video player, Television, Interactive whiteboards.

1. INTRODUCCIÓN

La preocupación en la educación por la introducción de dispositivos diseñados para transmitir información y conocimiento como ayuda al profesorado, no se limita a fechas recientes. De todos los recursos didácticos, el de más larga tradición y el más empleado en todos los ámbitos educativos es la pizarra colgada en la pared. De hecho, una simple pizarra ya transmite una idea de labor docente.

La primera persona que se le ocurrió colgar en la pared una pizarra con la que trabajaban sus alumnos en el aula, fue a James Pillán (Edimburgo, 1778-1864)[1], por lo que los primeros usos de ésta, como apoyo para el profesorado, corresponden a finales del siglo XVIII o principios del XIX.

Sin la pretensión de ser exhaustiva, y partiendo de la pizarra colgada en la pared como fundamental recurso educativo, esta comunicación realiza un recorrido por aquellas herramientas, con predominio de apoyo visual, que han ayudado al docente en la enseñanza realizada en el aula. La función de todas ellas ha sido y es de mediadora, facilitadora y motivadora del proceso de enseñanza-aprendizaje en las aulas.

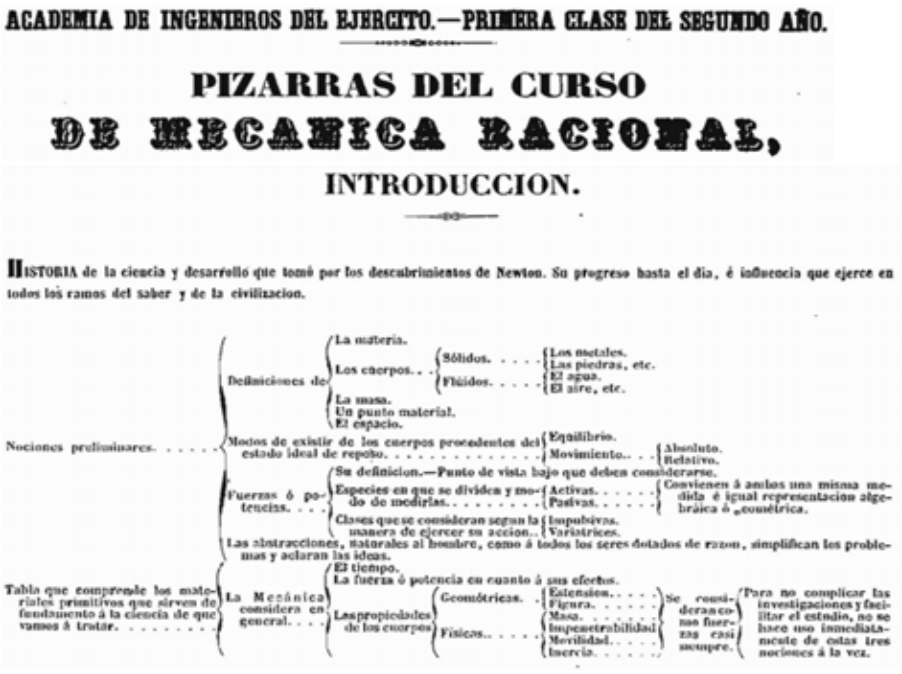
2. EL MÉTODO DE PIZARRAS EN LA ACADEMIA DE INGENIEROS DEL EJÉRCITO EN EL SIGLO XIX

Un paso más en la utilización de la pizarra como ayuda docente –con el objetivo de hacer la clase más ordenada y ganar tiempo y claridad en la explicación– lo podemos encontrar en el denominado “método de pizarras” que la Academia de Ingenieros del Ejército de Tierra empezó a poner en práctica en el año 1820 [EHCIE, 1911, T. II, pp. 101-105]. Inicialmente el método consistía en que los profesores habían dibujado ya las imágenes, esquemas y fórmulas necesarias en la pizarra con anterioridad a la clase, en vez de ir escribiendo en ella los cálculos o figuras al ritmo del desarrollo de la docencia o a medida que iban haciendo falta en la explicación. Posteriormente, el método evolucionó a que los profesores desarrollaban su trabajo en pliegos de papel y eran los alumnos, por turnos, los encargados de copiar en la pizarra dicho trabajo. Así, cuando el profesor entraba al aula, se tenía a la vista todo lo necesario para desarrollar su explicación. De esta forma, tanto alumnos como profesores lograban tener su colección de “pizarras” y mientras que, a los alumnos les proporcionaba una guía para el repaso, un resumen y un cuadro sinóptico de las materias estudiadas, al profesorado le permitía lograr una cantidad de archivos o documentos para conservar, reutilizar, aumentar o modificar en cursos sucesivos.

[1] Ver MORALES, p. 2.

Así pues, en la segunda década del siglo XIX este "método de pizarras" resultaba innovador, necesario, efectivo -tanto para el alumno como para el profesorado- sostenible y transferible. De hecho, se ha mantenido y usado hasta épocas bien recientes. Sobre este método, la Academia de Ingenieros militares[2] se expresaba en los siguientes términos:

> Tal es el sistema que ha seguido la Academia, con indudable éxito, durante un periodo que comprende casi todo el tiempo de su existencia. Sus buenos resultados aconsejan su conservación, pues es compatible con toda clase de progresos pedagógicos; y por otra parte, no hay que olvidar que el sistema de pizarras constituye el secreto de dar mucha materia en el poco tiempo de que siempre se ha podido disponer. Si se prescindiese de sistema de pizarras y repasos combinados, las lecciones tendrían que ser mucho más cortas, las teorías que se estudian en ocho ó diez lecciones necesitarían desarrollarse en veinte ó veinticinco, como puede comprobarse comparando las materias que se estudian en la Academia de Ingenieros, con las de otro cualquier establecimiento en que rija el mismo libro de texto [EHCIE, 1911, T. II, p. 104]



ACADEMIA DE INGENIEROS DEL EJERCITO.—PRIMERA CLASE DEL SEGUNDO AÑO.

PIZARRAS DEL CURSO
DE MECANICA RACIONAL,

INTRODUCCION.

HISTORIA de la ciencia y desarrollo que tomó por los descubrimientos de Newton. Su progreso hasta el dia, é influencia que ejerce en todos los ramos del saber y de la civilizacion.

Nociones preliminares.
- Definiciones de
  - Los cuerpos.
    - Sólidos. — Los metales. Las piedras, etc.
    - Fluidos. — El agua. El aire, etc.
  - La materia.
  - La masa.
  - Un punto material.
  - El espacio.
- Modos de existir de los cuerpos procedentes del estado ideal de reposo.
  - Equilibrio.
  - Movimiento. — Absoluto. Relativo.
- Fuerzas ó potencias.
  - Su definicion.—Punto de vista bajo que deben considerarse.
  - Especies en que se dividen y modo de medirlas.
    - Activas.
    - Pasivas.
    - Convienen á ambas una misma medida é igual representacion algebráica ó geométrica.
  - Clases que se consideran segun la manera de ejercer su accion.
    - Impulsivas.
    - Variatrices.
- Las abstracciones, naturales al hombre, como á todos los seres dotados de razon, simplifican los problemas y aclaran las ideas.

Tabla que comprende los materiales primitivos que sirven de fundamento á la ciencia de que vamos á tratar.
- El tiempo.
- La fuerza ó potencia en cuanto á sus efectos.
- La Mecánica considera en general...
- Las propiedades de los cuerpos
  - Geométricas.
    - Estension.
    - Figura.
  - Físicas.
    - Masa.
    - Impenetrabilidad.
    - Movilidad.
    - Inercia.
  - Se consideran como fuerzas casi siempre.
  - Para no complicar las investigaciones y facilitar el estudio, no se hace uso inmediatamente de estas tres nociones á la vez.

Figura 1. Página del Libro Pizarras del curso de mecánica racional de Díez de Prado Falcón (BCM, ML-203-A (1857-17)).

3. RECURSOS TRADICIONALES VISUALES NO PROYECTABLES.

3.1 Pizarras

A lo largo del tiempo distintos tipos de pizarras han ido conviviendo para adaptarse mejor a variadas situaciones (fijas, portátiles, desplazables sobre raíles, con bisagras). Atendiendo al material utilizado pueden ser de: madera, cemento, lienzo, plástico, acero vitrificado, etc. La pizarra blanca es

[2] Para más información sobre la Academia de Ingenieros Militares, ver VELAMAZÁN y AUSEJO [1989].

bastante más moderna. Existen dos versiones diferentes sobre su invención, una de EE.UU[3] y otra de Reino Unido[4], ambas proceden de finales de los 50 o principios de los 60 del siglo XX, pero no fue hasta la década de los 90 cuando su uso se extendió. También se pueden utilizar pizarras de plástico con tratamiento ferromagnético, donde adherir imanes o cartulinas magnetizadas.



Figura 2. Reproducción aula en MPA (Elaboración propia).



Figura 3. Mapa de 1893 (Elaboración propia)

3.2 Mapas, carteles y cajas expositoras

Mapas. La utilización de los mapas es fundamental para la explicación de determinadas materias (por ejemplo, la geografía). Representa objetos y hechos, tanto naturales como sociales, ilustrados para facilitar su relación y comprensión. Es un recurso muy motivador ante el cual surge un extraño deseo de interpretar aquello que se muestra.

Carteles. Son materiales gráficos que representan una información estructurada, clara y ordenada preparada para que se entiendan a primera vista. Es un recurso barato y de fácil manipulación. Como medio de comunicación puede tener un valor autónomo y ser un apoyo a la presentación oral del profesorado.

Cajas expositoras. Sirven para introducir en ellas una muestra específica del tema en cuestión. Normalmente son cajas de madera que llevan una tapa de cristal y en su interior se colocan fragmentos o tubos que contienen una pequeña cantidad del producto anotado debajo. Constituyen un recurso educativo para el aprendizaje de productos de origen animal, vegetal o mineral.

3.3 El papelógrafo o rotafolio

Es un instrumento para la exposición de información donde se van rotando hojas de papel dispuestas sobre un caballete, unidas por la parte de arriba mediante varilla o anillas. Puede ser un medio muy adecuado para intercambiar opiniones y debatir ideas. Finalmente, se pueden arrancar las hojas y exponer en la pared como si fueran carteles.

3.4 Maquetas

Permiten la representación del elemento de estudio en una escala igual, inferior o superior al tamaño real. Dependiendo del tipo será estática, cuyo uso se limita a ser observada, o dinámica más o menos interactiva, pudiendo ser montada y desmontada para favorecer el aprendizaje. Ha sido y es

[3] Ver: MORALES, p. 3.
[4] Ver: http://boardhoard.wordpress.com/2013/12/20/history-of-whiteboards/

muy utilizado en biología, medicina y también en otras disciplinas (ingeniería y arquitectura) como prototipos de construcción o instrumentos de simulación.

4. RECURSOS EDUCATIVOS VISUALES PROYECTABLES

Todos tienen en común que han sido preparados con anterioridad a su uso en clase y que requieren un instrumento de naturaleza electromecánica para poder ser utilizados. Los más conocidos son:

Diapositivas. Medio gráfico para representar fotografías, dibujos y textos. Durante bastante tiempo las colecciones de diapositivas fueron unos excelentes medios para ilustrar las explicaciones orales.

Transparencias. Gráficos, esquemas o textos realizados sobre unas hojas transparentes de acetato que se proyectan sobre una pantalla mediante el retroproyector**.** Debido a su simple manejo y que las transparencias se elaboran fácilmente, ha sido el recurso predominante en las aulas durante mucho tiempo. Además, permiten ser fotocopiadas y distribuidas al alumnado antes de su exposición, consiguiendo facilitar el aprendizaje, la comunicación y el trabajo en clase.

5. RECURSOS AUDIOVISUALES

El término audiovisual es relativamente moderno. Su introducción tuvo lugar en los años sesenta del siglo XX con la aparición del vídeo para definir una forma de transmisión de información mediante imágenes y sonido. Debido a que se asoció esta propiedad a recursos anteriores que no tenían las características indicadas, en la actualidad, la mayoría de las definiciones de este término introducen algunas restricciones, siendo la más común que la imagen debe percibirse como imagen en movimiento [SAAVEDRA (2011), p.13].

En García [1996, p. 434] se muestra cómo en España fue en la década de los años 60 cuando se produjeron los primeros pasos en llevar los medios audiovisuales al aula. Los medios audiovisuales que aquí podemos indicar -cine, televisión, vídeo, cañón proyector, ordenador, pizarras digitales....- son instrumentos cuyos recursos presentan superiores ventajas para la comunicación, porque el movimiento es capaz de atraer y mantener mejor la atención del estudiante.

Televisión. En el aula los televisores se han utilizado, fundamentalmente, como soporte de reproducción de vídeos.

Vídeo. Recurso didáctico que resulta fácil de usar para presentar hechos o procedimientos. Puede servir de registro documental audiovisual de las sesiones docentes.

Videoproyector. Es el instrumento más empleado en los últimos tiempos para la docencia. Proyecta sobre una pantalla, imágenes fijas o móviles que proceden de la televisión, el vídeo o el ordenador.

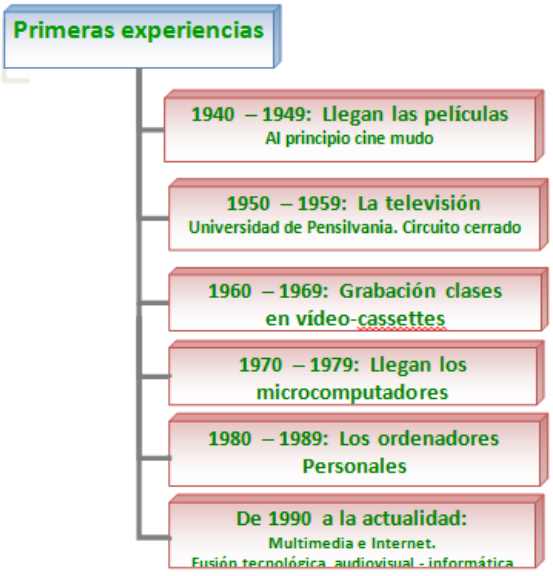


Figura 4. Elaboración propia.
(A partir de JIMÉNEZ Y LLITJOS, 2006)

Ordenador. Con el software adecuado permite crear, organizar, almacenar, reproducir y exponer recursos didácticos de múltiples formatos. En la actualidad, el uso del ordenador e internet en las aulas es bastante habitual, permitiendo el acceso on-line a múltiples tipos de recursos

6. PIZARRA DIGITAL INTERACTIVA.

Es el último dispositivo tecnológico en las aulas. La parte novedosa es que se puede interactuar directamente sobre la imagen proyectada.

La pizarra digital interactiva (PDI) se compone de un ordenador con un software específico, un videoproyector, una zona para proyección (típicamente una pizarra blanca clásica) con un dispositivo para detectar y controlar el lápiz electrónico, y el lápiz electrónico propiamente dicho.



Figura 5. PDI
(Observatorio Tecnológico del MECD)

Las PDI pueden ser fijas o portátiles.

Fijas tienen integrado el área de proyección, el dispositivo detector del lápiz y el videoproyector. Están pensadas para ser utilizadas en un aula concreta.

Portátiles disponen de un sistema detector del lápiz que se puede quitar y poner con facilidad sobre la superficie de proyección permitiendo trasladarse entre aulas. De esta forma, el profesorado únicamente debe llevar el dispositivo detector y el lápiz para disponer de toda la funcionalidad de una PDI en aulas con videoproyector y ordenador. La instalación de las portátiles requiere de un procedimiento de calibrado que hay que realizarlo cada vez que la PDI cambia de lugar. El uso de la PDI fomenta la interactividad. El usuario puede interactuar con la información presentada como si de una pizarra clásica se tratara.

El software asociado a la PDI hace posible dibujar, escribir, borrar en la pizarra, así como el acceso a otras aplicaciones u otros recursos audiovisuales, todo ello controlado desde la zona de proyección sin tener que ir al ordenador.

Otro uso docente es la grabación de lo que se esté haciendo en la PDI durante la clase para ser utilizado posteriormente como material de la asignatura.

El uso de la PDI se ha extendido en los niveles educativos de primaria y secundaria con éxito, como muestran variados estudios planteados desde diversos puntos de vista como: la implantación en escuelas [GÓMEZ *et al*., 2011, pp. 302-307], estudios de casos particulares de alumnos [ARMSTRONG *et al.*, 2005, pp. 457-469], trabajo colaborativo para la resolución de problemas [ALVAREZ *et al.*, 2013, pp. 368-379], trabajo con PDI y mapas conceptuales en clases de física [STOICA *et al*., 2011, pp. 3316-3321], percepción del alumno del trabajo con estas pizarras [WALL ET AL., 2005, pp. 851-867], entre otros.

El grado de penetración de la PDI en la educación superior ha sido mucho menor: valoración de su uso particular en ingeniería [BONO Y MARTÍN, 2013, pp. 709-714], experiencias relativas a la grabación de vídeos de clase como material de apoyo en ingeniería [CRADDOCK *et al.*, 2002, pp. 331-336], uso para la enseñanza remota síncrona [GRANDA *et al*., 2011, pp. 87-94] o como parte de un sistema de videoconferencia IP en la UNED [RODRIGO Y READ, 2010, pp. 89-96].

7. CONCLUSIONES

Actualmente, el ordenador, junto con toda la variedad de software disponible, ha favorecido el desuso de múltiples aparatos en docencia, sobre todo aquellos dispositivos que se encuentran integrados en los PC de hoy en día (grabadora/reproductora de vídeo/audio, proyector de transparencias/diapositivas, rotafolio, etc.).

Algunos recursos permanecen tímidamente en las aulas (carteles, mapas, etc.) y otros siguen existiendo casi sin cambios, nos referimos a la pizarra tradicional. Es innegable que este instrumento ha evolucionado, aunque es su uso en la docencia lo que perdura prácticamente inalterado. Consideramos que ésta es la principal razón de su supervivencia en las aulas, ya que para el docente es necesario disponer de un soporte que permita atender y clarificar en el mismo momento las dudas o cuestiones surgidas en el aula. Durante su existencia, la pizarra ha sido complementada o ha sido el complemento de variados medios docentes con los que ha tenido diferentes niveles de protagonismo.

Por el momento, las PDI no sustituyen a la pizarra tradicional, sino que coexisten con ella. Las posibilidades educativas de las PDI son muy amplias, por su variedad de funcionalidades y el atractivo de su interacción, pero aún no se ha extendido su uso. Se requiere que los potenciales usuarios tengan una actitud positiva hacia las tecnologías de la información y comunicación. La inversión en estos recursos es alta y, en la actual situación económica, casi inexistente. Para impulsar su entrada en las aulas, además de la inversión en material, es necesario realizar formación sobre el uso e integración de las PDI dirigido al profesorado.

La difusión masiva de las tabletas (o Tablet PC) hace que el desarrollo tecnológico en pantallas planas táctiles también esté entrando en el mercado de las PDI. La rapidez de los avances tecnológicos hace difícil predecir el futuro.

8. BIBLIOGRAFÍA

ADAMÉ TÓMAS, A. (2009) *Medios Audiovisuales en el Aula*. Disponible en: http://www.csi-csif.es/andalucia/modules/mod_ense/revista/pdf/Numero_19/ANTONIO_ADAME_TOMAS01.pdf

ALVAREZ, C., SALAVATI, S., NUSSBAUM, M. Y MILRAD, M. (2013) "Collboard: Fostering new media literacies in the classroom through collaborative problem solving supported by digital pens and interactive whiteboards". *Computers & Education, 63,* 368-379.

ARMSTRONG, V., BARNES, S., SUTHERLAND, R., CURRAN, S., MILLS, S. Y THOMPSON, I. (2005) "Collaborative research methodology for investigating teaching and learning: the use of interactive whiteboard technology". *Educational Review, 57(4),* 457-469.

BONO, A., Y MARTÍN, B. (2013) "Pizarras y tabletas digitales en la Universidad: una experiencia docente en ingeniería". En: Á. Fidalgo y M. L. Sein-Echaluce (eds) *Actas II Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad.* Madrid, Fundación General de la Universidad Politécnica de Madrid, 709-714: http://www.dmami.upm.es/dmami/documentos/liti/ACTAS_CINAIC_2013.pdf

BRAVO, J. L. (2003) *Los medios tradicionales de enseñanza: uso de la pizarra y los medios relacionados.* Madrid, ICE de la Universidad Politécnica. 24 pp.

BUSTILLO PORRO, V. (2002) *Nuevas tecnologías de la información: Herramientas para la educación.* En: http://campus.usal.es/~teoriaeducacion/rev_numero_06/n6_art_bustillo.htm

CRADDOCK, I.J., MENDRELA, G., Y COOK, J. (2002) "Developing and evaluating a novel technique for recording and asynchronous delivery of lectures". *International Journal of Engineering Education, 18(3)*, 331-336.

DÍEZ DE PRADO FALCÓN, C. (1857) *Pizarras del curso de mecánica racional arregladas a los tratados de San Pedro y de Poisson.* Madrid, Imprenta del Memorial de Ingenieros. Localizado en: Biblioteca Central Militar (BCM) ML-203-A(1857-17).

EHCIE: Estudio histórico del cuerpo de ingenieros del Ejército (1911). Madrid, Establecimiento Tipográfico Sucesores de Rivadeneyra, Tomo II. Reedición de 1987.

ESTEBAN, A.L. Y VELAMAZÁN, Mª Á. (2014) *Revisión gráfica de recursos didácticos* Exposición disponible en: https://drive.google.com/file/d/0BcF5pme38H2QWRvWVpBR2g3V3c/view?usp=sharing

GARCÍA MATILLA, A. (1996) "Viejos y nuevos enfoques en el ámbito de la alfabetización audiovisual en España". En: R. Aparici (coord.) *La revolución de los medios audiovisuales. Educación y nuevas tecnologías.* Madrid, Ediciones de la Torre, 433-446.

GÓMEZ, M., GÓMEZ, I., GARRIDO, R., LABRADOR, F., MARCOS, M.A., SANTACRUZ, L., PÉREZ, D. Y MARTÍNEZ, L.M. (2011) "Análisis de la implantación de 400 Pizarras Digitales en 21 Centros Públicos de Educación Infantil y Primaria de Alcorcón". En: *Actas I Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad*. 302-307.

GRANDA, J.C., SUÁREZ, F.J. Y GARCÍA, D.F. (2011) "Herramienta para la Teleenseñanza Síncrona en Educación Superior". *IEEE-Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje, 6(2),* 87-94.

JIMÉNEZ VALVERDE, G., LLITJÓS VIZA, A. M. (2006) "Una revisión histórica de los recursos didácticos audiovisuales e informáticos en la enseñanza de la química". *REEC: Revista electrónica de enseñanza de las ciencias, 5(1)* Recuperado a partir de http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1431874

MORALES, D. "La historia de la pizarra". En: http://www.planningsisplamo.com/files/PS_Historia_de_la_Pizarra.pdf

RODRIGO, C., Y READ, T. (2010) ". Herramienta Audio Visual Sobre Tecnología IP (AVIP) para Alcanzar Estándares de Calidad". *IEEE-Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje, 5(3),* 89-96.

SAAVEDRA BENDITO, P. (2011) *Los documentos audiovisuales: qué son y cómo se tratan*. Gijón (Asturias), Trea.

STOICA, D., PARAGINA, F., PARAGINA, S., MIRON, C., Y JIPA, A. (2011) "The interactive whiteboard and the instructional design in teaching physics". *Procedia-Social and Behavioral Sciences, 15*, 3316-3321.

VELAMAZÁN, Mª Á. Y AUSEJO, E. (1989) "Los planes de estudio en la Academia de Ingenieros del Ejército de España en el siglo XIX". *Llull, (12),* 415-453

WALL, K., HIGGINS, S., Y SMITH, H. (2005) "'The visual helps me understand the complicated things': pupil views of teaching and learning with interactive whiteboards". *British Journal of Educational Technology, 36(5),* 851-867.

9. PROCEDENCIA DE LAS IMÁGENES

MUSEO PEDAGÓGICO DE ARAGÓN (MPA). Ubicación: Plaza Luis López Allué, 22001 Huesca: http://www.museopedagogicodearagon.com/.

OBSERVATORIO TECNOLÓGICO DEL MINISTERIO DE EDUCACIÓN, CULTURA Y DEPORTE (MECD): (http://recursostic.educacion.es/observatorio/web/ca/equipamiento-tecnologico/aulas-digitales/915-monografico-pizarras-digitales-primera-parte?start=6.

GONZÁLEZ REDONDO, F. A. (coord.) (2015) *Ciencia y Técnica entre la Paz y la Guerra. 1714, 1814, 1914*. Madrid, SEHCYT, pp. 891-898.

DEL MÉTODO DE EXHAUCIÓN A LOS MANIPULADORES ALGEBRAICOS EN EL CÁLCULO DE ÁREAS PLANAS

Fernando Vea Muniesa[(1)], Víctor Arenzana Hernández[(2)]

(1) Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Zaragoza, fernavea@unizar.es
(2) Profesor de Matemáticas, Zaragoza, España, vicarenz@yahoo.es

Resumen

Arquímedes calculó áreas de figuras planas limitadas por líneas curvas utilizando el método de exhaución, atribuido a Eudoxo.

En la Historia de las Matemáticas, para calcular áreas, se utilizaban en unos casos tablas de primitivas, en otros se tabulaban resultados para diferentes límites de integración; también se utilizaron los métodos numéricos, el cálculo gráfico e incluso se llegaron a diseñar métodos mecánicos como el planímetro polar.

Tanto el método de cálculo aproximado como la búsqueda de primitivas en el cálculo de áreas resultaban complejos y tediosos. La aparición de los ordenadores y, posteriormente, de los manipuladores algebraicos permitieron una resolución de problemas más sencilla.

Para comprobar la verosimilitud del resultado obtenido con el ordenador, aunque sea de forma intuitiva, podrían usarse algunos de los métodos históricos de integración expuestos en este trabajo.

Palabras Clave: Cuadraturas, Integración, Manipuladores algebraicos, Historia, Educación, Matemáticas.

FROM THE EXHAUTION METHOD TO ALGEBRAIC MANIPULATORS CALCULATING THE AREA OF FLAT SURFACES

Abstract

Archimedes calculated areas of flat figures bounded by curved lines using the method of exhaustion attributed to Eudoxus.

In the history of mathematics to calculate areas, primitive integral tables were used in some cases, in other cases, results for different limits of integration were tabulated; numerical methods were also used as well as graphic calculations and even mechanical methods were designed, such as the polar planimeter.

Both the method of estimated calculation and the finding of primitive integrals in area calculation were complex and tedious. The appearance of computers and subsequently computer algebra systems allowed a simpler resolution of the problems.

In order to check the plausibility of the results obtained with the computer, even if it were in an intuitive way, some historical integration methods presented in this paper could be used.

Keywords: Quadratures, Integration, Algebraic manipulators, History, Education, Mathematics.

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de este trabajo es doble. Partiendo de un único tema, el cálculo de áreas planas, se pretende, por un lado, señalar el desarrollo en paralelo de un pensamiento matemático teórico junto a la necesidad de aplicarlo a cuestiones de la vida cotidiana. Por otro lado, desde una perspectiva más educativa, se quiere mostrar de qué forma los manipuladores algebraicos implantados en los ordenadores pueden tener como complemento formativo los métodos numéricos de cálculo aproximado de áreas planas.

2. DOS PROBLEMAS HISTÓRICOS

Bernal [1979, pp. 107-108] señala la *práctica de construir en ladrillo, especialmente las grandes edificaciones religiosas de forma piramidal,* como uno de los puntos de partida del concepto de *área y volumen para las figuras y sólidos, susceptibles de ser determinados por la longitud de sus lados.*

Herodoto [1945, libro 2º, p. 127], en su descripción de Egipto, establece como límites del mismo, siguiendo la respuesta de un oráculo, *que cuanto riega el Nilo en sus inundaciones pertenece al Egipto.* A partir de lo dicho por el historiador griego, Boyer [1986, p. 38], a diferencia de lo propuesto por Bernal, considera que el borrado de las lindes y la consiguiente necesidad de agrimensores podrían estar en el origen del cálculo de áreas.

Sea por las necesidades de la construcción de canales y edificios o de restablecer las lindes de los campos; el tema del cálculo de áreas, en concreto el de la cuadratura del círculo, se hallaba presente entre los egipcios y los babilonios, convirtiéndose en uno de los problemas matemáticos históricos en torno al siglo V a.C., donde matemáticos de la talla de Hipócrates de Quíos desarrollaron métodos para el cálculo de áreas de lúnulas [TATON,1988, vol. 2, p. 257-258; GEYMONAT, 1985, pp. 76-79; BOYER, 1986, p. 39].

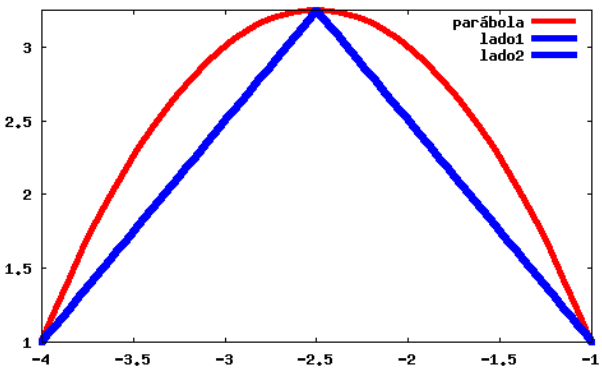


Figura 1. El área comprendida entre el triángulo y la parábola es un tercio del área del triángulo[1].

En el siglo III a.C., Arquímedes también desarrolló procedimientos geométricos para el cálculo de áreas planas, como el caso de un segmento parabólico, mostrado por González Urbaneja [s.a.], en el que se prueba que el área del segmento parabólico es cuatro tercios de la superficie del triángulo de vértices los dos extremos del segmento parabólico y el tercero, sobre la parábola, obtenido como intersección de la recta perpendicular en el punto medio del segmento que une los dos vértices anteriores y la propia parábola.

[1] Las imágenes, en las que no se indique la procedencia, están realizadas por los autores.

Arquímedes también estableció métodos mecánicos para el cálculo de áreas: Pesada de la balanza y equilibrio de planos.

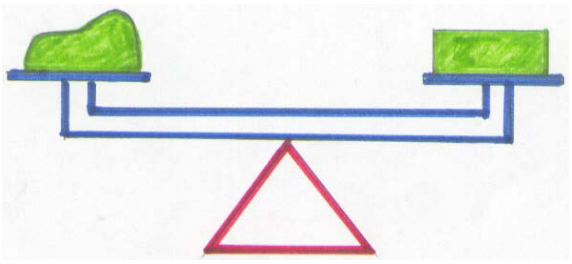


Figura 2. Dos superficies del mismo material, cuyo peso es el mismo, tienen la misma área.

3. EL MÉTODO DE EXHAUCIÓN

La idea de calcular aproximadamente áreas de figuras planas a partir de figuras elementales de superficie conocida estaba presente en Antifón y Brison. Eudoxo de Cnido (408-355 a. C.) convirtió este cálculo aproximado de áreas en un método de demostración de resultados previamente conocidos.

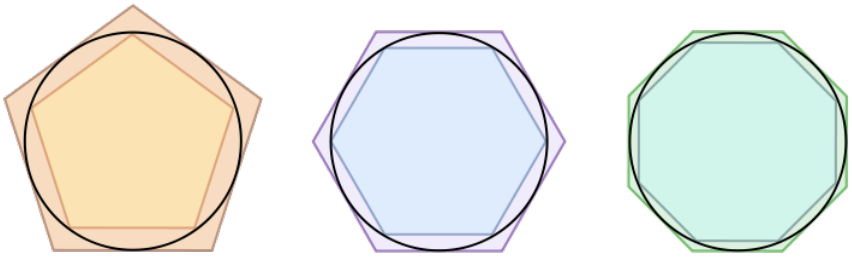


Figura 3. El método de exhaución y la cuadratura del círculo.
(http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Archimedes_pi.svg)

Arquímedes convirtió el método de exhaución en una técnica de descubrimiento, es decir, en un procedimiento para obtener resultados nuevos, cuya certeza no se conociera de antemano.

Entre ambos, Eudoxo y Arquímedes, pusieron de manifiesto que no era necesario aceptar la existencia de cantidades infinitamente pequeñas y evitaron los procesos infinitos, que habían llevado a las Matemáticas a su primera gran crisis: la que supuso la aparición de los números irracionales y la existencia de magnitudes inconmensurables.

La geometría carecía de métodos unívocos y plenamente satisfactorios para el tratamiento de magnitudes infinitesimales [CAJORI, 1980, p. 41]. Los antiguos generaron y comprendieron el concepto de infinito, pero sólo los modernos estuvieron preparados para hacer uso de él, para manipularlo plenamente.

4. LOS INDIVISIBLES DE CAVALIERI

Como señala Geymonat [1985, p. 158], la idea arquimediana de descomponer *las curvas en infinitas cuerdas* para calcular su longitud o *los volúmenes en infinitas hojas infinitamente delgadas*

fue admitida con el paso del tiempo *por todos los matemáticos.* Un reflejo de esta influencia es Bonaventura Cavalieri (Milán, 1598-Bolonia, 1647), que, en el Libro II de su obra *Geometria indivisibilibus continuorum quadam nova ratione promota* de 1635, estableció el concepto de *Omnes lineae,* que podían ser tratadas como una magnitud geométrica más: Existe la razón entre dos *colecciones de líneas.*

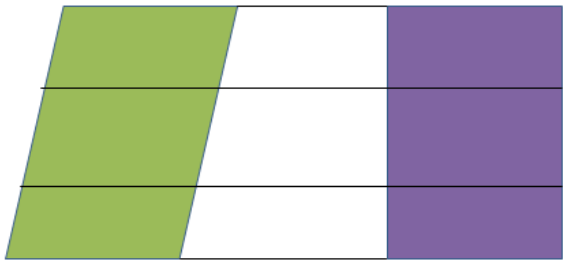


Figura 4. Las figuras verde y morada tienen la misma área.

Los segmentos, correspondientes a una misma altura, tienen la misma longitud; por lo tanto la *suma de dichos segmentos* me dará la misma área para ambas figuras.

5. LOS MÉTODOS NUMÉRICOS DE CÁLCULO DE ÁREAS: LA REGLA DE 1/3 DE SIMPSON

Podría considerarse que los métodos de aproximación al cálculo de áreas planas, empleados en la antigua Grecia, fueron el antecedente de los métodos de integración numérica; pero, como tales, sería más preciso considerar a los que comenzaron a establecerse a partir de la interpolación polinómica. Además, estos métodos numéricos se fueron desarrollando en paralelo con la elaboración de la teoría del Cálculo Infinitesimal (diferencial e integral), donde la regla de Barrow no bastaba para resolver todos los problemas planteados, necesitando *recurrir a métodos numéricos, renunciar por tanto a la exactitud y buscar un cálculo aproximado* [CÁRDENAS *et al.* (2014), pp. 105ss].

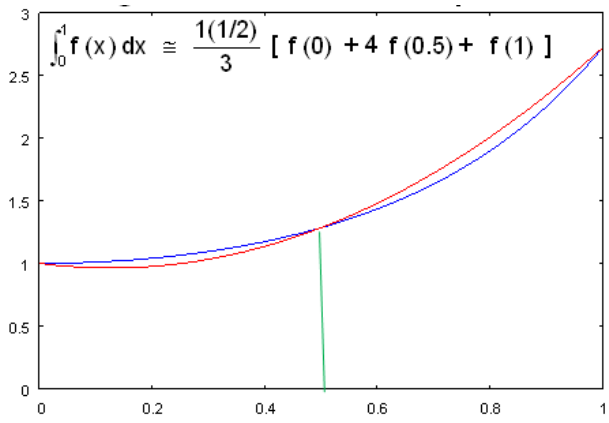


Figura 5. Regla de 1/3 de Simpson (la función en azul y la interpolación parabólica en rojo).

Entre las fórmulas de integración numérica, tras la de los rectángulos (punto medio) y la de los trapecios (interpolación lineal), cabe señalar la regla de 1/3 de Simpson (interpolación parabólica), así

denominada en relación al matemático inglés Thomas Simpson (1710-1761), *aunque su autoría se atribuye, en una versión más simple,* a Kepler (1571-1630) [CÁRDENAS *et al.* (2014), p. 116].

6. DEL PROBLEMA DE LOS ISOPERÍMETROS AL PLANÍMETRO

Se ha señalado que los egipcios propiciaron el concepto de área al tener que reconstruir las lindes de los campos tras cada avenida del río Nilo; pero también podrían haberse considerado un antecedente las acotaciones del terreno en la fundación de Cartago por la princesa Dido (c.820 a.C).



Figura 6. Dido acota la tierra para la fundación de Cartago.
(Mathias Merian, el viejo (1630), Historische Chronica Frankfurt)

En este ámbito se encuentra también la necesidad de establecer el catastro, que en España comienza en el siglo XVIII y se extiende a lo largo de XIX, cuyo problema radica en conocer el área limitada por una curva, las lindes del terreno.

Junto a este problema práctico, se encuentran dos de componente teórica, vinculados a las matemáticas de los siglos XVIII y XIX. Por un lado, el de los isoperímetros, vinculado en especial a Jacobo Bernoulli (1654-1705), que trata de responder a la pregunta: Entre todas las curvas cerradas y simples de una longitud dada, ¿cuál es la que encierra un área mayor?

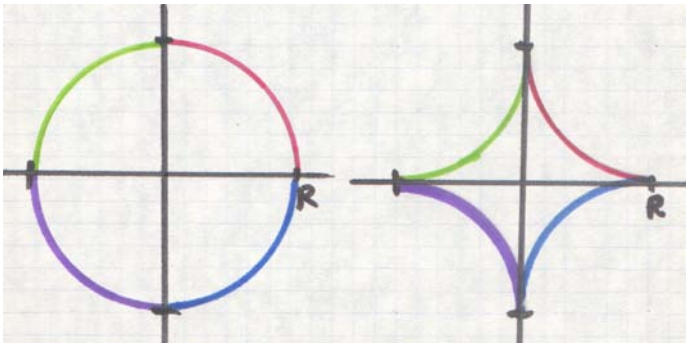


Figura 7. El perímetro es el mismo, pero el área es muy distinta.

Por otro, la inquietud de Leonhard Euler (1707-1783) por encontrar la forma de obtener el área de una figura plana recorriendo su contorno, que daría lugar al conocido teorema de Green, así denominado en honor a George Green (1793-1841), y cuyas aplicaciones aparecieron en su obra de 1828 *An essay on the application Mathematical Analysis to the theories of Electricity and Magnetism*.

$$A_D = \iint_D dx\, dy = \frac{1}{2} \oint_c -y\, dx + x\, dy$$

Figura 8. El área de D coincide con la integral curvilínea sobre c (su contorno).

Sobre esa base matemática, Jacob Amsler (1823-1912) construyó en 1854 el planímetro que lleva su nombre y que permite calcular el área encerrada por la curva que recorre el puntero del mismo.



Figura 9. El planímetro polar de Amsler.
(http://en.wikipedia.org/wiki/File:Amsler-Polarplanimeter-2.jpg)

7. LA FÓRMULA DE PICK: VALOR EXACTO Y VALOR APROXIMADO.

Rey Pastor y Puig Adam [1935, p.194], en la introducción del tema *Área de figuras curvas,* señalan:

> Las áreas de figuras de contornos curvos irregulares, como porciones de terreno, etc., se miden en la práctica sustituyéndolas por polígonos aproximadamente equivalentes; es decir, se procura cruzar el contorno de la figura, compensando los entrantes con los salientes.
>
> Si se trata de una figura de tamaño corriente en el dibujo, puede también hacerse la medición directa, aplicándola sobre un papel milimetrado y contando los cm^2 y milímetros cuadrados de su interior, efectuando a ojo compensaciones entre los trozos de cuadraditos cortados por el contorno.

Para resolver con rapidez la primera propuesta de los matemáticos españoles, el cálculo del área de un polígono irregular, cuyos vértices tienen coordenadas enteras (nodos de la cuadrícula), se contaba ya desde 1899 con la fórmula demostrada por George Pick (1859–1942),

$$\text{Área} = I + (B / 2) - 1$$

donde se llama *B* al número de nodos sobre la frontera del polígono e *I* al número de nodos de la cuadrícula en el interior del polígono.

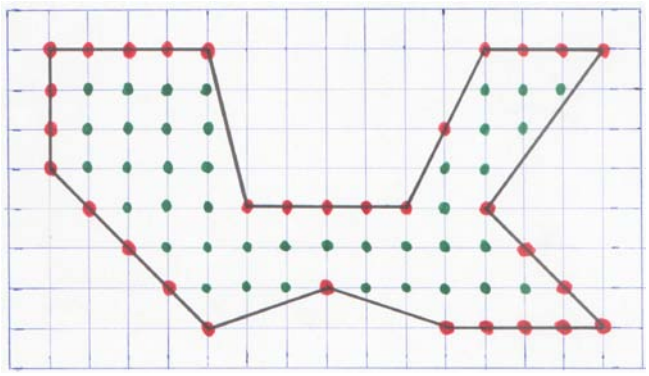


Figura 10. El área del polígono es 54'5 u^2; es decir, 40 verdes + (31 rojos / 2) – 1.

8. MANIPULADORES ALGEBRAICOS

Desde 1983, se pueden encontrar en el mercado algunos manipuladores algebraicos, que ayudan a realizar numerosas operaciones matemáticas, en particular integrales y, como consecuencia, permiten el cálculo de áreas planas. Uno de estos programas es *Maxima*, que es un software libre, consecuencia de la evolución del programa/proyecto *Maxima,* desarrollado en el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) en la década de los sesenta del siglo XX, y mantenido por el Dr. William Schelter desde 1982 hasta su muerte en 2001.

Al igual que otros manipuladores algebraicos semejantes, *Maxima* comete algunas incorrecciones como, por ejemplo, el cálculo de una integral definida en un intervalo para el que la función toma valores complejos, proporcionando un resultado no real.

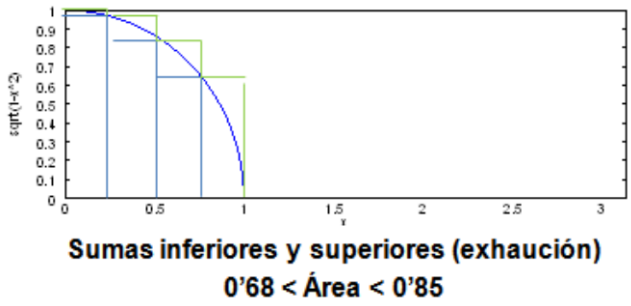


Figura 11. El área sólo existe en [0,1], aunque Maxima la calcule en [0.Л]

Así mismo, *Maxima* utiliza el método de Romberg para el cálculo aproximado de integrales (áreas); pero, ¿cómo se puede saber que el resultado parece correcto? Basta con utilizar la regla de los trapecios.

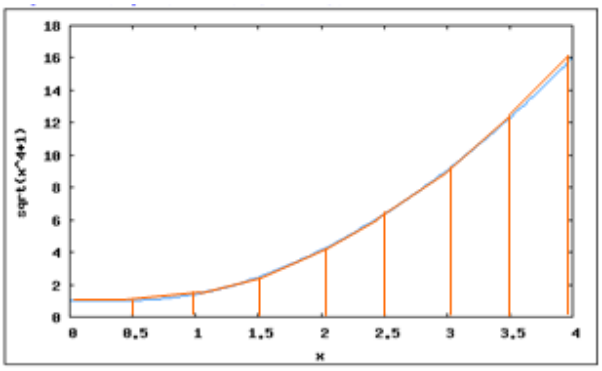


Figura 12. Por Romberg, Maxima da 22'4444 y por trapecios 22'6107

9. A MODO DE CONCLUSIÓN

Resulta evidente que la aparición de los programas de cálculo simbólico y el desarrollo de los ordenadores han permitido el cálculo de áreas planas con mucha mayor precisión y rapidez: pero los desarrollos de la Historia de las Matemáticas permite corroborar el correcto funcionamiento de estas herramientas.

10. BIBLIOGRAFÍA

BERNAL, J. D. (1979) *Historia Social de la Ciencia.* "Historia/Ciencia/Sociedad", 9-10. 5ª edición, Barcelona, Península, 2 vols. Traducción de Juan Ramón Capella de la 3ª edición en inglés, 1964.

BOYER, C. B. (1986) *Historia de la matemática.* "Alianza Universidad Textos", 94. Madrid, Alianza. Versión española de Mariano Martínez Pérez de l edición inglesa de 1968.

CAJORI, F. (1980) *A History of Mathematics.* 3ª edition, NewYork, Chelsea Publishing Company.

CÁRDENAS MORALES, D. *et al.* (2014) *Análisis Numérico. Primeros pasos.* Barcelona-Bogotá-Buenos Aires-Caracas-México, Reverté.

GAYMONAT, L. (1985) *Historia de la Filosofía y de la Ciencia.* "Crítica/Filosofía", 1-2-3, Barcelona, Crítica-Grijalbo, 3 vols. Traducción de Juana Bignozzi, revisada por Joaquim Sempere, de la 2ª edición italiana, 1981.

GONZÁLEZ URBANEJA, P. M. (s. a.) *Arquímedes (La Cuadratura del segmento parabólico en EL MÉTODO de Arquímedes).* En: http://divulgamat2.ehu.es/divulgamat15/index.php?option=com_content&view=article&id=3387:arqudes-la-cuadratura-del-segmento-parabo-en-el-modo-de-arqudes&catid=39:aso-hicieron&directory=67

HERODOTO (1955) *Los nueve libros de la Historia.* "Biblioteca Clásica Universal", 16-17-18. Madrid-Buenos Aires, Librería Perlado, 9 libros en 3 partes en un tomo. Trad. P. Bartolomé Pou S. J. Prólogo de Félix F. Corso y Apéndice de Aida Terrón.

REAY PASTOR, J. Y PUIG ADAM, P. (1935) *Matemáticas. Primer curso (método intuitivo).* Madrid, Unión Tipográfica.

TATON, R. (Dtor.) (1988) *Historia General de las Ciencias.* Barcelona, Orbis, 18 vols. Traducido por Manuel Sacristán de la edición francesa de 1966.

GONZÁLEZ REDONDO, F. A. (coord.) (2015) *Ciencia y Técnica entre la Paz y la Guerra. 1714, 1814, 1914*. Madrid, SEHCYT, pp. 899-906.

LA INFLUENCIA DE LOS ORDENADORES EN EL DESARROLLO DE LOS MÉTODOS ITERATIVOS

Víctor Arenzana Hernández(1)

(1) Profesor de Matemáticas, Zaragoza, vicarenz@yahoo.es

Resumen

Los métodos iterativos aparecieron desde el comienzo de la historia de las matemáticas y se han seguido utilizando, aunque generalmente los matemáticos utilizaban teorías que ofrecían resultados precisos y exactos, y postergaban los procedimientos que buscaban soluciones aproximadas.

En este artículo se exponen los cambios importantes que la aparición de los ordenadores ha producido en la enseñanza de estos métodos. Y se hace especial hincapié en la gestación de los procesos que condujeron a la aparición de la teoría del caos y la geometría fractal.

Palabras Clave: Iteración, Fractales, Teoría del caos, Ordenadores, Enseñanza.

THE INFLUENCE OF THE COMPUTERS IN THE DEVELOPMENT OF ITERATIVE METHODS

Abstract

Iterative methods appeared since the beginning of the History of Mathematics and have continued to use, although generally mathematician have used theories offering precise and accurate results, and have postponed procedures of approximate solutions.

This article describes the main changes that the advent of computers had made in the teaching of these methods. And it also emphasizes on the gestation of the processes that led to the emergence of chaos theory and fractal geometry.

Keywords: Iteration, Fractals, Chaos theory, Computers, Teaching**.**

1. INTRODUCCIÓN

El término iteración se refiere a una acción que se repite sucesivamente y, en matemáticas, está relacionado con la idea de retroalimentación. El método más representativo de los métodos iterativos en matemáticas es el conocido como método de iteración de punto fijo, que responde a la fórmula: $x_{n+1}=f(x_n)$ en la que, partiendo de valor inicial x_0 obtenemos la sucesión de valores numéricos x_0, x_1, x_2, …, x_n, …[1] (donde la sucesión puede converger hacia un valor numérico o ser divergente, dependiendo del valor inicial x_0) según el siguiente esquema:

[1] Retroalimentación significa que el valor de salida que se obtiene a partir del valor inicial x_0 se utiliza como nuevo valor inicial, y así sucesivamente.

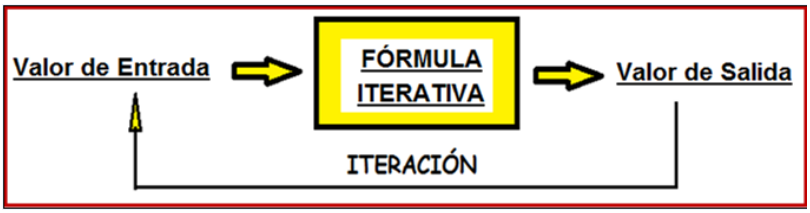


Figura 1. Esquema de un proceso iterativo en matemáticas. (Elaboración propia).

Los métodos iterativos son tan antiguos como las propias matemáticas; el problema número 20 del papiro de Rhind, fechado hacia 1650 a. C., recoge un problema que lo resolvían por el método de la falsa posición. También de la matemática griega hemos heredado algunos métodos iterativos, entre otros, el algoritmo de Euclides para calcular el máximo común divisor de dos números y el método para determinar la raíz cuadrada de un número, basado en la idea de calcular aproximadamente el lado de un cuadrado de igual área que un rectángulo dado.

Los métodos iterativos han jalonado la historia de las matemáticas y se pueden citar multitud de ellos con nombre propio; unos para calcular la raíces de una ecuación como el de *regula falsi* o el Método de Newton[2], que sería reformulado por J. Raphson (1648-1715); el método de Cross para calcular estructuras en arquitectura, el método de optimización del Simplex; el método de aproximaciones sucesivas de Ch. E. Picard (1856-1941) para demostrar la existencia de solución de una ecuación diferencial bajo ciertas condiciones o los conocidos como métodos Runge- Kutta para resolver ecuaciones diferenciales, etc.

Aunque los métodos iterativos han sido utilizados por los matemáticos profesionales y han figurado en los planes de estudio de matemáticas, no se han utilizado de forma profusa y generalizada antes de la aparición de los ordenadores. Las razones de esta situación quizás se deban buscar en que la matemática se consideraba hasta comienzos del siglo XX fundamentalmente una ciencia exacta y el hecho de obtener valores aproximados parecía más propio de las ciencias de la naturaleza; el caso es que, a mediados del siglo XX, en la enseñanza media y en la superior, salvo en algunas carreras técnicas se prefería, por ejemplo, para resolver sistemas de ecuaciones, la Regla de Cramer al Método de Gauss, sin concederle la menor importancia al coste computacional. Del mismo modo se explicaban multitud de métodos particulares de integración y procedimientos para integrar los diferentes tipos de ecuaciones diferenciales con nombre propios que se habían ido produciendo a lo largo de la historia y se concedía escasa importancia a los métodos numéricos iterativos que hubieran uniformizado la enseñanza de tantos métodos particulares.

A partir de la aparición de los ordenadores en la segunda mitad del siglo XX, la cara de las matemáticas cambió y actualmente nadie hace matemáticas solamente con lápiz y papel. La capacidad y la velocidad de cálculo de los ordenadores han hecho que se puedan realizar con ellos cálculos que antes parecían inabordables. Pero los ordenadores no sólo han sido una herramienta, también, cuando se han aplicado a métodos numéricos, han hecho aparecer nuevas ramas de las matemáticas, como son la geometría fractal, la teoría del caos o los autómatas celulares.

2. LAS NUEVAS RAMAS DE LAS MATEMÁTICAS

En el último tercio del siglo XX se produjo una revitalización de los métodos numéricos tradicionales debida, sobre todo, a la íntima fusión que se produjo entre los métodos iterativos y los

[2] La primera versión del método de Newton- Raphson figura de una forma oscura en el Escolio de la Proposición 31 del Libro I de los *Principia* (1687)

ordenadores. La velocidad de cálculo de las nuevas máquinas y su capacidad gráfica hicieron que, en algunos casos, los ordenadores se convirtieran en una segunda piel, que era casi traje de superhéroe, con la que se mostraban los procesos iterativos.

No sería justo si dijéramos que sólo con la aparición de los ordenadores se produjo la renovación de los métodos iterativos. En la segunda mitad del siglo XIX, K. Weierstrass (1815-1897) contribuyó a la aritmetización del análisis y en esa labor de fundamentación de las matemáticas construyó, mediante series, una función continua que no tenía tangente en ninguno de sus puntos; una figura semejante parecía absurda, ya que hacía pensar que una función pudiera tener un ángulo en cada punto de un continuo. La idea de llegar a la definición de función fue paralela a la definición de curva plana y se elaboraron unos métodos iterativos con los que se podían generar curvas que llenaran el plano, como la de D. Hilbert (1862-1943) o la de G. Peano (1858-1932), con lo que quedaba en entredicho la noción tradicional de dimensión geométrica o fabricar curvas de longitud infinita que encerraban un área finita como la curva de H. Koch (1870-1924), sólo por citar algunos ejemplos. Estas curvas fueron los primeros objetos fractales.

Igualmente, H. Poincaré (1854-1912), al intentar resolver el problema de tres cuerpos, descubrió que el sistema de ecuaciones diferenciales no lineales que se planteaba a partir de las ecuaciones de Newton era muy sensible a las condiciones iniciales. Es decir, que pequeñas variaciones en los datos de entrada podían producir grandes variaciones en los resultados finales. Estas investigaciones desembocarían con el uso de los ordenadores en la teoría del caos determinista.

Del mismo modo, las investigaciones realizadas por P. Fatou (1878-1929) y G. Julia (1893-1978) en 1918 sobre las cuencas de atracción de los ceros de un polinomio en el campo de los números complejos fueron fuente de inspiración para que B. Mandelbrot (1924-2010) desarrollara una geometría de lo irregular conocida como geometría fractal.

2.1. Los fractales

En pocos temas se puede apreciar mejor el proceso de la transformación que sufrieron los métodos iterativos con la aparición de los ordenadores que con el descubrimiento de los conjuntos fractales. La historia de los conjuntos fractales comenzó en 1879 con el artículo que matemático inglés A. Cayley (1821-1895) escribió en el *American Journal of Mathematics* titulado *The Newton-Fourier imaginary*. En el artículo proponía estudiar, utilizando el método de iteración de punto fijo de Newton-Raphson, las cuencas de atracción de las raíces de diferentes polinomios complejos $P(z)$.

La fórmula de iteración de punto fijo de Newton-Raphson viene dada por la fórmula:

$$z_{n+1} = z_n - \frac{P(z_n)}{P'(z_n)}, \; valor \;\; incial \;\; z_0$$

Cayley se hizo la siguiente pregunta, dado un polinomio cualquiera $P(z)$ con n raíces a_1, a_2,…, a_n, ¿para qué valores iniciales reales z_0 alcanzaremos una raíz, a_k, determinada si a cada punto del plano complejo le aplicamos el método de Newton?. Es decir, ¿cómo serán las cuencas de atracción, $A(a_k)$ de la raíz a_k? Cayley se preguntó cómo podían ser descritas geométricamente y propuso estudiar las cuencas de atracción de las raíces de z^3-1=0 y calcularlas para sus tres raíces:

$$z_1 = 1 \quad z_2 = 0{,}5 \cdot (-1 + \sqrt{3}i) \quad z_3 = 0{,}5 \cdot (-1 - \sqrt{3}i)$$

Tras este planteamiento, el tema quedó en punto muerto hasta que, casi cincuenta años después, G. Julia (1893- 1978) publicó su obra *Mémoire sur l'iteration des fonctions rationelles*, que fue premiada por la Academia de las Ciencias Francesa en la que señalaba que las cuencas de

atracción no eran regiones claramente delimitadas, y que sus fronteras eran caóticas. Pero esto, en el primer cuarto del siglo XX, significaba que no se podían representar geométricamente las cuencas de atracción de las raíces de un polinomio complejo

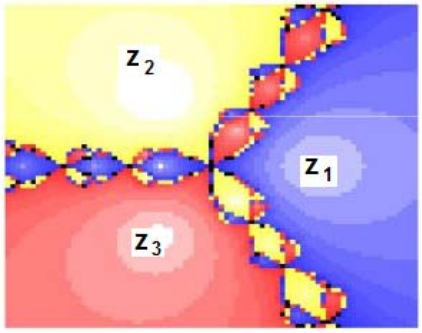


Figura 2. Representación de las cuencas de atracción de las raíces de polinomio z^3-1 (http://www.uam.es/personal_pdi/ciencias/barcelo/cnumerico/recursos/cubica.jpg)

Cincuenta años más tarde el tema fue retomado por Mandelbrot [Mandelbrot 1987) que trabajaba en IBM y representó en el ordenador las cuencas de atracción de los polinomios que habían sido estudiados por Julia y Fatou. De hecho, la representación de las cuencas de atracción de las raíces de los polinomios z^2+c para los diferentes c complejos se llaman conjuntos de Julia. Ver Mandelbrot [2003, pp. 258-274]. B. Mandelbrot aportó un conjunto que lleva su nombre que es el conjunto de los números complejos *c* tales que la fórmula iterativa $z_{n+1} = z_n^2 + c$ con $z_0 = 0$ converge.

Precisamente fue Mandelbrot el que a estos conjuntos que presentaban una forma interrumpida, fragmentada e incluso caótica les dio el nombre de conjuntos fractales y justificó la necesidad de darles un nombre porque él había elaborado una teoría sobre los mismos y había demostrado que en la naturaleza abundaban objetos cuyas representaciones eran conjuntos fractales, como se observa en Mandelbrot [1987, p. 168].

2.2. La teoría del caos

El problema de la estabilidad inalterable del universo y sus leyes deterministas, propuesto por Laplace a finales del siglo XIX, estaba en entredicho porque Laplace había despreciado en su cálculo unas cantidades pequeñas. Muchos matemáticos intentaron sin éxito resolver el funcionamiento de un universo con *n* cuerpos interactuando entre sí. Por ello, el Rey Oscar II de Suecia, en 1884, convocó un concurso internacional de matemáticas, que se fallaría cinco años más tarde con motivo de su sexagésimo aniversario. En el concurso se proponían cuatro problemas y el primero era precisamente el problema de los *n* cuerpos, que pretendía establecer las fórmulas de las trayectorias que seguían los objetos del Sistema Solar. El matemático francés H. Poincaré (1854-1912) participó en el mismo y estudió detenidamente el caso de tres cuerpos y, en 1888, presentó su memoria titulada *Mémoire sur les Courbes Définies par une Équation Différentiel*, en la que demostró que las trayectorias de los cuerpos eran extremadamente complejas y se entrecruzaban entre sí, lo que significaba una trayectoria caótica no determinista, Poincaré fue el ganador de concurso.

Desde el punto de vista de la mecánica clásica está justificado esperar que un pequeño error en la determinación de la posición de un cometa en un momento dado producirá un pequeño error en la predicción un nuevo avistamiento y ese error seguirá siendo insignificante en los avistamientos futuros del cometa durante siglos. Poincaré, cuando estudió el problema de tres cuerpos, se había

encontrado con una sensibilidad a las condiciones iniciales, Lascar, y Froeschlé [1991, pp.732-740]. Posteriormente, J. Hadamard (1865-1963) demostró que, para ciertos sistemas, un pequeño cambio en el valor inicial conduce a cambios en la evolución posterior del sistema; de modo que no es posible hacer predicciones a largo plazo porque resultan inciertas.

En 1963, E. Lorenz (1917-2008), trabajando como meteorólogo en el MIT, construyó un sistema de ecuaciones no lineales con las que simulaba el tiempo atmosférico, a partir de unas condiciones iniciales. El sistema era:

$$\begin{cases} x' = \sigma(y - x) \\ y' = rx - y - xz \\ z' = xy - bz \end{cases}$$

Lorenz resolvía el sistema con el ordenador Royal McBee LGP-30 y quedó sorprendido cuando observó la enorme variación en las predicciones que se producía según se trabajara con tres o seis decimales. Su modelo meteorológico era sensible a las condiciones iniciales y Lorenz redescubrió, de este modo, el principio iniciador de la teoría del caos determinista, concluyendo igual que Hadamard, que la sensibilidad las condiciones iniciales impedía poder hacer predicciones meteorológicas a largo plazo. Esta sensibilidad es lo que se conoce como el efecto mariposa de Lorenz, Ruelle [1993, p. 52].

2.3. La ecuación logística

El cálculo de la evolución de una población ha sido un tema que ha preocupado a lo largo de la historia. J. Graunt (1620-1664) fue el primero que obtuvo tablas de supervivencia para la ciudad de Londres a finales del siglo XVII; descubrió que la población crecía en progresión geométrica, pero la razón de dicha progresión cambiaba en el tiempo. En 1835, A. Quetelet (1796-1874) aportó la idea de que la velocidad de crecimiento de una población se veía frenada por una resistencia proporcional al cuadrado de dicha población. Esta idea fue aprovechada por su alumno, P. F. Verhulst, que combinó la hipótesis de crecimiento exponencial con la hipótesis mecánica de resistencia proporcional al cuadrado de la velocidad y planteó, en 1838, la ecuación diferencial:

$$d[P(t)] = [hP(t) - kP(t)^2]dt$$

En 1920, los norteamericanos R. Pearl (1879-1940) y L. Reed (1886-1966), estudiando el crecimiento de la población de la mosca del vinagre, *drosophila melanogaster*, establecieron que la tasa de crecimiento de la población era variable en el tiempo y que dependía de la población presente y del máximo de la población, *M*, que puede soportar el ecosistema, resultado que los llevaba a la ecuación logística de Verhulst.

En 1976, el biólogo australiano, Robert May (1938-) volvió a estudiar el crecimiento de una población de insectos en un ecosistema cerrado y le apareció lo que se conoce como parábola logística de May. Estudió con su ecuación el comportamiento de diferentes poblaciones con el paso del tiempo. Para ello partió de los resultados empíricos de Pearl y Reed. Consideró el caso $k = 1$ y discretizó el modelo, obteniendo la fórmula iterativa:

$$P(n+1) = r\,[P(n)\,(1 - P(n)].$$

May dejó de buscar constantes de proporcionalidad para la ecuación, como lo habían hecho sus antecesores, y abandonó los sistemas lineales; se fijó en las representaciones gráficas de las iteraciones de su parábola y se percató de implicaciones más amplias.

Si suponemos que la sucesión *P(n)* converge en un número *p*, que cupla $p = rp(1-p)$ sería un punto fijo. Observemos que si $r \leq -1$, el valor de *p* carece de sentido. Se comprueba fácilmente que el

único punto fijo es 0. Si *1* < *r* < 3 se obtiene un único punto fijo. Para *r* > 3, existen al menos dos puntos fijos. Si *r* aumenta, pueden existir 4, 8, 16, … puntos fijos distintos.

Dedujo que los sistemas biológicos de poblaciones estaban gobernados por ecuaciones no lineales y que su evolución no llevaba a un valor fijo, sino que podía oscilar, según los valores de *r*, entre varios e incluso infinitos valores, lo que hacía imposible haces predicciones sobre la evolución de las poblaciones.

Para representar el comportamiento de la ecuación logística, R May recurrió al llamado diagrama de bifurcación. Primero las bifurcaciones producen series de 2, 4, 8, 16. Luego, a medida que se avanza en los valores de *r* (hasta el valor 4), aparecen valores con períodos impares y luego se llega a la ramificación caótica. La estructura tiene profundidad infinita, May [1991, pp. 746-754]. Indudablemente para obtener sus conclusiones se sirvió del ordenador y May decía que "el mundo mejoraría si se proporcionara a todos los estudiantes una calculadora y se les animara a entretenerse con la ecuación logística".

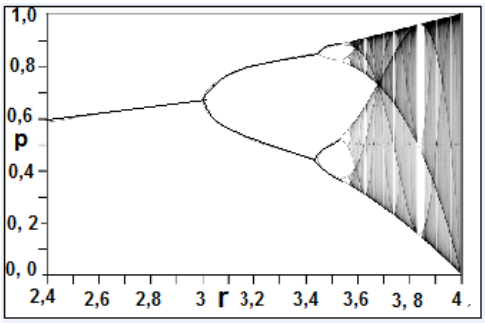


Figura 3. Diagrama de bifurcación de la ecuación logística p=rp(1-p)
(http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/50/Logistic_Bifurcation_map_High_Resolution.png)

2.4. La fecundidad creativa de la iteración

A partir de los años setenta del siglo XX, los procesos iterativos, que hasta el momento de la aparición de los ordenadores pretendían fundamentalmente aproximar las soluciones de una ecuación, se transformaron en procesos que generaban algunas formas presentes en la naturaleza. En efecto, tras el descubrimiento de los conjuntos fractales y las publicación de Mandelbrot, se empezaron a usar sistemas de funciones contractivas[3] que, iterando cada una de ellas sobre un valor inicial x_0, pretendían modelizar matemáticamente, de forma genérica, algunos objetos naturales. Con las funciones iteradas no se puede generar un árbol o una nube determinada, pero es posible modelizar las pautas de crecimiento de los mismos y producir árboles y nubes casi reales.

J.E. Hutchinson, en 1981, estudió las propiedades comunes de muchos conjuntos fractales y obtuvo muchos por medio de funciones que eran semejanzas contractivas (de razón menor que la unidad); M.F. Barnsley, siendo profesor del Instituto de Tecnología de Georgia en el año 1985, amplió el conjunto de funciones de Hutchinson a cualquier función contractiva fuera o no semejanza, extendiendo así el conjunto de fractales obtenidos. En particular obtuvo su famoso *Helecho* mediante un sistema de funciones iteradas (SFI). Se comenzó a pensar si, dado un conjunto del mundo real, *S*, que se tome como modelo, se podría encontrar un sistema de funciones iteradas que generara un conjunto *S*', que se aproximara a *S* con un nivel razonable de aproximación. Y se logró.

[3] Una aplicación contractiva es aquella que contrae las distancias con una razón estrictamente menor que la unidad. Es decir, $d(f(a),f(b)) < d(a,b)$

Los fractales ya no eran figuras bellas y caprichosas, mediante SFI's se formaban conjuntos fractales y se podían generar figuras que existían en la naturaleza. Esto despertó nuevas expectativas ¿se podría generar cualquier figura?

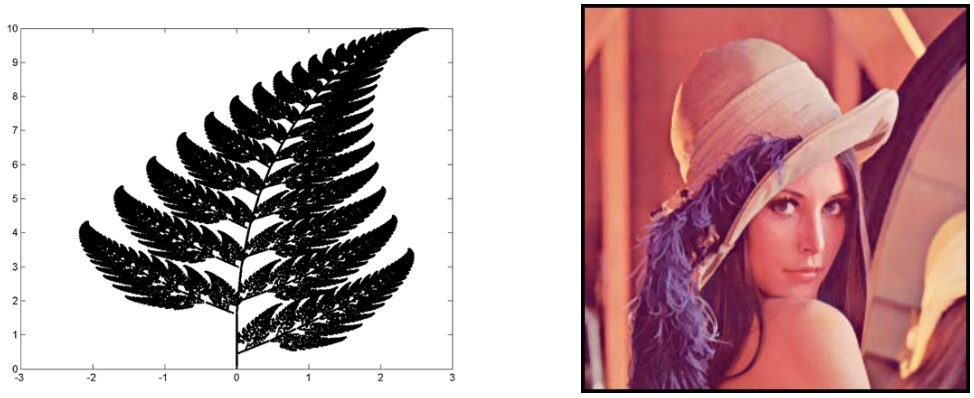


Figura 4. El helecho de Barnsley, construido por iteración de un SFI (http://elhelechodebarnsley.files.wordpress.com/2012/02/helechor.gif)

Figura 5. Lenna. Ha sido utilizada desde 1973 como banco de pruebas para probar diferentes algoritmos para la transmisión digital de imágenes (http://paulschlessinger.wordpress.com/tag/lenna/)

La respuesta en esta dirección se dio en la empresa de compresión de imágenes fractales creada por Barnsley, llamada *Iterated Systems Incorporated*, que produjo la imagen de Lenna y otras muchas con complejos algoritmos iterativos basados en el Teorema de Collage. Y abría el camino a la compresión de objetos reales, que se daban en la naturaleza.

Dada una imagen era posible determinar un SFI que la genere. Es sabido que las imágenes producen un alto consumo de memoria en los ordenadores. Como el SFI consta de unas cuantas ecuaciones de texto, su consumo en memoria de ordenador es pequeño. Para reproducir la imagen basta con iterar el SFI, que tiene un tiempo de cómputo muy corto y, por consiguiente, en lugar de enviar, por ejemplo, una imagen de 500x500 pixeles, se envía el texto del SFI que la genere.

3. LA ENSEÑANZA DE LOS MÉTODOS ITERATIVOS Y SU EFICACIA

En los libros de texto tradicionales de Enseñanza Media, hasta hace medio siglo, el algoritmo iterativo por excelencia era el de Euclides. Pero, a la vez que tomaban fuerza los métodos iterativos con la aparición de los ordenadores, en esta enseñanza estaban en su apogeo los currículos cargados de teorías de conjuntos, estructuras algebraicas, definiciones rigurosas de límite de una función en un punto o manejo del cálculo para operar con soltura dentro del lenguaje de las matemáticas (castillos de fracciones, potencias, radicales, ecuaciones logarítmicas, etc.). El rigorismo de los programas propició que la calculadora fuera mirada con recelo porque, con su uso, se verían mermadas las capacidades calculatorias de los alumnos.

Estas circunstancias motivaron que los métodos iterativos, que se veían facilitados por las calculadoras y los ordenadores no se vieran incentivados. En la actualidad, los métodos iterativos han producido dos temas nuevos: los fractales y la teoría del caos, que han alcanzado popularidad y despiertan la curiosidad de los alumnos. No obstante, conviene destacar que estos temas no se incluyen en los programas de los cursos de matemáticas, suelen aparecer en algunos libros de texto al final de ciertos capítulos para fomentar la cultura matemática bajo el nombre de: cuestiones

interesantes, misceláneas o curiosidades y hacen ver a los alumnos que, aunque sólo sea como curiosidad, hay un tipo de matemáticas en las que parece que con poco se puede hacer mucho.

En la enseñanza superior, la aceptación fue más rápida. En Dou [1965, p. 238], se exponen los métodos Runge-Kutta de orden cuatro de modo tradicional y, aunque señalaba lo laborioso del procedimiento, destacaba que "hace más fácil la programación y permite que sea más fácil el manejo de funciones empíricas. Pero en aquellos años no estaba generalizado el uso de ordenadores en España y decía que en todos métodos numéricos, pero en especial en éste es importante una clara y cuidadosa ordenación de las operaciones, resultados y procedimientos en conjunto".

A mediados de los ochenta del siglo XX en la enseñanza universitaria la situación había cambiado y había libros de texto como [BURDEN Y FAIRES, 1985], y [GASCA, 1987], junto a los métodos numéricos aparecen los algoritmos que los describen de forma esquemática con la finalidad de que los alumnos, al estudiarlos, puedan escribir el programa en el lenguaje que elijan en su ordenador.

La enseñanza de los métodos numéricos en general y de los iterativos en particular fueron tema de análisis por autores como Miguel de Guzmán [DE GUZMÁN, 1991] y [DE GUZMÁN, 1994] que señala los peligros del mal uso del ordenador en la enseñanza de las matemáticas, defendiendo un cambio en la enseñanza de las mismas y proponiendo que se deben en matemáticas enseñar procedimientos y no rutinas. Este autor estudió diferentes modos de utilizar en la enseñanza de las matemáticas, en todos los niveles, los programas de cálculo conocidos como manipuladores algebraicos así como su repercusión en la enseñanza y en el aprendizaje de las matemáticas.

4. BIBLIOGRAFÍA

ALLIGOD, K.T., SAUER,T.D., YORKE, J. A. (1996) *Chaos. An Introduction to Dinamical Systems*. New York, Springer

BARNSLEY, M. F. (1993) *Fractals Everywhere.* San Diego, Academic Press, 2ª edición.

BOYER, C. (1994) *Historia de la Matemática*. Madrid, Alianza Editorial.

BURDEN, R. L. Y FAIRES, D. L. (1985) *Análisis Numérico*. México, Grupo Editorial Iberoamérica.

CHABERT, J. L. Y DALMEDICO, A. D. (1991) "Henry Poincaré, el precursor". *Mundo Científico*, *115,* pp. 716-720.

DE GUZMÁN, M. (1991) "Los riesgos del ordenador en la enseñanza de la matemática". En: http://www.mat.ucm.es/deptos/am/guzman/riesgosordenador/riesgosordenador.htm.

DE GUZMÁN, M. (1994) "El ordenador en la Educación Matemática". *Revista de Anaya Educación, nº 3*, pp. 33-40.

DE GUZMÁN, M. A. MARTÍN, A. MORÁN, M., REYES, M. (1993) *Estructuras fractales y sus aplicaciones*. Barcelona, Labor.

DOU, A. (1965) *Ecuaciones diferenciales ordinarias*. Madrid, Dossat

FISHER, Y. (ed.) (1995) *Fractal Image Compression: Theory and Application*. New York, Springer Verlag.

GASCA, M. (1987) *Cálculo numérico. Resolución de ecuaciones y sistemas*. Zaragoza, Mira.

LASCAR, J. Y FROESCHLÉ, C. (1991) "El caos en el sistema Solar". *Mundo Científico,* 115, pp. 732-740.

MANDELBROT, B. (1987) *Los objetos fractales*. Serie "Superinfimos 8". Barcelona, Tusquets, Traducción de la tercera edición en francés.

MANDELBROT, B. (2003) La *geometría fractal de la naturaleza*. Serie "Metatemas". 2ª edición. Barcelona, Tusquets, Traducción de la tercera edición en francés.

MAY, R. (1991) "El caos en biología". *Mundo Científico*, *115*, pp. 746-754.

PÉREZ ORTIZ, J. A. (1998) *Codificación Fractal de Imágenes*. En: http://www.dlsi.ua.es/japerez/pub/pdf/mastertesi1998.pdf.

RUELLE, D. (1993) *Azar y Caos*. Madrid, Alianza Editorial.

GONZÁLEZ REDONDO, F. A. (coord.) (2015) *Ciencia y Técnica entre la Paz y la Guerra. 1714, 1814, 1914*. Madrid, SEHCYT, pp. 907-913.

DEL ARTE DE COMPUTAR A LA COMPUTADORA Y SU INTRODUCCIÓN EN LA ENSEÑANZA

Ana García Azcárate[(1)], Ángel Requena Fraile[(2)]

(1) IEES Lope de Vega, Nador, Marruecos, anag.azcarate@uam.es
(2) IES Enrique Nieto, Melilla, España, angelrequenafraile@gmail.es

Resumen

La comunicación expone un recorrido histórico, incluyendo el vertiginoso presente, sobre las tecnologías computacionales y su compleja relación con la enseñanza en las aulas.

El estudio de las dificultades para la introducción de la calculadora electrónica en el sistema educativo español desde los años setenta del siglo XX puede ser de utilidad para abordar la renovación de las clases de matemáticas en plena revolución de las tecnologías de la información.

Muchos profesores de matemáticas fueron pioneros en la introducción del ordenador en los centros de enseñanza, pero al mismo tiempo se produjo la paradoja de que una parte destacada del colectivo era reacio al uso de las calculadoras en clase como instrumento didáctico. Conforme las calculadoras se fueron haciendo programables, gráficas y algebraicas, se mantiene cierto vacío académico y en muy pocos sitios se contemplan en las evaluaciones o pruebas de selectividad.

Desarrollos clave como la geometría dinámica o las hojas de cálculo estaban disponibles desde inicios de los noventa y solo veinte años después se empieza a generalizar su uso.

Las tecnologías para la computación, incluso las más ingenuas o simples, han permanecido al margen de la escuela elemental en Occidente y la extensión de su uso se demora a la educación superior o al ámbito profesional. El Oriente ha sido diferente por la importancia que se le ha dado al ábaco de bolas en la formación numérica inicial.

Cuando vivimos la generalización del uso del ordenador desde la primaria parece interesante contemplarlo con cierto sentido histórico.

Palabras Clave: Historia de la computación, Historia de la educación, Historia de las tecnologías educativas.

FROM THE ART OF COMPUTING TO THE COMPUTER AND ITS INTRODUCTION IN TEACHING PRACTICE

Abstract

The present paper shows an historic promenade, including the vertiginous actuality, around the computational technologies and their complex relation with the classroom teaching.

The study of the difficulties found to introduce the electronic calculator in educational system in the sixties, can be useful to affront the renovation of maths class in the present revolution of Information and communications technology (ICT).

Many maths teachers have been pioneers in introducing the computer in educational centres, but, at the same time, we find the paradox that a good deal of the teachers was deeply against the use calculators as a didactic instrument in the maths class. When calculators became programmable,

graphic and algebraic, the academic vacuum still remained and in a really few places their use was allowed for evaluation proofs.

Important developments as dynamic geometry or spread sheet were available early from nineties and it's only now when their utilization starts to be generalized.

Computation Technologies, including the simplest, have remained outside elementary schools in occident and their use has been delayed to higher education or professional field. The orient has been very different because of the important place of the abacus in the initial numerical formation.

Now that we are trying to generalize the use of computers even in primary school, it seems interesting to think about all that with a real historical sense.

Keywords: History of Computation, History of Education, History of Educational Technologies.

1. LAS TÉCNICAS COMPUTACIONALES: TAN ANTIGUAS COMO LA HUMANIDAD

La antropología y la arqueología dan cuenta de la vinculación de la humanidad al arte de contar y medir. El lenguaje da cuenta de los números, pero la forma de contar y registrar puede variar y ser más rica. El hueso congolés de Ishango, con más de 9000 años de antigüedad, se viene considerando como el testimonio de interés más antiguo.

El hallazgo en Mesopotamia de bolas cerámicas con piezas que registran cantidades ha llevado a considerar la propia numeración como incluso anterior a la escritura y su precedente.

Las tablillas babilónicas y los papiros egipcios ya dan cuenta de procedimientos de computación relativamente avanzados y de tablas de valores (ternas pitagóricas, descomposición de fracciones,…) que son auxiliares del cálculo. La presencia de figuras constata la aplicación de gráficos como ayuda tanto para entender como para aplicar.

La sistematización de la matemática, que se lleva a cabo en la Grecia Clásica, tiene un obstáculo en lo relativo al cálculo: las operaciones útiles eran consideradas inferiores, propias de esclavos, y recibían el nombre de *logística*, reservando el de *aritmética* para las propiedades abstractas de los números.

Suele achacarse la deriva griega hacia la geometría al descubrimiento de los números irracionales. Orientación que no fue completa, el propio Arquímedes escribe el tratado del *Arenario*, aunque Euclides prefiera en su sistemática tratar los números reales como segmentos de rectas.

Los numerales griegos fueron las letras del propio alfabeto con sistema aditivo y base decimal. El sistema de representación numérica debe considerarse como una tecnología de computación. El sistema griego pese a su carácter primitivo se estuvo usando durante dos milenios: todavía en la Granada nazarí eran usadas las cifras *rumíes*.

2. MÁS ALLÁ DE LA REGLA Y DEL COMPÁS: NEUSIS, MECANISMOS Y ASTROLABIOS

Aunque los griegos basaron gran parte de su investigación matemática en el uso de la regla y del compás, las dificultades que encontraron en la resolución de los tres problemas clásicos (trisección del ángulo, duplicación del cubo y cuadratura del círculo) les llevaron a diseñar dispositivos más complejos como era la *neusis*: reglas e instrumentos que giran y se deslizan.

Entre los que usaron la *neusis* encontramos a Arquímedes y su método de trisección con regla marcada y su amigo Eratóstenes con su dispositivo de duplicación del cubo.

El dispositivo más singular encontrado de la cultura griega es el Mecanismo de Anticítera, un verdadero calculador mecánico de ruedas dentadas múltiples. Este hallazgo, junto con el palimpsesto

del Método de Arquímedes, da idea de la aplicación de la tecnología mecánica en la ciencia de la Grecia Clásica.

Los modelos planetarios también son un recurso griego. Ptolomeo tenía ya las bases teóricas para el desarrollo posterior del planisferio (astrolabio) durante la edad dorada de la ciencia árabe.

En todo caso, estas tecnologías no estarían presentes en la educación temprana, que en Grecia era sobre todo poética. Homero y los trágicos fueron los educadores básicos de cierto sector de jóvenes.

3. LOS ÁBACOS

Ningún dispositivo de cálculo hasta el ordenador se ha utilizado tanto, tan eficaz y durante tanto tiempo. En Europa Occidental hasta el Renacimiento, pero en Rusia, China y Japón hasta nuestros días. Incluso hoy no se extienden propuestas para devolver su uso a la escuela elemental. Los concursos Aloha o la celebre calculadora Sharp con ábaco adosado son testigos.

Los ábacos romanos y medievales utilizaban la numeración latina como referencia. La arqueología y la escultura clásica muestran cómo eran, así como los códices medievales.

No podemos olvidar el uso de los dedos y otras partes del cuerpo como instrumentos y tampoco los *instrumentos de cuentas*, de los que el rosario es una muestra y pervivencia.

El ábaco ruso (stchoty), el chino (suanpan) y el japonés (soroban) son todavía algo más que reliquias. En Oriente, el ábaco ha formado parte de la escuela elemental hasta nuestros días, porque se ha considerado como herramienta muy útil para el aprendizaje de la numeración, las operaciones, y el cálculo mental.

Los tableros Han, sin ser un ábaco en sentido estricto, son una técnica (ayudada de bastidor) de resolución de sistemas de ecuaciones lineales que se anticipa milenio y medio a la eliminación de Gauss.

4. EL ALGORISMÍ, LA RABDOLOGÍA Y LOS LOGARITMOS.

La numeración posicional sumeria de base sesenta, aunque sobreviva en algunas aplicaciones sexagesimales, tardó en tener el cero y en generalizarse. Esa tarea le corresponde a los matemáticos indios con su sistema decimal posicional. Los árabes lo adoptan en su época clásica y lo extienden a Europa Occidental. Fue Al-Jwarizmí, el matemático del álgebra, el mismo que dio nombre con un tratado a las operaciones con las cifras indias. El procedimiento se conoció como algorismo.

Durante seis siglos los procedimientos “algorítmicos” y los ábacos compitieron. Tras la implantación de las “cifras árabes”, el ábaco pierde posiciones, pero lo penoso de la computación se mantiene, en especial la multiplicación, la división y la extracción de raíces.

La respuesta más exitosa a la mecanización de la multiplicación (y sus operaciones derivadas) la dio John Napier en su “Rabdología” [véase NEPERO, 1617]. La multiplicación de rejilla usada por los árabes fue mecanizada de forma muy simple mediante pequeños prismas. Los “huesos de Neper” tuvieron mucha aceptación y no se encontró algo equivalente hasta las “regletas” de Genaille-Lucas a finales del siglo XIX (1885), cuando el cálculo mecánico estaba en plena expansión.

“En la medida de mis capacidades, me proponía evitar las difíciles y aburridas operaciones de cálculo, cuyo fastidio constituye una pesadilla para muchos que se dedican al estudio de las matemáticas”, así iniciaba Napier el preámbulo introductoria de sus “Mirifici Logarithmorum Canonis Descriptio” [véase NEPERO, 1614]. El cálculo logarítmico se convirtió en imprescindible desde su creación, en especial para la astronomía y la trigonometría.

No consta la utilización escolar generalizada de los bastones de Neper; su uso fue profesional, pero los logaritmos sÍ lograron desde muy pronto formar parte de la enseñanza en sus niveles superiores.

5. LA PANTÓMETRA, EL CÁLCULO MECÁNICO Y EL *THEATRUM MACHINARUM*

Un instrumento de cálculo muy utilizado durante siglos, especialmente por marinos, está basado en el Teorema de Tales y se atribuye a Galileo; se trata del compás de proporción o pantómetra. La multiplicación o división se hace con segmentos proporcionales.

Ya en el siglo XVII asistimos a la mecanización de la computación mediante engranajes y mecanismos de relojería. La Pascalina realiza sumas mecánicamente y todavía se conserva. Otras propuestas como la de Schickard se quedaron en prototipos.

Con el Renacimiento asistimos a la época dorada para las maquinas, el *theatrum machinorum*: artificios para todo uso tratados matemáticamente al modo euclideo. La Universidad de Módena ha reconstruido buena parte de las maquinas matemáticas [véase PERGOLA].

Un matemático de primera fila como Leibniz dio un paso más: la mecanización de la multiplicación utilizando como recurso un cilindro dentado con engranajes en hélice. El sabio le dedicó continuados esfuerzos y dinero a la tarea, pero no pasó de prototipos. Para la comercialización de su invento hubo que esperar un siglo.

6. LA REGLA DE CÁLCULO LOGARITMICA

Al poco de la invención y extensión de los logaritmos ya hay constancia de la utilización de reglas con escalas logarítmicas para la multiplicación y división. La invención se atribuye a Edmund Gunter (circa 1625). Sin embargo, las reglas no se hicieron símbolo del ingeniero o científico hasta mediados del XIX con el desarrollo de la escala por Víctor Amadeo Mannheim.

Durante más de un siglo, la “regla” fue el instrumento para calcular rápidamente y con aproximación suficiente para la mayoría de las aplicaciones técnicas.

La escuela elemental no prestó la suficiente atención a la regla y su enseñanza se realizaba en la politécnica, facultades de ciencias y academias militares.

La calculadora electrónica científica sustituye en los inicios de 1970 a la regla de cálculo.

6. LA MECANIZACIÓN DEL CÓMPUTO

El periodo de extensión de la regla de cálculo coincide con la fabricación industrial masiva de maquinas de calcular mecánicas tanto sumadoras como multiplicadoras. Tras el cilindro de Leibniz se inventa la rueda de Ohdner, mecanismo que se extenderá masivamente, dando lugar a máquinas multiplicadoras compactas y relativamente baratas. Incluso una marca española (Minerva) llegó a fabricar más de 60000 unidades.

Los dispositivos mecánicos también se adentraron en cálculos más sofisticados como máquinas algebraicas (como las de Babbage o Torres Quevedo), de análisis de armónicos o programables (Babbage).

7. LOS PROCEDIMIENTOS GRÁFICOS Y NOMOGRÁFICOS, TABLAS Y OTROS

La vertiginosa caída en desuso de los procedimientos gráficos o nomográficos no debe hacer olvidar la gran importancia técnica que han tenido. Militares e ingenieros hacían extensivo uso de ellos.

Una forma simple de facilitar el cálculo es la tabulación. Las tablas de logaritmos son una muestra, pero llegaron a hacerse tablas para muchos usos.

Como 2014 ha sido declarado "Año de la Cristalografía" nos parece conveniente recordar cómo los diagramas de proyección estereográfica, recordando los astrolabios, fueron usados para estudiar la estructura de los cristales o como los cristalógrafos de rayos X realizaban la transformada de Fourier: con las bandas de Beevers-Lipson.

Las escuelas primaria y elemental no prestaron mucha atención a estos desarrollos, de forma que su aprendizaje era casi siempre profesional.

8. LA CALCULADORA ELECTRÓNICA DE BOLSILLO Y LA ENSEÑANZA

La primera calculadora de pequeño tamaño fue la *Sharp EL-8* que se comercializa en 1971, costaba 345 $ y no realizaba cálculos científicos. Pero ya en 1972 se comercializa la calculadora *HP-35* con funciones trigonométricas y logarítmicas, además de su eficaz álgebra polaca inversa, al precio de 395 $. El precio se ha dividido en 40 años por ese factor, sin tener en cuenta la inflación.

Desde los años ochenta, la calculadora es un instrumento portátil y barato. Incluso las calculadoras gráficas (la primera es de Casio, 1986) tienen precios bajos y muchas prestaciones. Incluso los teléfonos móviles incluyen aplicaciones de calculadoras gráficas y cálculo algebraico. Con la calculadora Texas Instruments TI-92 de 1996 prácticamente desaparecía la barrera entre calculadora y computadora al incorporarse a la calculadora los programas Derive (cálculo) y Cabri (geometría dinámica).

El precio y la fiabilidad eran el gran problema de las máquinas de calcular mecánicas: eran artilugios delicados que había que tratar con cuidado, porque su mecanismo se bloqueaba si no estaba en la posición adecuada. Era muy difícil que entraran en las escuelas.

No vemos ninguna razón para no haber utilizado regletas multiplicadoras más que su escasa ventaja para ejercicios preparados con resultados precisos.

Lo que más sorprende es que una maquina barata, pequeña y fiable como la calculadora electrónica, imprescindible en la sociedad, haya sido tan controvertida en las escuelas de primaria y secundaria, particularmente, en España. Todavía hoy, ¡cuarenta años después!, no hay una posición consensuada entre el profesorado.

Creemos interesante recordar lo que decía sobre el asunto, en 1982, el *Informe Cockcroft*, quizá el estudio más exhaustivo y sensato sobre la reforma de la enseñanza de las matemáticas en Inglaterra [véase COCKCROFT]:

> Dedicamos un capitulo aparte a las calculadoras y ordenadores porque, a nuestro entender, la creciente posibilidad de adquirirlos a bajo precio es de la mayor importancia para la enseñanza de la matemática …
>
> … En lo que se refiera a las matemáticas, estimamos que hay que tomar en consideración dos puntos fundamentales. El primero hace referencia a los posibles modos de empleo de la calculadora para la enseñanza de las matemáticas. El segundo concierne a los *efectos que el empleo de estas máquinas producirá sobre el contenido de lo que se enseña* o sobre la importancia relativa que se dé a los distintos temas de los programas (p. 135).

> … existe una preocupación generalizada por el uso que hacen de la calculadora niños que aún no dominan los métodos de cálculo tradicionales con lápiz y papel. Se teme que, si se les permite hacer uso de ellas en edad demasiado temprana, no adquieran fluidez en el cálculo ni recuerden con seguridad los hechos numéricos elementales. Tales temores son comprensibles y no deben ignorarse. Sin embargo, las pruebas hoy disponibles -resultado de la investigación- indican la existencia de *ventajas que compensan sobradamente los posibles inconvenientes* (p. 136) [las cursivas no son del autor].

Que el asunto no estaba resuelto, se pone de manifiesto en un foro de debate que se realizó en las Jornadas JAEM de Girona en 2009 [véase CONTRERAS-PEIRÓ]. En los meses previos hubo hasta 230 mensajes, lo que muestra interés, pero también muestra que los profesores más activos todavía actuaban como pioneros.

La normativa española establece el uso de calculadoras para el aprendizaje desde el ciclo inicial de primaria junto con el cálculo de lápiz y papel, el mental y el estimativo. En segundo de secundaria se llega incluso a hablar de la utilización de calculadoras gráficas. El planteamiento es bien intencionado, pero carece de guías de desarrollo. En consecuencia, la cuestión deja de ser de sí o no, o de cuándo, para ser de cómo y para qué. Sobre el importante asunto de los cambios de contenido inducidos por la tecnología no se habla.

Quizá sea la profesora Elfriede Wenzelburguer Guttemberg quien, tras exponer reiteradamente la problemática del uso de las calculadoras [WENZELBUEGER (1991)], haya expresado con más rotundidad el dilema de la enseñanza de las matemáticas en el cambio de milenio: “Debemos buscar alternativas a la vieja costumbre de enseñar una matemática anticuada, estática y mecanizada, de manera anticuada, estática y mecanizada” [WENZELBUEGER (1993), p. 8]

9. RECAPITULACIÓN

La introducción de los cambios tecnológicos en las escuelas en los ciclos de primaria y secundaria no se produce de forma automática. En la escuela superior y profesional es diferente, porque actualizarse en un mundo de vertiginoso cambio es su razón de ser.

En 2014 se divisa un panorama, quizá optimista, de entrar en la etapa de la computadora habiéndonos saltado la de la calculadora. Aprender de la historia, especialmente de la reciente, quizá nos ayude o, al menos, ¡no silencie que el desafío de la tecnología esta ahí! Los profesores pueden ignorarlo pero, con seguridad, los alumnos no lo hacen.

10. BIBLIOGRAFÍA

COCKCROFT, W.H. (1985) *Las matemáticas si cuentan. Informe Cockcroft*. Madrid, Ministerio de Educación. Traducción de la 1ª edición en inglés, 1982.

CONTRERAS, M Y PEIRÓ, R. (2009) “Las calculadoras en el aula”. Foro de debate. *Actas XIV JAEM*. Girona. 1-16.

NEPERO, I. (1614) *Mirifici Logarithmorum Canonis Descriptio*. Edición digital: (http://www.17centurymaths.com/contents/napier/ademonstratiobookone.pdf)

NEPERO, I. (1617) *Rabdologiae*. Facsímile digital: (http://books.google.es/books?id=Vhc1AAAAcAAJ&printsec=frontcover&dq=Rabdologiae&hl=es&sa=X&ei=z4XjUo7ZNuer7AaX0oCQCQ&ved=0CDIQ6AEwAA#v=onepage&q=Rabdologiae&f=false)

PERGOLA, M. *La collezione di Macchine Matematiche del Museo Universitario de Módena*. Disponible en red: http://www.museo.unimo.it/theatrum/macchine/_00lab.htm

WENZELBUEGER, I. (1991) “La calculadora en la enseñanza de las matemáticas” *Suma (7),* 65-68.

WENZELBUEGER, I. (1993) “Nuevas tendencias en la matemática y su enseñanza” *Suma (13),* 4-9

CAPÍTULO 12

EPISODIOS SINGULARES EN LA HISTORIA DE LA GEOLOGÍA

REMARKABLE EPISODES IN THE HISTORY OF GEOLOGY

GONZÁLEZ REDONDO, F. A. (coord.) (2015) *Ciencia y Técnica entre la Paz y la Guerra. 1714, 1814, 1914*. Madrid, SEHCYT, pp. 917-923.

OBSERVACIONES GEOLÓGICAS EN EL *COMPENDIO Y DESCRIPCIÓN DE LAS INDIAS OCCIDENTALES* (c. 1629) DE ANTONIO VÁZQUEZ DE ESPINOSA

Carlos Villaseca González[(1)]

(1) Dpto. Petrología y Geoquímica, Facultad Geología, IGEO (UCM, CSIC), Madrid, España, granito@ucm.es

Resumen

El *Compendio y Descripción de las Indias Occidentales* de Antonio Vázquez de Espinosa (c. 1629) cierra magníficamente el ciclo de las grandes obras naturalistas que abrió Oviedo (1548) y continuó Acosta (1590). Como gran parte de las mismas, la obra permaneció inédita durante más de tres siglos hasta publicarse en inglés, en 1942. La primera edición en España es de 1969.

La obra encierra numerosas observaciones relacionadas con las ciencias geológicas: (1) edad de la Tierra, (2) separaciones intercontinentales, y (3) observaciones sobre volcanes. Son también muy importantes las descripciones sobre minería y metalurgia, posiblemente las más detalladas de todas las crónicas de Indias.

Vázquez de Espinosa, en numerosos capítulos del primer Libro, se plantea el problema de la edad de la Tierra. Establece que la creación del mundo debe realizarse en el año 3967 a.C., edad muy similar a la que después establecería el obispo Ussher en 1650 (4004 a.C.), como consta en la mayoría de referencias históricas de manuales de Geología Isotópica, pero adelantándose en dos décadas a dicha proclamación.

La similitud de las líneas de costa entre Suramérica y África, que ya había sido constatada por cartografía (e.g., Ortelius, 1596), induce a Vázquez de Espinosa a suponer que el diluvio universal y los temblores causarían las separaciones intercontinentales. Es un precursor de la deriva continental.

El *Compendio* sobresale por la prolija descripción de volcanes americanos, siendo la obra en la que aparece un mayor número de los mismos, superando a Oviedo (1548) y a López de Velasco (1574). Menciona más de 20 edificios volcánicos, describe dos erupciones históricas importantes (Agua, 1541; Huaynaputina, 1600), y relaciona el volcanismo con los terremotos. Es la obra española más citada en el *Gacetario de Volcanes* de 1994, aunque sea equivocadamente citada como de 1942 (edición en inglés), fecha de su redescubrimiento.

Palabras Clave: Historia de la geología, Edad de la Tierra, Deriva continental, Volcanes.

GEOLOGICAL OBSERVATIONS IN THE *COMPENDIO Y DESCRIPCIÓN DE LAS INDIAS OCCIDENTALES* (ca. 1629) OF ANTONIO VÁZQUEZ DE ESPINOSA

Abstract

With the *Compendum and Description of the West Indies*, Antonio Vázquez de Espinosa (ca. 1629) magnificently closes the cycle of great Spanish naturalist works opened by Oviedo (1548) and continued by Acosta (1590). As many others Natural Histories, the work remained unpublished for more than three centuries until it appeared in the English edition of 1942. The first edition in Spain was published in 1969.

The book contains numerous comments related to the geological sciences: (1) age of the Earth, (2) intercontinental bridges, and (3) observations on volcanoes. This work also includes important descriptions of mining and metallurgy, perhaps the most detailed of all chronicles.

Vázquez de Espinosa in many chapters of the first book of this work raised the problem of the age of the Earth. He states that the creation of the world should be in the year 3967 B.C., age very similar to the later established by Bishop Ussher in 1650 (the year 4004 B.C.), as recorded in most Isotope Geology books, but two decades prior to that proclamation.

The similarity of coastlines between South America and Africa, which had been confirmed by mapping (e.g., Ortelius, 1596), induces Vázquez de Espinosa to assume that flood and earthquakes cause intercontinental separations. Thus, he is a precursor of continental drift.

The *Compendum* stands out for its detailed descriptions of American volcanoes, being the work including the largest number of volcanoes quotes, surpassing Oviedo (1548) and López de Velasco (1574) chronicles. He mentions more than 20 volcanic edifices, describe two important historical eruptions (Agua, 1541; Huaynaputina, 1600), and relate earthquakes to volcanism. It is the most cited Spanish work in the *Volcanoes of the World gazetteer* of 1994, albeit mistakenly cited as from 1942 (English edition), date of its rediscovery.

Keywords: History of Geology, Age of the Earth, Continental drift, Volcanoes.

1. INTRODUCCIÓN

La biografía de Antonio Vázquez de Espinosa presenta numerosas lagunas. Nace hacia 1570 en Castilleja de la Cuesta (Sevilla) (como cita su propio autor en otras obras suyas y figura en el Diccionario geográfico-estadístico de Sebastián de Miñano, de 1826, vol. 2, p. 473) y debe ingresar en la Orden de los Carmelitas Calzados antes de 1602, aunque no hay registros oficiales de ambos datos [VELASCO BAYÓN, 1969]. Muere en enero de 1630 en Madrid, pocos meses después de haber obtenido licencia para publicar su obra principal.

Fue un viajero incansable y pasó unos 14 años en América (de 1608 a 1622), recorriendo toda la geografía conocida en la época: desde el Caribe a México y centro-América (Guatemala y Honduras), y luego de Perú a Chile. También se enrola en algún viaje a las colonias asiáticas de las Filipinas y las Molucas. Los viajes a América los hace clandestinamente pues la orden del Carmelo tenía prohibición expresa del reino de España de pasar a las Indias y evangelizar o realizar misiones de apostolado y fundaciones. Sólo las cuatro órdenes de la cédula real de 1553: dominicos, franciscanos, agustinos y jesuitas, podían hacer esas labores en las Indias Occidentales [VELASCO BAYÓN, 1969].

Aparte del *Compendio* escribe otras obras significativas como son los mapas de cuatro obispados del Perú y un curioso *Tratado del viaje de la flota de Nueva España y Honduras* donde describe las características y calamidades de los viajes por mar de la época.

El *Compendio*, aunque tiene anotaciones desde 1612 (primer año mencionado en la obra*)* debió escribirlo a su vuelta a España, de 1622 a 1628 ó 1629. De los doce libros que lo componen (6+6, en dos partes) sólo se imprimieron los dos primeros en vida del autor; el resto de la obra se perdió aunque circularon algunas transcripciones como anónimas.

Su obra principal permaneció más de tres siglos manuscrita [LEÓN PINELO, 1636, p. 91]. La encontró el padre Vargas Ugarte en la Biblioteca Vaticana en 1935. Charles Upson Clark la publicó en inglés en 1942 [CLARK, 1942]. Posteriormente se publicó en castellano (1949, por Clark en la Smithsonian de Washington), siendo la primera edición en español moderno la de 1969 (Biblioteca de Autores Españoles, vol. 231) [“Figura 1”], más de 340 años después de haber sido escrita. Antonio

Vázquez de Espinosa se fijó un objetivo preciso para su obra principal: hacer un compendio de todo cuanto existía en las posesiones españolas de América. El autor quería, por otra parte, que su *Compendio* no fuera una árida acumulación de datos eruditos, sino que sus páginas se adornasen con acontecimientos "para que halle de todo el lector en que divertirse" y de vez en cuando "un caso notable […] que sirva de postre".

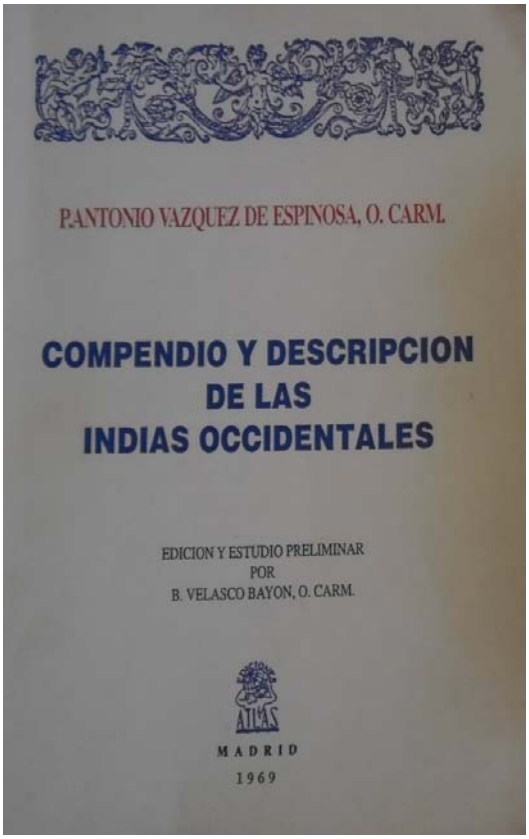


Figura 1. Portada de la primera edición española del Compendio de Vázquez de Espinosa, terminado por el autor hacia 1629 (Ediciones Atlas, Madrid, 1969)

2. EL *COMPENDIO Y DESCRIPCIÓN DE LAS INDIAS OCCIDENTALES*

Su *Compendio* encierra numerosos aspectos descriptivos y observaciones científicas. Para muchos estudiosos es la historia general más sobresaliente de América [e.g., LEÓN PINELO, 1636; GARIBAY, 1963; MARSILLI y CISTERNAS, 2010]. Se pueden enumerar diversas materias estudiadas por el autor e incluidas en esta magna obra enciclopédica [VELASCO BAYÓN, 1969]:

(1) Etnológicas: culturas, tribus, lenguas, organización, vestimenta, armas, bodas...etc. No obstante mantiene, como otros cronistas previos (e.g, Acosta, en 1590), que los indios descienden de los *judíos* y heredan sus supersticiones e idolatrías.

(2) Históricas: No relativas a la conquista pero sí a la vida colonial, o a la historia de la Iglesia en América (órdenes), sus engranajes burocráticos y administrativos.

(3) Geográficas: Navegación, situación ciudades (latitud y longitud), descripción de ciudades, valles y montañas, ríos...etc.

(4) Indigenistas: Amor y compasión por los indios (Vázquez en la línea de Las Casas) según VELASCO BAYÓN [1969], aunque hay episodios discutibles en su obra [MARSILI y CISTERNAS, 2010].

(5) Naturalistas: Plantas y animales. Propiedades curativas de la quina. Así como las relativas a las ciencias de la Tierra, que serán más pormenorizadas en este trabajo.

Entre los temas geológicos que se tratan en el *Compendio* de Antonio Vázquez de Espinosa destaca las excelentes descripciones de explotaciones mineras de esa época: plata en México (San Luis de Potosí, Guadalajara, Zacatecas), mercurio en Perú (azogue en Huancavélica de Oropesa) y plata en Bolivia (Potosí), que ocupa varios capítulos de los libros III y IV (1ª parte), y IV y V (2ª parte), respectivamente. Describe tanto los procesos metalúrgicos, de extracción y tareas mineras, como de los datos de producción, resultando en la mejor descripción de minería americana de la época.

Las principales observaciones geológicas del *Compendio* que queremos destacar en este trabajo son: (i) sus preocupaciones sobre la edad de la Tierra (libro I), (ii) el paso de los primeros pobladores de las Indias por puentes intercontinentales (libro I), y (iii) las observaciones sobre volcanes, terremotos y sus posibles causas (a lo largo de toda la obra).

3. LA EDAD DE LA TIERRA

El cálculo de la edad del Orbe le preocupa mucho a Vázquez de Espinosa pues lo cita en 6 capítulos del libro primero de la *Descripción:* "Cristo Redentor y Señor nuestro vino al mundo el año de 3967 después de la creación de él, y de la confusión de lenguas 2179. Con que comenzó la séptima edad" (cap. IV, 21). Ese cálculo de 3967 a.C. como fecha de creación de la Tierra continúa una larga tradición de genealogías bíblicas de Cristo establecidas desde tiempos medievales (p.e., Beda estima en el año 731 que el mundo se creó hacia el 3952 a.C.). En cualquier caso, Vázquez de Espinosa se adelanta en más de 30 años al cálculo del obispo Ussher de la iglesia de Irlanda, que hacia 1650 estima que el 23 de octubre del 4004 a.C. se creó la Tierra. Todas las Biblias inglesas incluyeron esa estimación de edad forzando el pensamiento de los naturalistas (con un prejuicio teológico) y dando lugar a que sea la persona más citada como precursor histórico en los libros actuales de Geología Isotópica y Geocronología.

4. LOS PUENTES INTERCONTINENTALES

La existencia ya en su época de buenos mapamundis, que se inicia con el de 1529 de Diego Ribera, permitió observar la similitud entre las líneas de costa interatlánticas. Se tiene constancia de que es el cartógrafo flamenco Ortelius quien, en 1570, realiza el primer atlas mundial de detalle, y el que en su *Synomia Geographica* de 1596 primeramente indica que los continentes pudieron estar juntos y luego se separaron por terremotos e inundaciones.

También Vázquez de Espinosa es otro pionero en la deriva continental y en destacar el hecho de la gran similitud y proximidad de costas entre Suramérica y África. Cita que "*las tierras las van apartando los mares"* (cap. VII, 38, libro I). Como el tiempo es mudable y hay terremotos que dividen tierras, por donde el agua puede ir cavando y ensanchando, los continentes pueden quedar separados. En su obra discute esta teoría de "deriva continental" para explicar el origen de los primeros pobladores de Indias (América) y cita varias posibilidades de pasos desde los polos (aún no explorados en aquella época), el norte (Labrador-Groenlandia-Islandia), centro (Brasil-Cabo Verde), o por el sur (Tierra del Fuego). Los animales utilizarían esos mismos puentes como constata en su *Compendio*:

> Los animales juzgo que después de pasado el Diluvio cuando las tierras de un Orbe con el otro estaban juntas, o por lo menos cercanas, que no las habían apartado los mares... y por la tierra que llaman del Fuego, que aún no está bien descubierta y conocida, pasaron a aquel Orbe y se extendieron por el Reino del Chile y Pirú.

5. VOLCANES Y TERREMOTOS

Hay tres aspectos principales sobre este tema en su obra. El primero es que establece el mayor registro y localización de edificios volcánicos en un siglo de exploración americana, superando a otros cronistas importantes (Oviedo, Acosta, López de Velasco,…). Describe 15 volcanes con localización y otros 7 sin precisar. Por eso aparece citado hasta tres veces en el Gacetario de volcanes de la 2ª edición, aunque se le cita como de 1942 (fecha de traducción al inglés de su obra). Sabiendo que la escribió antes de 1629 es, en más de 120 años, la obra más antigua citada en el mismo [SIMKIN y SIEBERT, 1994].

Es importante destacar la detallada relación que Vázquez de Espinosa hace en su obra de la erupción pliniana de 1600 del volcán Huaynaputina a 16 leguas de Arequipa (Perú). Incluye la descripción de los efectos 18 años después de la erupción (cuando visita la región) y la descripción de otros relatores en su *Compendio* (caso del soldado Pedro Vivar, presente en Arequipa en 1600) (cap. 60 a 62, libro IV de la segunda parte). Las precisas descripciones de Vázquez de Espinosa siguen siendo muy útiles en trabajos científicos de volcanología actuales, como ocurre con la detallada relación que dedica a la potente erupción del volcán Huaynaputina (índice de explosividad VEI 6), la mayor conocida en América en los últimos siglos [JARA *et al*., 2000; THOURET *et al*., 2002; VILLASECA, 2004].

Finalmente se centra en el origen de los volcanes (cap 32 del libro V de la 1ª parte) y sus relaciones con los terremotos (cap 63 del libro IV de la 2ª parte):

> Los volcanes de ordinario son cerros muy altos, todos casi de hechura de un pilón de azúcar, que se señalan y descubren sobre las cumbres de los más altos y empinados montes, estos volcanes o los más de ellos, siempre arrojan ríos de fuego sin cesar, ni acabarse, habiendo tanto tiempo, de inmemorables edades y siglos, que arden sin cesar, ni acabarse. Aunque algunos hayan cesado de echar fuego, humo y ceniza, pueden tener minerales de azufre y agua hirviendo. No están acabados! Estos volcanes proceden de haber en aquellos lugares y partes, minerales de azufre, y como siempre se crían los dichos materiales, siempre tiene el fuego materia que gastar, y que estos volcanes son respiraderos de la tierra, por donde sale el fuego a buscar su centro de los cóncavos de la tierra sobre la región del aire.

Como se observa, no aporta en este tema nada novedoso pues utiliza las ideas clásicas grecorromanas de los tres elementos (aire, fuego, agua), comunes a los historiadores de Indias. No obstante, es uno de los pioneros en ligar volcanes y terremotos:

> Una de las causas de los temblores, cuando haya otras, son los volcanes, que hay mucho en las Indias y así en las tales partes son más ordinarios. Los temblores son causados por las exhalaciones cálidas, que se engendran en las entrañas y concavidades de la tierra, las cuales con el azufre, son materia con que se enciende y ceba el fuego de los volcanes que causan allá debajo mayores concavidades y vacíos, y como las tales exhalaciones no hallan salida fácil, se hallan inquietas y con violencia para salir, y a veces por la parte mas flaca rompen... Las regiones donde hay volcanes son las mas acosadas y lastimadas de

> temblores...y aunque pueda ser causa que en las tierras marítimas las roturas y concavidades de la tierra se tapen y tupen con la humedad, por donde pudieran salir las exhalaciones cálidas...no parece que sea bastante razón pues no corre igualmente por todas partes; y en España que puede haber esto y no volcanes, no hay temblores como de ordinario en las Indias... Haciendo pozos en los lugares de las Indias, habría mas respiraderos y serían menos los temblores....

Estas concepciones sobre las causas de los terremotos cambiarán a lo largo del siglo XVIII como consecuencia del gran terremoto de Lisboa de 1755, cuando aparecerán nuevos paradigmas para su explicación.

6. CONCLUSIONES

Hay numerosas preocupaciones naturalistas de Vázquez de Espinosa en su *Compendio*, con aportes pioneros en diversas discusiones geológicas. Así se adelanta en 20 años al obispo Ussher (una de las referencias históricas más comunes de los libros de Geocronología y Geoquímica Isotópica) en estimar la edad de creación bíblica de la Tierra, aunque en coincidencia con estimaciones previas iniciadas por eruditos desde el siglo VIII.

Es también uno de los pioneros en plantear puentes intercontinentales para el paso de población y animales a América, así como en sugerir la idea de deriva continental. En su *Compendio* también discute las relaciones entre volcanes y terremotos, aunque dentro de las ideas clásicas grecorromanas, sin aportar nuevos paradigmas. Sin embargo es el mayor relator y descriptor de volcanes americanos en siglos, siendo el investigador español más citado en la segunda edición (1994) del *Directorio y Gacetario sobre Volcanes del mundo* del Instituto Smithsonian (Programa sobre Volcanismo Global), aún siendo su obra del siglo XVII.

BIBLIOGRAFÍA

CLARK, C.U. (1942) “Edition and preliminary study of the *Compendum and description of the West Indies by Antonio Vazquez de Espinosa”.* Smithsonian Institution Miscellaneous Collections, vol. 108, 862 pp.

GARIBAY, A.M. (1963). *Los historiadores del México antiguo en el Virreinato de la Nueva España*. Discurso de ingreso en la Academia Mexicana de la Historia, Mexico, 21 pp.

JARA, L.A., THOURET, J.C., SIEBE, C. y DÁVILA, J. (2000) “The AD 1600 eruption of Hauynaputina as described in early Spanish chronicles”. *Boletín de la Sociedad Geológica del Perú*, 90, 121-132.

LEÓN PINELO, A. (1636) *Cuestión moral de si el chocolate quebranta el ayuno eclesiástico*. Madrid (ed. viuda de Juan González). 122 pp.

MARSILI, M.N. y CISTERNAS, P. (2010) Los senderos de la idolatría: el viaje de Vázquez de Espinosa por los altos de Arica, 1618. *Chungara, Revista de Antropología Chilena*, 42, 465-476.

SIMKIN, T. y SIEBERT, L. (1994) *Volcanoes of the World* (2nd edition). *A Regional Directory, Gazetteer, and Chronology of Volcanism during the last 10,000 years.* Geoscience Press, Inc., Tucson, 349 pp.

THOURET, J.C., JUVIGNÉ, E., GOURGAUD, A., BOIVIN, P. y DÁVILA, J. (2002) “Reconstruction of the AD 1600 Huaynaputina eruption based on the correlation of geologic evidence with early Spanish chronicles”. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 115, 529-570.

VÁZQUEZ DE ESPINOSA, A.C. (1969) [1629] *Compendio y descripción de las Indias occidentales*. Ediciones Atlas (Biblioteca de Autores Españoles, 231), Madrid, 577 pp.

VELASCO BAYÓN, B. (1969) Edición y estudio preliminar del *Compendio y descripción de las Indias Occidentales.* Ediciones Atlas, Madrid. 5-41.

VILLASECA, C. (2004) "La descripción de la actividad volcánica en los Historiadores de Indias: Masaya 1525-1541 (Nicaragua), Agua 1541 (Guatemala) y Huaynaputina 1600 (Perú)". *Geotemas*, 6(4), 77-80.

GONZÁLEZ REDONDO, F. A. (coord.) (2015) *Ciencia y Técnica entre la Paz y la Guerra. 1714, 1814, 1914*. Madrid, SEHCYT, pp. 925-931.

EL CUERPO DE INGENIEROS MILITARES EN LAS TABLAS DE DAIMIEL: CONSECUENCIAS DE UN PROYECTO ILUSTRADO[1]

Alberto Celis Pozuelo(1), Juan I. Santisteban Navarro(2), Rosa Mediavilla López(3)

(1) Museo Comarcal de Daimiel, Daimiel, España, albertocelispozuelo@gmail.com
(2) Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España, juancho@geo.ucm.es
(3) Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, España, r.mediavilla@igme.es, s.castano@igme.es, a.delalosa@igme.es

Resumen

Las Tablas de Daimiel son un humedal mediterráneo singular cuya existencia y evolución natural están muy condicionadas por las características de la cuenca hidrográfica, la complejidad geológica del sustrato y de la vegetación, que son los elementos constructores del paisaje de la zona húmeda y sus sedimentos.

Pero no sólo los elementos naturales son parte del humedal. La historia de Las Tablas de Daimiel está íntimamente ligada a la actividad humana. Con poca agresividad hasta el s. XVIII, la influencia de la presión humana externa ha puesto en peligro su persistencia como zona húmeda.

Los sedimentos acumulados han registrado todas estas interacciones y cambios, tanto naturales como inducidos por el hombre. El estudio de esos sedimentos y sus procesos generadores, con distintos enfoques, y las fuentes históricas permite integrar toda la información sobre ese medio tan especial y encontrar una interpretación coherente de su pasado y su presente que permita afrontar problemas del futuro. Es este el objetivo del proyecto de investigación CGL2011-30302-C02-01 del Plan Nacional de I+D+i titulado “Reconstrucción paleoclimática y paleohidrológica del Alto Guadiana (Tablas de Daimiel)”.

En el trabajo que se presenta, confluyen los estudios del registro sedimentario y el método histórico basado en fuentes documentales para explicar los objetivos y las consecuencias que el proyecto “ilustrado” de D. Manuel de Navalcerrada, ingeniero del Real Cuerpo de Ingenieros Militares, tuvieron para Las Tablas de Daimiel a mediados del s. XVIII.

Palabras Clave: Ilustración, Humedales, Tablas de Daimiel**.**

THE BOARD OF ARMY ENGINEERS AT THE TABLAS DE DAIMIEL. THE CONSECUENCES OF A PROJECT OF THE ENLIGHTENMENT

Abstract

Las Tablas de Daimiel are unique Mediterranean wetlands whose existence and natural evolution are strongly determined by the characteristics of the river basin, the geological complexity of the substrate and vegetation, which are the building elements of the landscape of the wetlands and its sediments.

[1] Nota editorial: aunque las normas de edición de este libro solamente permiten explicitar los nombres de un máximo de tres personas en la cabecera, Silvino Castaño Castaño(3) y Almudena de la Losa Román(3) también deben ser considerados autores de este trabajo.

But not only natural elements are part of the wetlands. The history of Las Tablas de Daimiel is closely linked to human activity. With little damage until the eighteenth century, the influence of external human pressure has compromised its persistence as wetlands.

The sediments have recorded all these interactions and changes, both natural and human-induced. The study of these sediments and their generating processes, with different approaches, and historical sources allow integrating all information on this special environment and finding a coherent interpretation of the past and present that will address future challenges. This is the objective of the research project CGL2011-30302-C02-01 National I+D+i, entitled "Holocene Paleo-climate and hydrological reconstruction on the Upper Guadiana (Tablas de Daimiel)".

The confluence of the studies of the sedimentary record and the historical method based on documentary sources explains the objectives and consequences that the D. Manuel de Navalcerrada's Enlightenment project, engineer of the Army Corps of Royal Engineers, had for Las Tablas de Daimiel in the mid-eighteenth century.

Keywords: Enlightenment, Wetland, Tablas de Daimiel.

1. INTRODUCCIÓN

El Parque Nacional de las Tablas de Daimiel está situado en la provincia de Ciudad Real, ocupando parte de los términos municipales de Daimiel y Villarrubia de los Ojos. Se trata de un humedal que, en su estado natural, se formaba en la confluencia de los ríos Gigüela y Guadiana en una superficie muy llana que permitía la inundación de unas 2.000 hectáreas. La supervivencia del humedal dependía en buena medida de la interacción entre aguas subterráneas y superficiales debido a su situación privilegiada al ser la principal zona de descarga de un acuífero de más de 5.000 km^2 (Mancha occidental). En los Ojos del Guadiana, los manantiales descargaban en el Guadiana que iniciaba su recorrido hasta llegar a Las Tablas de Daimiel, donde se unía el Gigüela que tiene un régimen más estacional. Además, entre los Ojos y el actual Parque, desembocaba el río Azuer de carácter también estacional y con aguas dulces. La cantidad y calidad del agua (más salina la del Gigüela, dulce la del Guadiana) y el sustrato geológico del humedal han sido determinantes para la rica diversidad de fauna y flora que puebla el Parque.

Junto a ello, los diferentes eventos climáticos han ido modelando el paisaje del humedal supeditado, sobre todo, a las precipitaciones y a la temperatura. Por otro lado, la presión que el hombre ha ejercido a lo largo de la historia también ha sido un factor de primer orden en la configuración de este paisaje.

Los cambios se pueden estudiar a través de los sedimentos depositados en el fondo del humedal. En ellos se registran los diferentes episodios climáticos y los cambios acaecidos por influencia de las acciones humanas. El estudio de estos sedimentos y sus procesos generadores es el objetivo del Proyecto CGL2011-30302-C02-01 del Ministerio de Economía y Competitividad titulado “Reconstrucción paleoclimática y paleohidrológica del Alto Guadiana (Tablas de Daimiel)”[2]. El proyecto quiere contar con distintos enfoques para integrar toda la información posible y encontrar una interpretación coherente del pasado y del presente que permita afrontar problemas que puedan surgir en el futuro. En esta línea, el método histórico y sus fuentes son un complemento imprescindible a la hora de poder explicar más certeramente lo que pudo suceder en Las Tablas de Daimiel.

[2] http://www.igme.es/ProPaleoTD/default.htm

2. EL REGISTRO SEDIMENTARIO DE LOS ÚLTIMOS TRES MIL AÑOS. LA PRIMERA GRAN ANOMALÍA SEDIMENTARIA POR CAUSAS ANTRÓPICAS

El análisis de la distribución superficial de materiales y de numerosos testigos de sondeos han permitido caracterizar el registro sedimentario en el Parque Nacional de Las Tablas de Daimiel, y diferenciar, resumidamente, varios conjuntos de facies [MEDIAVILLA *et al*., 2013]:

1) siliciclásticas (gravas, arenas y limos), correspondientes a rellenos de canal y dispuestos en relación a los cauces del Gigüela, Madre Chica del Gigüela y Guadiana.
2) organógenas (turbas, arcillas y arcillas limosas muy ricas en materia orgánica), representando ambientes palustres.
3) carbonatadas (depósitos biogénicos de restos de caráceas, gasterópodos y ostrácodos intercalados con láminas orgánicas de origen vegetal), representando ambientes lacustres de aguas abiertas, desarrollados en los últimos 2.000 años.

La distribución espacio-temporal de esas facies pasan de una etapa inicial más fluvial hacia ambientes de áreas encharcadas casi permanentemente. Esta evolución no se ha visto afectada sustancialmente por los cambios en el clima, por lo que la colmatación de la cubeta del humedal parece estar controlada por la relación entre la subsidencia y la tasa de sedimentación.

El análisis de la evolución geoquímica y los cambios en la flora del entorno en los sondeos, que registrarían el contexto ambiental de Las Tablas, ha identificado tres episodios evolutivos que se pueden relacionar con otras tantas etapas históricas:

- En una primera, el hombre no modifica el estado natural del humedal. Empieza a poblar la zona pero limita su acción a una relación de carácter meramente extractivo. Dentro de esta fase se encontraría la Cultura de Las Motillas; construcciones realizadas en el entorno de ríos y humedales durante la Edad del Bronce, hace unos 4.000 años.
- A partir de época íbero-romana se produce un segundo momento donde el hombre empieza a intervenir en el terreno aunque aún de manera poco intensa, es decir, no se produce ninguna perturbación que cambie drásticamente la cantidad o calidad del agua. Estaríamos en la etapa en la que se empiezan a construir los primeros azudes para aprovechamiento hidráulico en época romana. Será en la Edad Moderna donde se consolide una red de molinos harineros que embalsaban el agua para mover las piedras moledoras contribuyendo a un mayor encharcamiento de la zona.
- En la tercera se produce la definitiva modificación del estado natural. Comienza con las obras de desecación del s. XVIII y, aunque el humedal pasa buena parte del s. XIX encharcado, los proyectos de desecación permanecen hasta que en 1971 se secan Las Tablas de Daimiel. En 1973 se declara Parque Nacional, pero el incremento del regadío en los años sucesivos sobreexplota el acuífero y, en 2009, el Parque Nacional sufre un incendio producido por la autocombustión de la turba.

Esta última etapa aparece marcada por numerosas anomalías del registro geoquímico y polínico de los sondeos, no explicables por causas naturales [“Figura 1”]. El primer cambio de esta etapa se produce a finales del s. XVIII según las dataciones de los sedimentos; hay en un brusco descenso del contenido en azufre de los materiales, acompañado de un descenso local del carbono orgánico y del polen de Chenopodiaceae-Amaranthaceae, y aumento promedio del carbono inorgánico [MEDIAVILLA *et al*., 2012, Cap. 10]. Esta intensa anomalía es muy diferente a alguna otra detectada en la Edad Media en la que se observa fundamentalmente un descenso en la vegetación arbórea debido a deforestación. Sin embargo, la anomalía del s. XVIII es interpretada como un cambio severo en las condiciones ambientales internas, con un endulzamiento de las aguas del

humedal y menor acumulación de material orgánico, que se puede interpretar como una mayor influencia de las aguas dulces frente a las salobres, junto con una menor capacidad de encharcamiento en el humedal.

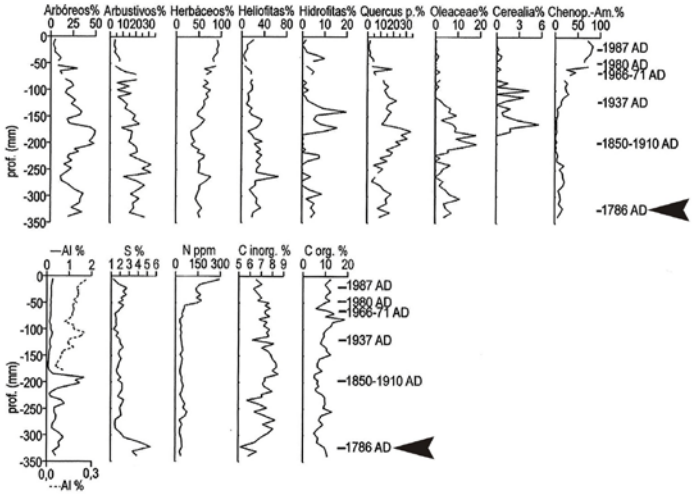


Figura 1. Registro geoquímico y polínico en sondeos del Parque Nacional de Las Tablas de Daimiel, correspondiente a los últimos 300 años, indicando la primera gran anomalía geoquímica-polínica no explicable por variabilidad natural. Modificado de MEDIAVILLA *(2012, Cap. 10).*

3. LA PRIMERA DESECACIÓN DE LAS TABLAS DE DAIMIEL (1750-1756) SEGÚN LAS FUENTES DOCUMENTALES

El s. XVIII marcará un hito en la política hidráulica española ya que será el siglo donde se inicien los primeros planes hidrológicos. En el siglo de la Ilustración nacen proyectos de ingeniería que buscarán con tesón superar las limitaciones que la naturaleza imponía a los ambiciosos programas de los gobiernos para incrementar la producción y recaudación de impuestos. Felipe V encomendará al Real Cuerpo de Ingenieros Militares, creado durante la Guerra de Sucesión Española, la ejecución de las principales obras de aquellos planes.

Finalizando el año 1750, el Marqués de la Ensenada encarga al ingeniero militar Manuel de Navalcerrada, uno de los más importantes del momento [HERRERA MALDONADO *et al*., 2003, pp. 483-511], que inicie las obras para conseguir evacuar las "inundaciones" que se producen desde los Ojos del Guadiana hasta el Puente de Nolaya (Picón) y que incluye la superficie actual de Las Tablas de Daimiel. Todo comienza a raíz de la queja de varios regidores de Villarrubia de los Ojos por las inundaciones del río Gigüela producidas, según su versión, por el molino del Navarro[3]. Este molino estaba situado tras la confluencia del Gigüela con el Guadiana en una zona donde se produce un estrechamiento natural del río, contribuyendo su azud al encharcamiento aguas arriba. En la carta que los regidores dirigen a la corte afirman que la corriente se detiene en este molino y provoca que el río Gigüela encharque tierras de labor y pasto, impidiendo el paso por la anchura que logra el río y provocando problemas en la salud pública por "los vapores del agua detenida" [4]. Efectivamente, hoy también se puede comprobar que cuando el caudal es importante las barreras que impiden el flujo

[3] Archivo Histórico Nacional. OO.MM. Legajo 6.433, fols. s/n.
[4] Archivo Histórico Nacional. OO.MM. Legajo 6.433, fols. s/n.

aguas abajo puede provocar un flujo aguas arriba y aumentar el encharcamiento, tal como sucede en las actuales presas de Puente Navarro y El Morenillo [CASTAÑO *et al*., 2014].

Por otro lado, existían problemas entre molineros. En un tramo de unos 30 kilómetros de río había hasta 13 molinos a mediados del s. XVIII. Cualquier alteración en los azudes perjudicaba la convivencia [MORENO DIAZ DEL CAMPO, 2005, pp. 315-342]. Si un molino embalsaba más agua de la debida, no sólo provocaba mayor encharcamiento aguas arriba, sino que quitaba caudal al molino siguiente y reducía la potencia del salto de agua necesario para que funcionara el molino precedente. Al final, todo el sistema perdía capacidad productiva.

La misión de Manuel de Navalcerrada será doble: mejorar el rendimiento de los molinos del Guadiana y desecar las tablas que formaban los ríos (cauce principal) con un objetivo agropecuario. Así, por un lado:

- Por medio de "paleros", ensancha y limpia la madre del Guadiana hasta su álveo y realiza dos zanjas de drenaje en el Gigüela, una que iría desde el Cerro de Entrambasaguas (entrada del Gigüela al actual Parque) hasta la confluencia con el Guadiana [Figura 2] y otra perpendicular a esta zanja desde dicho cerro a la ribera. Además, realiza otra zanja en el río Azuer en su confluencia con el Guadiana.

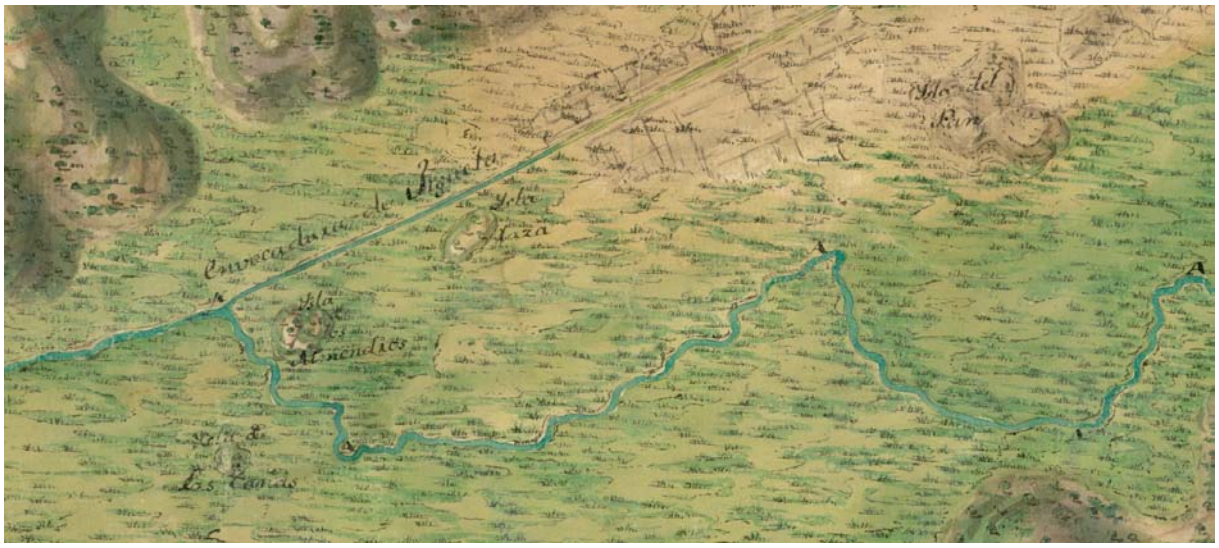


Figura 2. Detalle del mapa realizado por Navalcerrada tras finalizar las obras donde se observa la zanja de drenaje del Gigüela en la confluencia con el Guadiana en Las Tablas de Daimiel. (Archivo del Centro Geográfico del Ejército, Madrid. Arm. E., T.8, C.4-238).

Por otro lado, actúa sobre la red de molinos harineros:

- Derriba el azud del molino del Navarro y lo sustituye por un largo puente con arcos que deje pasar el agua. A su vez, rompe el azud del molino de La Parrilla y el del molino de La Dehesa (más adelante conocido como La Máquina) que, junto a la entrada del Azuer en Guadiana en este punto, contribuían a formar "unas pequeñas tablas" en el Guadiana, aguas arriba del actual Parque Nacional. Su intención es eliminar este "tapón" y dar mayor rapidez a la corriente.
- Baja el nivel de los solados de los diferentes molinos y construye aliviaderos sin compuertas en los azudes para evacuar el caudal sobrante ["Figura 3"]. Asimismo, establece una nivelación de las aguas a respetar en cada molino.

Sin embargo, las obras y modificaciones realizadas no tuvieron el mantenimiento adecuado y sufrieron algunos cambios posteriores. Por ese motivo, a finales del s. XVIII, se acometieron de nuevo algunas actuaciones con el fin de mantener la zona de acuerdo con el plan diseñado por Manuel de Navalcerrada.

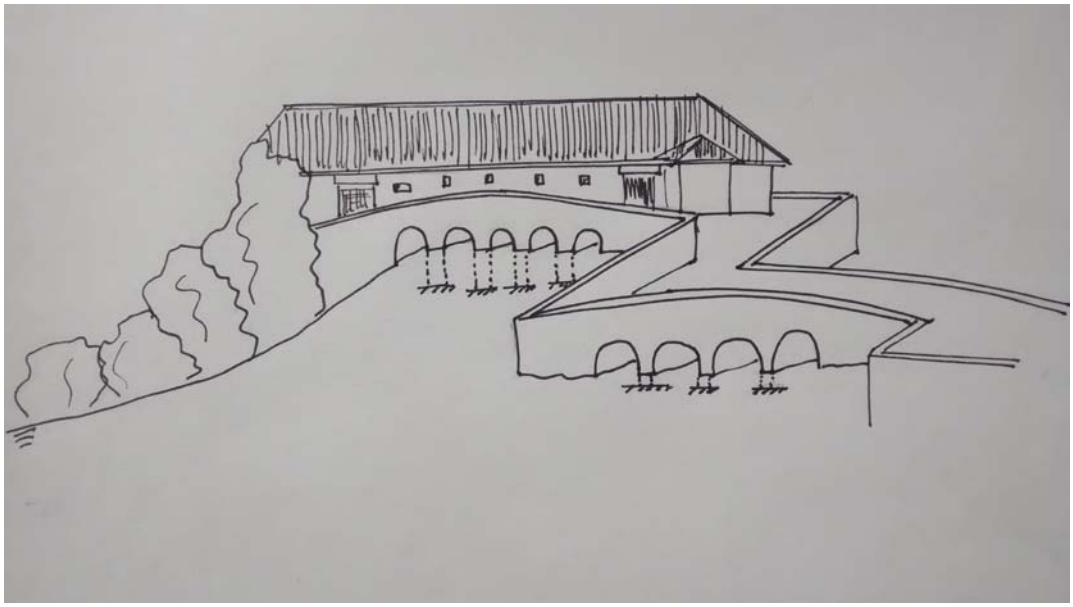


Figura 3. Croquis del molino de Molemocho tras la reforma de Manuel de Navalcerrada. Elaboración: Mónica Celis.

4. CONCLUSIONES

El año 1750 es un punto de inflexión en la historia del Parque Nacional de Las Tablas de Daimiel. A partir de entonces se suceden los diversos proyectos de desecación para modificar el estado naturalizado del humedal, constituyendo una demanda tradicional durante la Edad Contemporánea. La formación de tablas fluviales no se entendía como un humedal, sino como inundaciones provocadas por el abandono y la falta de obras en los ríos. Por lo tanto, la actuación de Navalcerrada obedece a ese objetivo: solucionar el encharcamiento de tierras que pudieran ser aptas para su aprovechamiento como pasto o para nuevos cultivos que mejoraran el estado de las arcas de la monarquía ilustrada.

Por otro lado, la obra de Manuel de Navalcerrada en la red de molinos será clave para la mejora de la capacidad molturadora del sistema, incluso en las épocas de estiaje donde más problemas se sucedían. La obra no podía perdurar sin la vigilancia para mantener la nivelación fijada por el ingeniero; esta tarea será encomendada al juez conservador de los Reales Desaguados del Guadiana[5], encargado de que la obra perdure en las décadas siguientes.

Todas estas actuaciones, descritas a través de documentos históricos, han tenido también su reflejo en el registro de los sedimentos depositados en el vaso de Las Tablas de Daimiel. En ellos, y según las dataciones de los materiales, a finales del s. XVIII se produce un endulzamiento del agua del humedal así como una menor capacidad de encharcamiento. Estos procesos son compatibles y

[5] Archivo Histórico Nacional. OO.MM. Legajo 6.433, fols. s/n.

coinciden con las actuaciones realizadas con el fin de desecar parte del humedal y limitar la capacidad de encharcamiento por los molinos, así como con las posteriores actuaciones de mantenimiento. Los hechos han sido datados en los sedimentos mediante las técnicas específicas de este campo de investigación, que tienen una incertidumbre asociada. Las fechas de realización, así como las actuaciones que se llevaron a cabo han podido ser concretadas mediante el análisis de fuentes documentales históricas.

5. AGRADECIMIENTOS

El trabajo que se presenta se ha realizado gracias al proyecto CGL2011-30302-C02-01, financiado por el MINECO, en colaboración con el proyecto 618 del IGCP. Gracias a Mar Mayoral González por su labor en la traducción.

6. BIBLIOGRAFÍA

CASTAÑO, S., DE LA LOSA, A., MEDIAVILLA, R., SANTISTEBAN, J.I. Y MARTINEZ-SANTOS, P. (2014) “Effect of hydraulic infrastructures on the chemical quality of flooded area of Tablas de Daimiel National Park (Central Spain).” *Wetlands Biodiversity and Services: Tools for Socio-Ecological Development. International Conference Wetland 2014.* Huesca.

CELIS, A. (2013) “Las Tablas de Daimiel entre 1751 y 1887. Las raíces históricas de su desecación.” En: *II Jornadas de Historia de Daimiel. Museo Comarcal de Daimiel*, Ayuntamiento de Daimiel, 277-291.

HERRERA, E. Y ZAPATA, J. (2003) "La construcción del Real Cuartel de Caballería de Almagro (Ciudad Real) y la intervención de D. Francisco Gaona y Portocarrero, Conde de Valdeparaiso" en *Actas XI Jornadas Nacionales de Historia Militar. Milicia y Sociedad Ilustrada en España y América (1570-1800)* Tomo II. Sevilla. Cátedra General Castaños. 483-511.

MEDIAVILLA, R., ED. (2012) *Las Tablas de Daimiel: Agua y Sedimentos*. Madrid. Instituto Geológico y Minero de España (Serie Medio Ambiente, 14). Madrid. 285 pp.

MEDIAVILLA, R., SANTISTEBAN, J.I., GIL-GARCÍA, M.J., RUIZ-ZAPATA, M.B., CASTAÑO, S. Y DE LA LOSA, A. (2013): Tasas de subsidencia vs. sedimentación durante el Holoceno en el Parque Nacional de Las Tablas de Daimiel, en *El Cuaternario Ibérico: Investigación en el siglo XXI,* (Baena, R., Fernández, J.J., Guerrero, I., Eds.). Pinelo Talleres Gráficos, Camas, Sevilla. pp. 39-43.

MORENO, F.J. (2005) “Agua y harina. El molino de Flor de Ribera y la disputa por el control de los recursos del río Guadiana a principios del siglo XVIII en Torralba de Calatrava". En Romero Fernández, M. y Alía Miranda, F. (coords.) *Historia de Torralba de Calatrava. Actas de las I y II Jornadas monográficas sobre Torralba de Calatrava y su entorno (2003 y 2004)*. Torralba de Calatrava, Ayuntamiento de Torralba de Calatrava. 315-342.

SANTISTEBAN, J.I., MEDIAVILLA, R., CASTAÑO, S., DE LA LOSA, A. Y CELIS, A. (2014) “Las Tablas de Daimiel: the archaeological, documentary and sedimentary record of a changing relationship between society and wetland for the last 4.000 years in central Spain.” En: *Culture, Climate and Environment Interactions at Prehistoric Wetlands Sites.* Universidad de Berna (Suiza).

GONZÁLEZ REDONDO, F. A. (coord.) (2015) *Ciencia y Técnica entre la Paz y la Guerra. 1714, 1814, 1914*. Madrid, SEHCYT, pp. 933-940.

EL ORIGEN DE LOS TERREMOTOS EN LA ILUSTRACIÓN ESPAÑOLA

Agustín Udías Vallina[(1)]

(1) Universidad Complutense, Madrid, España, audiasva@fis.ucm.es

Resumen

El terremoto de Lisboa de 1755, seguido de un gran tsunami causó daños y victimas mortales en el sur de España, en especial Cádiz y Huelva. Produjo en España un interés en autores españoles por el problema del origen de los terremotos. La primera cuestión fue si el terremoto había sido un castigo de Dios o un suceso puramente natural. En el debate hubo posturas en los dos sentidos. En contra de la opinión de algunos eclesiásticos, autores ilustrados, defendieron el carácter puramente natural del suceso.

La doctrina tradicional aristotélica sobre el origen de los terremotos fue cuestionada y se introdujeron las ideas modernas sobre el origen explosivo. Feijóo fue más lejos y propuso la causa eléctrica de los terremotos como una idea totalmente original. Con ocasión de este terremoto los autores de la ilustración tomaron partido de la explicación racional de los terremotos y adoptaron las teorías modernas de su origen explosivo y eléctrico.

Palabras Clave: Terremotos, Lisboa, Castigo de Dios, Origen explosivo, Feijóo.

THE ORIGIN OF EARTHQUAKES IN THE SPANISH ENLIGHTENMENT

Abstract

The 1755 Lisbon earthquake, which was followed by a large tsunami caused damage and casualties in south Spain, especially in Cadiz and Huelva. It was also the motive and the occasion for Spanish authors to consider the origin of earthquakes. The first question presented was if the earthquake had been punishment by God or a purely natural event. In the debate there were positions in both senses. Against the opinion of some ecclesiastic authorities some authors from the Enlightenment, defended the purely natural character of the phenomenon.

The traditional Aristotelian doctrine about the origin of earthquakes was questioned and modern ideas about their explosive origin were presented. Cabrera and Nifo still maintained the Aristotelian ideas mixed with organicist influences by Kircher. Feijóo went further and proposed an electrical cause as something completely original. Unknown to Feijóo, this idea had been presented some years before by Becaria in Italy and Stuckley in England. With the occasion of this earthquake the Spanish authors of the Enlightenment took the position in favor of a rational explanation of earthquakes and adopted the modern theories of their explosive and electrical origin.

Keywords: Earthquakes, Lisbon, God's punishment, Explosive origin, Feijóo.

1. INTRODUCCIÓN

Las ideas sobre el origen de los terremotos en la Ilustración españoles se vieron profundamente afectadas por el terremoto del 1 de Noviembre de 1755 que, juntamente con el tsunami que desarrolló con olas de hasta 15 m, destruyó la ciudad de Lisboa causando un número de muertos que se estima entre 10.000 y 20.000 y produjo también daños considerables en España y Marruecos [FONSECA, 2004; MENDEZ-VICTOR *et al*., (eds.), 2009]. Este suceso dio origen al término español "maremoto" para designar estas olas, que hoy se ha sustituido por el japonés "tsunami". El terremoto se sintió en toda la península y en muchas partes de Europa. Se sintió en Alemania, y produjo oscilaciones en los lagos de Suiza y alteraciones en fuentes termales cerca de Praga. El tsunami se extendió hasta las islas del Caribe. Su magnitud fue semejante a la de los recientes terremotos de Chile y Japón, siendo el terremoto mayor que ha sucedido en Europa. Afectó en España especialmente a las regiones del suroeste y produjo 1.276 muertos, la mayoría debido al tsunami en las costas de Cádiz y Huelva. Su efecto fue sentido especialmente en la ciudad de Cádiz, donde murieron ahogadas 200 personas, y en Ayamonte con 400 víctimas [MARTÍNEZ SOLARES, 2001; MARTÍNEZ SOLARES Y LÓPEZ ARROYO, 2004].

Este suceso produjo una abundante literatura publicada en España, especialmente en Sevilla [UDÍAS Y LOPEZ ARROYO, 2008]. Muchas de estas publicaciones son narraciones cortas anónimas, de carácter popular, algunas escritas en verso, que se centran en cómo se había sentido en ciertas regiones, o consideraciones religiosas suscitadas por el miedo y angustia que produjo. En ellas se relatan sucesos extraordinarios y curiosos, no siempre dignos de crédito, que ocurrieron durante el terremoto. Otras tienen un carácter religioso, asignando el terremoto a un castigo de Dios por los pecados y exhortando a la penitencia, o dando gracias por haber sido librados de mayores daños y pidiendo la intercesión de los santos para futuros terremotos. Otras publicaciones son verdaderos tratados serios, escritos por profesores universitarios, que indagan sobre la naturaleza y causas del terremoto, desde un punto de vista científico, filosófico y teológico. En estos tratados se distinguen las posturas más tradicionales frente a las más modernas de autores ilustrados.

En las publicaciones serias, se trata sobre todo de dos problemas. El primero, si este terrible suceso fue puramente natural o tuvo un carácter sobrenatural, es decir, directamente atribuible a una acción especial de Dios que lo mandó como castigo de los pecados y como señal para incitar a los pecadores al arrepentimiento. El segundo trata de las causas naturales de los terremotos y en particular de este, preguntándose de cómo habiendo destruido la ciudad de Lisboa se había sentido en una extensión tan grande. Llamaba sobre todo la atención el que el terremoto se hubiera sentido prácticamente al mismo tiempo en regiones tan apartadas, llegando hasta Europa central, y como se explicaba que hubiera producido olas tan grandes en el mar. El terremoto sirvió de ocasión para la difusión de las ideas modernas sobre el origen de los terremotos en la ilustración española.

2. ¿SUCESO NATURAL O SOBRENATURAL?

El terremoto de Lisboa generó en toda Europa un intenso debate de carácter teológico, centrado en la opinión presentada por muchos representantes, tanto de la Iglesia Católica como Protestante, de que había sido un castigo de Dios por los pecados, y una llamada al arrepentimiento [KENDRICK, 1955]. Una constante en sermones y tratados religiosos después del terremoto era que Dios, en su justa ira, había destruido Lisboa debido a los pecados de sus habitantes.

En Francia y Alemania, el debate se centró en el problema teológico. Cómo era que si, como se pensaba, Dios había creado el mejor de los mundos podía suceder tal desgracia. En Francia, a la posición optimista de algunos autores, como J. J. Rousseau se opuso la crítica violenta de Voltaire,

con su *Poème sur la désastre de Lisbonne* y su popular novela *Candide*, con los que atacaba la postura optimista y providencialista, presentando el desgraciado destino del hombre sobre la tierra. En Alemania, la teodicea optimista estaba representada por.Leibniz, que este terremoto ponía ahora en duda. El famoso filósofo Immanuel Kant, trató de mantener esta postura y publicó tres obras sobre el terremoto. Kant estaba más interesado en los aspectos científicos de las causas del terremoto, aunque también tocó el tema de la providencia divina. La fuerza y virulencia de las críticas satíricas de Voltaire fueron las que finalmente tuvieron más difusión.

En España, el debate se centró en el carácter natural o sobrenatural del terremoto y las ideas que corrían por Europa apenas tuvieron eco. Es bastante común encontrar la idea de que en España antes de la Ilustración se pensaba solamente que los terremotos eran castigo de Dios, pero esto en realidad no fue así [UDÍAS, 2009]. En la mayoría de los comentarios de autores españoles de los siglos XVI y XVII a los libros de Aristóteles *Meteorologica,* donde se trata en el libro II el problema de los terremotos, no se menciona para nada la intervención de Dios. En los escritos populares y religiosos, sin embargo, la situación era muy distinta. Por ejemplo, después del terremoto que asoló Málaga en 1680, su ocurrencia se interpretó como un castigo de Dios sin ninguna voz discrepante [MUÑOZ Y UDÍAS, 1988]. En el caso del terremoto de Lisboa en 1755 las opiniones se dividieron a favor y en contra de su carácter, llamémosle sobrenatural [AGUILAR PIÑAL, 1973]. Este carácter aparece presentado, sobre todo, en numerosas publicaciones de carácter popular y religioso que aparecen poco después de su ocurrencia, y en los sermones en las iglesias, sobre todo en Cádiz y Sevilla. En ellas se da por supuesto que el terremoto fue un castigo de Dios y se relata cómo se organizan procesiones y actos religiosos con este motivo. Un ejemplo de esta postura son dos sermones predicados por Francisco Olazaval y Olayzola, canónigo de la Catedral de Sevilla, en los que insiste en los muchos pecados de la ciudad de Sevilla, como causa de este castigo que Dios no ha permitido fuera aún mayor [OLAZAVAL Y OLAYZOLA, 1755]. La defensa más firme del carácter sobrenatural del terremoto fue la de Miguel de San José, obispo de Guadix y Baza, que publicó una carta pastoral en la que refuta las opiniones de los que defendían que este había sido un fenómeno natural y afirmaba que solamente el negar o dudar que los terremotos y otros desastres son generalmente el efecto de la ira de Dios, se puede considerar como un error de fe [SAN JOSÉ, 1756].

La opinión del carácter puramente natural del terremoto fue defendida por los más ilustrados [SÁNCHEZ BLANCO, 1999]. Entre ellos destaca José de Cevallos (1726-1776), teólogo y más tarde rector de la Universidad de Sevilla y miembro fundador de la Real Sociedad de Sevilla y de la Real Academia de Buenas Letras, dos sociedades en las que se presentaban y discutían las ideas ilustradas. Cevallos presentó su postura en la carta respuesta a San José en la que afirma con claridad que el terremoto ha sido enteramente natural, causado por segundas causas naturales y proporcionadas [CEVALLOS, 1757]. Juan Luis Roche, médico catalán y establecido en Sevilla, defendió la misma opinión y añadió que no hay relación entre los pecados cometidos y la ocurrencia de los terremotos. Para él estas consideraciones no son más que piadosas consideraciones de los teólogos [ROCHE, 1756]. Tanto Cevallos como Roche apoyaron sus opiniones en la autoridad reconocida de B. J. Feijóo y Montenegro (1676-1764), benedictino profesor de teología de la Universidad de Oviedo, autor de *Teatro crítico universal* and *Cartas eruditas,* dos obras muy influyentes en la introducción de las ideas científicas modernas en España. Feijóo defendía el carácter natural del terremoto, pero ya de avanzada edad, no quiso entrar directamente en la controversia [FEIJÓO Y MONTENEGRO, 1756a].

El carácter natural de los terremotos se defendió públicamente en varias conferencias celebradas en la *Real Academia de Buenas Letras*, en Sevilla, donde se solían discutir ideas ilustradas. Roche tuvo la primera conferencia diez días después del terremoto (*Sobre el terremoto del 1 de Noviembre,* 12 Noviembre 1755). J. Audixe de la Fuente tuvo una conferencia cinco meses después sobre el tema general de los terremotos (*Formación y efectos de los terremotos,* 27 Marzo 1756) y F. de Céspedes Espinosa, casi un año después del terremoto, volvió otra vez sobre el tema

(*Relación histórica del terremoto de 1755,* 17 Septiembre 1756). En estas conferencias se trataba del fenómeno de los terremotos desde un punto de vista puramente secular, fuera de toda consideración religiosa. Aunque bastantes de sus miembros eran eclesiásticos, en sus discusiones, de acuerdo con el espíritu de la Ilustración, la Academia se mantuvo fuera de las discusiones formalmente teológicas.

Algunos autores sostuvieron una posición intermedia en la que mantenían que el terremoto era en verdad un suceso natural, pero Dios se había servido de el para avisar o castigar a los pecadores. Entre ellos esta M. Cabrera, de la Orden de los Mínimos y teólogo de Sevilla, quien defendía que el terremoto era natural en sus causas, en su ser y sus consecuencias, pero, sin embargo, una especial Providencia lo había ordenado para que sucediera en un tiempo y lugar particular [CABRERA, 1756]. F. de Buendía y Ponce (1721-1800), eclesiástico de Sevilla, poeta y médico del arzobispo de Sevilla, mantuvo una opinión parecida. Para él, los terremotos, aunque debidos a causas naturales, algunas veces pueden ser un castigo de la mano divina [BUENDÍA Y PONCE, 1756]. Juan de Zúñiga en una carta a Feijóo explica, por un lado las causas naturales de los terremotos y por otro cómo Dios usa estas causas naturales para mostrar su desagrado por los pecados de los hombres [ZÚÑIGA, 1756].

En conclusión, en España hubo después del terremoto de Lisboa defensores de las dos opiniones sobre su carácter natural o sobrenatural, y no fue única la opinión la de que había sido un castigo de Dios, como a veces se pretende. Entre los ilustrados se defendió que este había sido un fenómeno natural sin intervención de Dios. Elementos tradicionales entre el clero, sin embargo, lo consideraron como un castigo o aviso de Dios a los pecadores para que se convirtieran. No debemos tampoco ver en este debate uno entre las posturas teístas y deístas sobre la actuación de Dios, como han querido ver algunos [SÁNCHEZ BLANCO, 1999]. Los autores que defendían la postura de que había sido un suceso natural, como Cevallos y Roche, no pueden llamarse deístas, pues mantenían todos la doctrina cristiana de la acción de Dios en el mundo como última causa primera. No hubo, sin embargo, ninguna referencia al problema de la teodicea respecto a la postura optimista o pesimista sobre el mundo. Ninguno de los autores españoles hace referencia a Voltaire, Leibniz o Kant, o cualquier otro autor del debate europeo.

3. EL ORIGEN DE LOS TERREMOTOS IDEAS TRADICIONALES Y MODERNAS

Este terremoto dio origen también a una serie de escritos de autores españoles para explicarlo desde el punto de vista puramente natural. En sus explicaciones podemos ver hasta que punto conocían y aceptaban las nuevas ideas científicas que venían de Europa. Coincidiendo con el origen de la ciencia moderna en los siglos XVII y XVIII, aparecieron nuevas teorías sobre las causas que producen los terremotos, que fueron sustituyendo las ideas tradicionales basadas en la filosofía natural aristotélica del tratado *Meteorologica* [TAYLOR, 1975]. De acuerdo con Aristóteles, los terremotos se producen por exhalaciones secas (espíritus o vientos) en cavidades en el interior de la tierra que, al tratar de salir, la sacuden. Esta doctrina estuvo vigente durante toda la Edad Media y hasta mediados del s. XVII [OESER, 1992]. La crítica a la doctrina aristotélica de la ciencia moderna se extendió pronto a la explicación del origen de los terremotos. La utilización de la pólvora para producir explosiones llevó a aplicar esta idea al origen de los terremotos. Martin Lister, en Inglaterra, en 1648 y Nicolas Lemery en Francia hacia 1700, propusieron que los terremotos eran producidos por grandes explosiones espontáneas de materiales inflamables acumulados de forma natural en el interior de la tierra y formados por una combinación de azufre, carbón, salitre y otros productos, semejante, por lo tanto, a la composición de la pólvora. Esta teoría del origen explosivo se extendió pronto y recibió la aprobación de Newton que la refrendó con su prestigio. La teoría del foco explosivo estuvo vigente hasta mediados del s. XIX cuando se propuso el origen tectónico de los terremotos.

En los escritos de autores españoles hay una gran variedad de propuestas. El terremoto de Lisboa despertó el interés en Europa por el estudio de los terremotos y se puede considerar esta fecha como el origen de la sismología. En 1760, J. Michell propuso por primera vez el decisivo concepto que el temblor producido por los terremotos se propaga por la tierra en forma de ondas elásticas [TAYLOR, 1975]. En España, Cabrera, a quien ya vimos como defensor de la postura intermedia respecto a la acción de Dios en los terremotos, defendió, desde el punto de vista más tradicional, la doctrina aristotélica, frente a las propuestas de los autores modernos en especial de Descartes, al que llamaba el "jefe de esta nueva secta", y a sus seguidores en España llamados los "novatores" o "eruditos" [CABRERA, 1756]. A pesar de todo, introdujo también puntos de vista distintos a los estrictamente aristotélicos, con ideas "organicistas", comparando la Tierra a un ser vivo. En estas ideas mostraba la influencia de A. Kircher, jesuita profesor del Collegio Romano, especialmente de sus ideas propuestas en la obra sobre el interior de la tierra *Mundus Subterraneus* (1664). Kircher había propuesto la existencia en el interior de la tierra de tres sistemas de conductos a través de los cuales circulaba fuego, agua y aire y a los que llamó *pyrophilacia*, *hidrophilacia* y *aerophilacia*. El sistema de *pyrophilacia* estaba relacionado con los volcanes y conectaban con un fuego en el centro de la tierra y el de los *hydrophilacia* con las fuentes y lagos. Según Kircher los terremotos estaban producidos por la interacción de estos sistemas [FLETCHER, 2011]. Sus ideas fueron muy extendidas y populares en España [GLICK, 1971]. Cabrera propuso un sistema diferente consistente en una gran cavidad en el interior de la tierra siguiendo su eje norte-sur, a la que llamó la *vena cava*, a partir de la cual se extendían muchas ramificaciones, en analogía con la venas en la anatomía humana, por las cuales circulaba agua y aire. De hecho, Cabrera pensaba que funcionaban como las venas en los animales y el hombre. Todos los fenómenos en la tierra (terremotos, fuentes, vientos, etc.) se explicaban con este sistema, en analogía a lo que sucede en el organismo de los seres vivos. De esta forma, los terremotos se consideraban como "enfermedades de la tierra". En el caso del terremoto de Lisboa, las ramificaciones de la *vena cava* explicaban cómo fue sentido en lugares tan distantes como Alemania. Su defensa de Aristóteles le lleva a refutar las ideas de Nifo y López de Amezua y, en general, la de los autores modernos incluyendo la teoría de la gravitación de Newton.

F. M. Nifo y Cagigal (1719-1803), el fundador del primer periódico de Madrid, en realidad, a pesar de las críticas de Cabrera, seguía explicando el origen de los terremotos por los vientos que penetran en el interior de la tierra y luego intenta salir bruscamente, aunque curiosamente cita las experiencias de Lemery. Por esta razón, afirmaba que los terremotos son más frecuentes en primavera y otoño, cuando los vientos son más fuertes [NIFO Y CAGIGAL, 1755]. F. Martínez Molés, profesor de teología de la Universidad de Alcalá, sigue en su explicación las ideas de Kircher asignando al fuego, el aire y el agua la causa de los terremotos [MARTÍNEZ MOLÉS, 1755]. Se acerca a las ideas modernas al asignar como causa del fuego las materias inflamables, "nitrosas, bituminosas y sulfúreas" en el interior de la tierra. Añade los conductos kircherianos de aire y agua para producir aire y vapor a presión que causan los terremotos. Cita las ideas de Robert Boyle y Edmé Mariotte sobre la relación entre presión y temperatura en los gases. Toma una actitud experimental al proponer experimentos para probar sus propuestas. De una forma semejante, P. Trebnal, miembro de las sociedades ilustradas de Sevilla, seguía la doctrina tradicional aunque con modificaciones [TREBNAL, 1755]. En su obra muestra el conocimiento de autores modernos, como el francés A. Pluche y encuentra insuficientes las ideas propuestas por Roche y Feijóo. Tomando las ideas propuestas por R. Boyle, sobre la compresión de los gases, propuso que el mecanismo de los terremotos estaba en la fuerza elástica del aire, condensado en las cavidades profundas, sin necesidad de que intervenga el fuego. Trebnal se planteó la pregunta de si el maremoto había tenido una causa distinta del terremoto. Descartó la idea de que el movimiento del mar fuera causado por la marea bajo la influencia de la luna y consideró que fue también efecto de la fuerza expansiva del aire, la que había impulsado el agua hacia las costas.

Algunos autores presentan ya más claramente la teoría moderna de la naturaleza explosiva de los terremotos. Entre ellos esta A. J. del Barco y Gasca (1716-1783), que escribe en Huelva, donde el terremoto se sintió con mucha fuerza y produjo abundantes daños; compara el origen del terremoto con la explosión de una mina [BARCO, 1756]. Según él, en el interior de la tierra la explosión fue debida a la acumulación de materiales inflamables (azufre, carbón, nitratos y betunes) que entraron en contacto con aire y fuego. Esta concepción le permite hablar ya del foco del terremoto, o lugar donde se produjo la explosión, que el localiza debajo del océano más cerca de la costa de África que de Portugal. Barco dedicó especial atención a la generación del maremoto, que el asignó al movimiento del fondo del mar debido a la explosión. También explicó la ocurrencia de las réplicas, que siguieron al gran terremoto, por la subsiguiente explosión de materiales inflamables remanentes. Roche también asignó el origen del terremoto a una explosión de material inflamable acumulado en el interior de la tierra citando expresamente a N. Lemery, uno de los primeros propulsores de esta teoría. Roche describió con detalle el efecto del tsunami en el Puerto de Santa María, pero no propuso un mecanismo para explicarlo. Lo consideraba un efecto normal después de un terremoto, de forma que después de sentir el movimiento del suelo esperaba la llegada de las olas del mar.

I. Ortiz Gallardo de Villarroel, profesor de Matemáticas de la Universidad de Salamanca, publicó un libro sobre el terremoto. En él combinó la teoría explosiva con las ideas organicistas de Kircher y su teoría de la existencia de canales de fuego, agua y aire en el interior de la tierra [ORTIZ GALLARDO DE VILLARROEL, 1755]. Según escribe, es precisamente el contacto del fuego de los canales con el material inflamable acumulado lo que produce la explosión. En el caso del terremoto de 1755 las frecuentes lluvias y nieve del invierno precedente, el calor moderado del verano y la vuelta de las lluvias en otoño produjeron una acumulación de agua que favoreció la explosión. Desde Madrid, F. López de Amezua presenta más claramente el origen explosivo como: “La más probable opinión sobre el origen y causa de estos movimientos” [LÓPEZ DE AMEZUA, 1755]. Explica que el material inflamable está enterrado no a mucha profundidad en la tierra en forma de venas y es el origen también de los volcanes. A la explosión sigue la acción de la expansión elástica del aire. En su barroca carta a Feijóo, Juan de Zúñiga da por supuesto que el origen de los terremotos es la explosión del material inflamable (“materias bituminosas y sulfúreas”] en el interior de la tierra que “se dilata y rompe con más estallido que una escopeta” [ZÚÑIGA, 1756].

Las ideas más avanzadas, aunque equivocadas, sobre el origen de los terremotos las propuso Feijóo en sus 5 cartas dedicadas a este tema [FEIJÓO, 1756b]. Después de refutar las propuestas más comunes, especialmente el colapso de cavernas y la explosión de material inflamable, en su cuarta carta presentó su nueva teoría sobre el origen eléctrico de los terremotos. En ella expone que de la misma manera que los rayos y relámpagos se producen en la atmósfera, debido a la electricidad acumulada en las nubes, los terremotos se producen como descargas de la electricidad acumulada en los materiales vitrosos del interior de la tierra. En esta época eran frecuentes los experimentos con electricidad estática, que producían espectaculares descargas. La naturaleza eléctrica de los terremotos había sido ya propuesta por W. Stuckley en Inglaterra, en 1750, y por G. B. Beccaria en Italia, en 1753 [TAYLOR, 1975]. Feijóo no cita a ninguno de estos y mantuvo que su teoría era completamente original. Según él, en el caso del terremoto de Lisboa, la teoría eléctrica explicaba cómo se había sentido en lugares tan distantes al mismo tiempo, debido a la gran velocidad con que se propaga la electricidad. Sin embargo, no descartaba del todo la naturaleza explosiva, ya que la descarga eléctrica podía haber hecho explotar los materiales inflamables del interior.

4. CONCLUSIÓN

El terremoto de Lisboa despertó en España un gran interés por estudiarlo. La primera cuestión que se suscitó fue si este suceso era un fenómeno puramente natural o sobrenatural. Las posturas más ilustradas negaron toda conexión entre el terremoto y los pecados y propusieron que se trataba de un fenómeno natural que debía estudiarse con criterios puramente racionales. Destacan entre los defensores de esta opinión Feijóo, Roche, Cevallos y Barco. Algunos autores sostuvieron una posición intermedia en la que el fenómeno a pesar de ser natural, Dios se había valido de él para mover a los pecadores a su conversión. El origen de los terremotos se plantea desde la doctrina tradicional aristotélica con modificaciones de las ideas organicistas y la influencia de Kircher a las ideas más modernas del foco explosivo y la propuesta de Feijóo de descargas eléctricas. Estas ideas se mantienen en España hasta finales del s.XIX, cuando se introduce el origen tectónico de los terremotos con ocasión del terremoto de Andalucía de 1884.

5. BIBLIOGRAFÍA

AGUILAR PIÑAL, F. (1973) "Conmoción espiritual provocada en Sevilla por el terremoto de 1755". *Archivos Hispalenses*, 171-173, 35-53.

BARCO, A. J. DEL (1756) "Cartas del Doctor …., Catedrático de Philosophia y Viario de la villa de Huelva, a Don N. satisfaciendo algunas preguntas curiosas sobre el terremoto de primeros de Noviembre de 1755". En: Juan Enrique Graef, *Discursos Mercuriales*, XIV (21-4-1756) 565-606.

BUENDÍA Y PONCE, F. DE, (1756) Censura de Don… (Incluido en Feijóo, 1756b).

CABRERA, M. (1756) *Explicación physico-mechanica de las causas del temblor de tierra, como constan de la doctrina del príncipe de los filósofos, Aristóteles, dada por medio de la vena cava y sus leyes, cuyo auxilio quita el horror de sus abstractos*. Sevilla: Diego de S. Román y Codina.

CEVALLOS, J. DE, (1757) *Respuesta a la carta del Ilmo. y Rmo. Señor D. Fr. Miguel de San Josef Obispo de Guadix y Baza sobre escritos acerca del terremoto por el Doctor Joseph de Cevallos*. Sevilla: Joseph Navarro y Armijo.

FEIJÓO Y MONTENEGRO, B. J. (1756a) *Copia de carta del P. Mro Fr. Benito Feyjoo a un caballero de Sevilla en que apunta noticias sobre terremotos con ocasión del que se experimentó en 1 de Noviembre de 1755*. Sevilla: Joseph Navarro y Armijo.

FEIJÓO Y MONTENEGRO, B. J. (1756b) *Nuevo systhema sobre la causa physica de los terremotos, explicado por los phenomenos eléctricos y adaptado al que padeció España en primero de Noviembre del año antecedente de 1755*. (Contiene además de las 5 cartas del autor: Dedicatoria de J. L. Roche, Censura de J. Cevallos, Censura de F. de Buendía, Aprobación de M. A. de Origuela, Prólogo apologético y Carta Sexta de J. L. Roche). Puerto de Santa María: Casa Real de las Cadenas.

FLETCHER, J. E. (2011) *A study of the life and works of of Athanasius Kircher "Germanus Incredibilis".* (Editado para la publicación por E. Fletcher. Leiden: Brill.

FONSECA, J. D. (2004) *1755 o terremoto de Lisboa. The Lisbon earthquake.* Lisboa: Argumentum.

GLICK, T. F. (1971) "On the influence of Kircher in Spain". *Isis,* 62, 379-381.

KENDRICK, T. D. (1955) *The Lisbon earthquake*. Philadelphia: J.B. Lippincott.

LÓPEZ DE AMEZUA, F. (1755) *Carta philosophica sobre el terremoto que sintió en Madrid y en toda esta península el día primero de Noviembre de 1755.,* Sevilla: Joseph Navarro Armijo.

MARTÍNEZ MOLES, F. (1755) *Dissertación physica: origen y formación del terremoto padecido el día 1 de Noviembre de 1755: las causas que lo produjeron y las a que todos los producen. Presagios*

que antecedentemente anuncian este temible meteoro y explicación de todas las cuestiones que sobre tan extraño suceso pueden hacerse. Madrid: Juan de San Martín.

MARTÍNEZ SOLARES, J. M. (2001) *Los efectos en España del terremoto de Lisboa (1 de Noviembre de 1755)*. Monografía 19. Madrid: Instituto Geográfico Nacional.

MARTÍNEZ SOLARES, J. M. Y LÓPEZ ARROYO, A. (2004) "The great historical 1755 earthquake. Effects and damage in Spain". *Journal of Seismology,* 8, 275-294.

MENDEZ-VICTOR, L. A., SOUSA OLIVEIRA, C., AZEVEDO J. Y RIBEIRO, A. (eds.) (2009) *The 1755 Lisbon earthquake: Revisited*. Berlin: Springer.

MUÑOZ, D. Y UDÍAS, A. (1988) "Evaluation of damage and source parameters of the Málaga earthquake of 9 october 1680". En: W.H.K. Lee, H. Meyers y K. Shimazaki (eds.). *Historical Seismograms and Earthquakes of the World*. Academic Press. San Diego, 208-224.

NIFO Y CAGIGAL, F. M. (1755) *Explicación physica y moral de las causas, señales, diferencias y efectos de los terremotos, con una relación muy exacta de los mas formidables y ruinosos que ha padecido la Tierra desde el principio del Mundo hasta el que se ha experimentado en España y Portugal el día primero de Noviembre de este año de 1755.* Madrid: Herederos de A. Gordejuela,

OESER, B. (1992) "Historical earthquake theories from Aristotle to Kant". *Abhandlung Geologische Ver.* A. 48, 11-31.

OLAZAVAL Y OLAYZOLA, F. J. DE, (1755) *Motivos del terremoto experimentado el sábado día 1 de Noviembre de 1755, con respecto a la ira de Dios en la ciudad de Sevilla y remedios para su templanza ofrecidos el martes veintisiete de Abril en el parroquial del Señor San Julian a el nobilísimo Ayuntamiento de dicha ciudad en la fiesta de acción de gracias*. Sevilla: Imp. del Dr. D. Gerónimo de Castilla.

ORTIZ GALLARDO DE VILLARROEL, I. (1755) *Lecciones entretenidas y curiosas, physico astrológicas metheorológicas sobre la generación, causas y señales de los terremotos y especialmente de las causas y señales y varios efectos del sucedido en España en el día 1 de Noviembre del año pasado de 1755*. Sevilla: Viuda de Diego de Haro.

ROCHE, J. L. (1756a). Carta sexta de Don… al Señor Don Francisco de Buendía y Ponce, presbítero Theólogo, Socio médico de Número…de la R.S.de Ciencias de Sevilla (En Feijóo, 1756b).

ROCHE, J. L. (1756b) *Relación y observaciones physico mathematicas y Morales sobre el general terremoto y la irrupción del mar del día primero de Noviembre de este año de 1755, que comprehendió a la ciudad y gran Puerto de Santa María y a toda la costa y tierra firme del Reyno de Andalucía*. Puerto de Santa María: Casa Real de las Cadenas.

SÁNCHEZ BLANCO, F. (1999) *La mentalidad ilustrada*. Taurus, Madrid (Cap. 5, El terremoto de 1755).

SAN JOSÉ, M. (1756). *Respuesta que dio a una carta del doctor Jose de Zevallos en assumpto de varios escritos impresos sobre el terremoto*. Granada.

TREBNAL, P. (1755) "Tratado phísico histórico en que hecha una completa relación del funesto terremoto sobrevenido a España y Africa en 1 de Noviembre de 1755, se procura indagar las causas de los terremotos en general y particularmente la del nuestro paragonando con otros muchos notables". (Manuscrito, Biblioteca Real Academia de la Historia 9/2766).

UDÍAS, A. (2009) Earthquakes as God's punishment in 17th and 18th century Spain. In: M. Kölbl-Ebert (ed.) *Geology and religión: A history of harmony and hostility.* The Geological Society, London, Special Publ. 310, 41-48.

UDÍAS, A. Y LOPEZ ARROYO, A. (2008) "The Lisbon earthquake of November 1, 1755 in Spanish contemporary authors". In: L.A. Mendez Victor, C.S. Sousa Oliveira, J.B. Acevedo and A. Ribeiro (eds.), *The 1755 Lisbon earthquake revisited.* Berlin, Springer, 7-24.

ZÚÑIGA, J. DE, (1756) *El terremoto y su uso, Dictamen del Rmo. P. Mro. Fr. Benito Feijoo, explorado por el Lic. …* (Con Respuesta y Dictamen del Rmo. Feijóo). Toledo: Francisco Martín.

GONZÁLEZ REDONDO, F. A. (coord.) (2015) *Ciencia y Técnica entre la Paz y la Guerra. 1714, 1814, 1914*. Madrid, SEHCYT, pp. 941-948.

LA *TEORÍA DE LA TIERRA* DE JAMES HUTTON: EL NACIMIENTO DE UNA TRADICIÓN DE INVESTIGACIÓN

José Alsina Calvés[(1)]

(1) Depto. de Ciencias (Biología y Geología) Instituto Galileo Galilei, Barcelona, España, jalsina2@xtec.cat

Resumen

Las teorías geológicas de James Hutton se estudian como origen de una Tradición de Investigación, en el sentido definido por Larry Laudan, caracterizada por una metodología y una ontología. Se muestra la continuidad de estas teorías con las Lyell, con las que comparte la mista tradición de investigación. Asimismo se muestra como dos elementos de la *Teoría de la Tierra*, el mecanicismo y la concepción cíclica del tiempo, así como elementos propios de la metodología de Hutton, tienen sus raíces en la filosofía natural newtoniana.

Palabras Clave: Actualismo, Metodología, Tradición de Investigación, Uniformismo.

JAMES HUTTON'S THEORY OF THE EARTH: THE BIRTH OF A RESEARCH TRADITION

Abstract

James Hutton's geologic theories are studied as origins of an Investigative Tradition, as defined by Larry Laudan, characterized by a methodology and an ontology. We show the continuity of those theories with the ones of Lyell, sharing the same tradition in the investigation. The same way we show how two elements of the *Theory of the Hearth*, mechanicism and cyclical conception of the time, together with elements of Hutton's methodology, had their roots in Newton's natural philosophy.

Keywords: Actualism, Methodology, Investigative tradition, Uniformitarianism.

1. INTRODUCCIÓN

El concepto de Tradición de Investigación (TI) fue propuesto por Larry Laudan [1986]. Las TI son sistemas de creencias, de orden más alto que las simples teorías, en el seno de las cuales se pueden substituir unas teorías por otras. A diferencia de los paradigmas, propuestos por Kuhn, o de los programas de investigación de Lakatos, las TI son de naturaleza más laxa, menos rígida, por lo que constituyen un buen instrumento de análisis filosófico de aquellos periodos de la historia de la ciencia en que las disciplinas no están bien definidas y tienen límites difusos.

Las teorías que forman parte de una misma TI presentan un mismo “aire de familia” que viene dado por el hecho de compartir una metodología y una ontología. La metodología es la manera como se enfrentan y resuelven los problemas. La ontología es el conjunto de cosas “realmente existentes” que, según estas teorías, forman la realidad (electrones, protones, células, fósiles, etc.).

Para Laudan [1986], el objetivo de las ciencias es la resolución de problemas, y, por tanto, el éxito de una TI (o de las teorías que la forman) vendrá dada por su éxito en la resolución de los mismos. Existen dos tipos de problemas: los empíricos y los conceptuales. Los problemas empíricos tienen que ver con la adecuación de la teoría a la realidad, y se relacionan con el concepto de verdad como correspondencia (correspondencia entre la teoría y la realidad). Los problemas conceptuales tienen que ver con la coherencia y se relacionan con el concepto coherentista de la verdad.

Existen dos clases de problemas conceptuales: los internos, que se refieren a la coherencia de la teoría consigo misma; los externos se refieren a la coherencia de la teoría con el conjunto de ideas sobre el mundo propias de su momento histórico. Podemos ahora completar la definición anterior: el éxito de una TI (o de las teorías que la forman) tiene que ver con la capacidad de resolver el máximo de problemas empíricos planteando en mínimo de problemas conceptuales.

2. LA TEORÍA DE LA TIERRA

El 7 de marzo y el 4 de abril de 1785, James Hutton presentó ante la Royal Society de Edimburgo una comunicación con el título *Investigación de las Leyes Observables en la Composición, Disolución y Restauración de la Tierra Firme del Globo*. Este trabajo fue publicado posteriormente, el año 1788, con el título de *Teoría de la Tierra*[1].

Las ideas de Hutton se han denominado plutonistas [HALLAM, 1983, pp. 27-34; ALSINA, 2006, pp. 131-135] por la importancia que se atribuye en las mismas al fuego interno de la Tierra, pero quizás sus aportaciones más notables fueron la idea de un tiempo cíclico, y una concepción actualista del estudio de la Tierra, es decir, la consideración de que las causas actuales de los fenómenos geológicos son las mismas que actuaron en el pasado y que actuaran en el futuro. Esta concepción será continuada por Lyell, lo que puede justificar la inclusión de ambos autores en una misma TI.

La metodología de Hutton

Hay dos aspectos interesantes a señalas en la metodología de Hutton: 1. Su actualismo o uniformismo. Hutton se enfrenta a los problemas geológico partiendo de la base que las causas que actúan en la actualidad son las mismas que actuaron en el pasado y que van a actuar en el futuro. 2. Una combinación del método deductivo y del inductivo para solucionar problemas.

Ambas cuestiones están muy relacionadas. Los términos actualismo y uniformismo son en ocasiones utilizadas como sinónimos; así se habla del principio de uniformidad de la naturaleza (PUN) como un elemento fundamental, tanto de la metodología como de la ontología de Hutton y Lyell [MANRIQUE-BONILLA, 2009a, 2009b]; en realidad, no son exactamente lo mismo: actualismo se refiere a la afirmación que las causas que actúan en el presente son las mismas que actuaron en el pasado, uniformismo indica además que estas causas han actuado siempre con la misma intensidad [GOULD, 1992, pp. 138-140].

Muchos de los problemas epistemológicos en torno al uniformismo provienen de que ha sido interpretado como el resultado de una inferencia inductiva [MANRIQUE-BONILLA, 2009b]. En realidad, aunque en Hutton (y también en Lyell) encontramos expresiones que parecen indicar la utilización del método inductivo y otras del deductivo, el PUN es de hecho una conjetura metafísica, un *a priori* que no solamente informa su metodología, sino que está también en la base de su ontología.

Pero, por debajo de todo este proceso, hay una conjetura *a priori*: las operaciones de la naturaleza son constantes y regulares, es decir, el PUN, que sirve de base tanto a la metodología como a la ontología huttoniana. ¿De dónde arranca esta confusión? ¿Por qué Hutton dice rechazar

[1] Hemos utilizado la versión castellana de Cándido Manuel García Cruz, publicada en *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, vol. 12, num. 2, 2004, pp. 149- 205.

las “vanas conjeturas” cuando en realidad toda su teoría geológica se basa en la conjetura metafísica *a priori* de la uniformidad de los procesos naturales? Esta uniformidad es a posteriori contrastada y corroborada por las observaciones en el más puro estilo deductivo. Nuestra hipótesis es que todo ello es debido a la gran influencia de la filosofía natural newtoniana, tanto en los aspectos metodológicos como ontológicos.

2.2. La filosofía natural de Isaac Newton

Todo el pensamiento científico del siglo XVIII está profundamente influido por la obra de Newton. La publicación en 1687 de los *Principios Matemáticos de Filosofía Natural* y, en 1703, de la *Óptica* sentaron las bases de los que conocemos genéricamente como “ciencia moderna”. Sin embargo, las afirmaciones metodológicas de Newton son algo ambiguas. En la *Óptica*, Newton critica el método de Descartes, según el cual se podían derivar leyes físicas de principios metafísicos, y defiende un método de “análisis y síntesis” que recuerda al procedimiento inductivo-deductivo de Aristóteles [LOOSE, 1979, p. 90]. Newton también afirmó haber seguido este método en los *Principios*, su gran obra de dinámica.

Es evidente que las Leyes de Newton no se descubrieron por la aplicación de las técnicas inductivas (ni “inductivo-deductivas”) [LOOSE, 1979, p. 92]. Por ejemplo, la primera ley se refiere a la conducta de los cuerpos que no se hallan bajo la influencia de ninguna fuerza, pero, en realidad, tales condiciones no existen y, por tanto, cualquier cosa que digamos sobre estos cuerpos “hipotéticos” no puede surgir de la observación ni de la posterior inducción.

En realidad, Newton sigue un método axiomático (es decir deductivo) [LOOSE, 1979, p. 95]. Las tres leyes de Newton son axiomas, principios matemáticos de la filosofía natural que describen los movimientos verdaderos de los cuerpos en el espacio absoluto. No llegó a ellos de forma inductiva.

La segunda parte del procedimiento es especificar procesos para correlacionar los teoremas del sistema axiomático con las observaciones. Los sistemas axiomáticos, para que sean válidos, deben estar ligados a sucesos del mundo físico.

La pregunta es ¿los axiomas newtonianos deben ser considerados hipótesis y, por tanto, su método hipotético-deductivo? La pregunta tiene su importancia, pues Newton rechazó específicamente las hipótesis con su afirmación “Hypotheses non fingo” y pretendió excluirlas de su filosofía natural. La respuesta depende del significado que demos a la palabra “hipótesis”. Para WARTOFSKY [1978, pp 243-246] hay cuatro significados:

1. Hipótesis como generalizaciones procedentes de la experiencia.
2. Hipótesis como inferencias deductivas realizadas a partir de premisas de orden superior.
3. Hipótesis como postulados o suposiciones creados libremente por la inteligencia para poder ordenar o derivar de ellos otros enunciados.
4. Hipótesis como intuiciones referentes a lo que parece evidente o ineludible de creer.

Si Newton hubiera seguido realmente el método inductivo-deductivo sus axiomas coincidirían con el significado 1 del término hipótesis. En realidad, los axiomas de Newton corresponden al significado 3, y los teoremas deducidos de estos axiomas al significado 2. En realidad, el uso newtoniano del término hipótesis no se ajusta al uso moderno [LOOSE, 1979, p. 100]. Cuando Newton habla de hipótesis se refiere a enunciados sobre términos que designan “cualidades ocultas”, es decir, para las que no se conocen procedimientos de medida.

Visto así todo queda más claro. El sistema de Newton es hipotético-deductivo, basado en “conjeturas y refutaciones”. Los axiomas son hipótesis que pueden ser corroboradas (o “falsadas”) por la contrastación experimental, mientras que las rechazadas “hipótesis” newtonianas serian conjeturas no contrastables mediante la experiencia. Las mismas consideraciones las podemos hacer de la Teoría de la Tierra de Hutton.

El PUN como conjetura metafísica

En Hutton, el Principio de Uniformidad de la Naturaleza no es una conclusión inductiva, sino una conjetura que sirve de fundamento tanto a su metodología como a su ontología. Al suponer la uniformidad de la naturaleza se puede concluir que los procesos geológicos del pasado son los mismos del presente, y, por tanto, observando los actuales procesos podemos descifrar la historia de la Tierra y su funcionamiento [MANRIQUE-BONILLA, 2009b]. Sin embargo, el término uniformidad puede tener múltiples significados [GOULD, 1992, pp. 138- 142]. El más genérico seria el significado de uniformidad de ley, es decir, la conjetura de que las leyes científicas son constantes en el tiempo y en espacio; el segundo significado se refiere a la uniformidad de procesos, es decir, la interpretación de los fenómenos del pasado como debidos a las mismas causas que los del presente (lo que ha venido a llamarse actualismo). Otro significado apuntaría a la uniformidad en la proporción o gradualismo, según el cual podemos interpretar los grandes sucesos como la acumulación gradual de insensibles e incontables pequeños cambios. Finalmente, podemos hablar de uniformidad de estado o antiprogresismo cuando consideramos que el cambio no es sólo gradual e uniforme sino que carece de vector específico de progreso, es decir, el cambio es continuo pero no lleva a ninguna parte.

Los cuatro significados se encuentran en Hutton, y posteriormente en Lyell. Los dos primeros son de orden metodológico, mientras que los dos segundos son de orden ontológico, pero todos derivan del PUN como conjetura metafísica. Esto explicaría que algunos geólogos contemporáneos a Lyell, como Sedgwick, Scrope o Prevost, se entusiasmaran con el método actualista, pero rechazaran algunas o muchas de sus conclusiones geológicas [RUSE, 1983, p. 68; HALLAM, 1994, p. 81].

El PUN es pues una conjetura metafísica a priori, sobre la que se fundamenta tanto la metodología como la ontología de Hutton, y también, como veremos, en Lyell. La adhesión de ambos geólogos al PUN justifica su inclusión en la mista Tradición de Investigación.

3. LA ONTOLOGÍA DE HUTTON

La ontología responde a la pregunta ¿Qué es lo que hay? O ¿Qué es lo que existe realmente? Veamos cuales son los elementos fundamentales de la ontología geológica huttoniana.

La tierra como máquina

En la primera parte de la *Teoría de la Tierra* es donde encontramos afirmaciones más jugosas desde el punto de vista ontológico. Contiene el armazón teórico de toda la obra.

La Tierra es una máquina adaptada a una cierta finalidad. La idea es una redundancia, pues el concepto de máquina implica forzosamente dos cosas: un constructor y una finalidad. Hutton es un hombre de la Ilustración. El mecanicismo es un paradigma genérico de la interpretación de lo natural (recordemos los animales – máquina de Descartes). El constructor es el Dios del deísmo [SEQUEIROS, PEDRINACI, ÁLVAREZ y VALDIVIA, 1997] que creó al mundo como un inmenso mecanismo (o reloj) pero le dotó de leyes para que funcionara por sí mismo. La finalidad es hacer posible la vida del hombre.

La peculiaridad de la máquina-Tierra es que es capaz de repararse a si misma y funcionar de forma indefinida (o infinita) dentro de un tiempo absoluto de resonancias newtonianas. En el mundo de Hutton no existen los procesos irreversibles. En ocasiones, se atribuye a Hutton influencias aristotélicas [GARCIA-CRUZ, 2013]. La hipótesis de las influencias aristotélicas en Hutton se fundamenta en su teleología. Pero son de orden distinto. Aristóteles ve el mundo desde la imagen de la biología, y su modelo es el organismo vivo. Hutton ve el mundo como una gran máquina, y su modelo es el mecanicismo. Por esta misma razón es difícil relacionarlo con las visiones organicistas modernas. La termodinámica de los procesos irreversibles y los conceptos de entropía e información

han sido básicos en la gestación de estas últimas. El mundo de Hutton es anterior a la termodinámica, en el cual no existen procesos irreversibles. El mundo máquina de Hutton es un sistema cerrado, lo cual no le impide autorrepararse hasta el infinito.

Plutonismo

Hutton postuló la existencia de un calor interno de la Tierra que proporcionaba la energía para la fusión de los estratos y su transformación en rocas, así como para su posterior elevación, dando lugar a los continentes emergidos. No se aportan pruebas a favor de esta hipótesis, ni se explicita de dónde procede la energía, o el combustible, para mantener esta fuente constante de calor.

Toda la segunda parte de la *Teoría de la Tierra* es un argumento (o un conjunto de argumentos) a favor de esta hipótesis, según la cual la fuerza que ha consolidado los estratos es el calor a través de la fusión, y no el agua a través de la disolución. Hutton revela gran número de observaciones que podríamos situar en la química mineral o en la geoquímica, y donde revela un buen conocimiento de la misma.

Historiadores como Davies o Roger han sugerido la relación entre Hutton y Watt, y que la máquina de vapor pudiera servir de modelo al movimiento geológico que Hutton proponía. El elemento clave de la teoría huttoniana era el "fuego" o "calor" subterráneo, que se manifestaba de tres maneras: en la consolidación de los sedimentos (acción diagenética), en el levantamiento de los estratos (acción tectónica) y en la inyección de magma líquido entre las capas (acción plutónica) [GOHAU, 1990, p. 267].

La diagénesis o transformación de los sedimentos en rocas coherentes es una de las preocupaciones de los geólogos (un problema empírico en la terminología de Laudan). Con Hutton, la denominación de plutonismo toma un sentido nuevo. La consolidación de los sedimentos sueltos exige que las partículas que los forman se unan. Los neptunistas imaginaban una operación de cimentación a partir de una materia disuelta en el agua. Hutton creía que la materia era calentada por el fuego después de su hundimiento y que al enfriarse se convertía en una masa continua [GOHAU, 1990, pp. 268-269]. Hutton plantea las dos posibilidades (fuego y agua) como dos hipótesis alternativas. Hutton aplica el PUN: "*las propiedades del agua y su actuación en las disoluciones fueron, en el pasado, iguales que en la actualidad. No hay que imaginar cosas misteriosas, sino recurrir a la "vera causa*". A partir de aquí, Hutton desarrolla sus objeciones a la hipótesis del agua como factor diagenético.

La primera objeción es que de haber sido el agua el factor de formación de los estratos, estos habrían retenido agua en su interior.

La segunda objeción se refiere al origen de la materia con que se rellenan las cavidades de las masas de estratos. El agua no puede explicar este fenómeno. Además existen estratos formados por substancias insolubles en agua: "*Existen estratos solidificados por la formación de flúor, una substancia, hasta donde sabemos, insoluble en agua (Teoría de la Tierra, p. 230)".* Es decir, suponer que el agua ha sido el elemento diagenético de consolidación de los estratos es lo mismo que suponer que en el pasado han actuado leyes naturales diferentes, o causas ocultas y desconocidas, lo cual es inaceptable. En contraste, suponer que ha actuado el calor, es utilizar una "*vera causa*". Pero el calor es además "*vera causa*" del levantamiento de los estratos, que pasaran así a formar las tierras emergidas.

Para Hutton, el calor interno de la Tierra es la "*vera causa*" tanto de la consolidación de los estratos como del levantamiento de los mismos, pero renuncia a explicar las causas y los orígenes de esta calor interno.

Finalmente, este calor fundió parte del material, e inyectó el magma líquido entre los estratos, dando lugar a lo que hoy conocemos como rocas magmáticas. A partir de esta hipótesis, Hutton demostraría el origen no sedimentario del granito y del basalto:

Ciclo geológico y "tiempo profundo"

Desde el punto de vista histórico, es ya un tópico atribuir a Hutton tanto el concepto de ciclo geológico como el del "tiempo profundo" o inmensidad del tiempo. De hecho, la noción de "inmensidad" del tiempo es inherente al concepto de ciclo [GARCIA-CRUZ, 2001]. Por otra parte, existe una innegable relación entre el "tiempo profundo" de Hutton, en el interior del cual se desarrolla el ciclo geológico, y el "tiempo absoluto" de Newton, en el cual se desarrolla el movimiento cíclico de los planetas.

El "tiempo absoluto" de Newton supone un ininterrumpido orden de sucesión en el que todo acontece, pero de modo tal que el propio tiempo siempre transcurre, aunque nada suceda en él. Fluye, por tanto, sin relación a algo externo [RIOJA y ORDOÑEZ, 1999, p. 239]. Esta idea del tiempo fue impugnada por Leibniz y su principio de la identidad de los indiscernibles: solo tiene sentido hablar de transcurso del tiempo cuando ocurre algún fenómeno; en caso contrario, las unidades de tiempo son indiscernibles, y, por tanto, iguales [MATAIX, 1999, pp. 64-65].

Este tiempo fenoménico de Leibniz influyó en el tiempo geológico de Buffon, desarrollado en *Las Épocas de la Naturaleza*. El enfriamiento de la Tierra era el motor de las transformaciones, pero a la vez permitía medir el tiempo, que era direccional [ALSINA, 2012, pp. 124-125]. Sin embargo, el propio Buffon, en una obra anterior había desarrollado un concepto cíclico o eternalista del tiempo.

Se puede establecer una relación paralela entre la influencia Leibniz- Buffon y Newton-Hutton. El tiempo geológico de Buffon, direccional y marcado por el enfriamiento de la Tierra, se fundamenta filosóficamente en el tiempo fenoménico de Leibniz, mientras que en "tiempo profundo" de Hutton, en el cual se repite indefinidamente su ciclo geológico, se fundamente filosóficamente en el "tiempo absoluto" de Newton.

El ciclo geológico que propone Hutton puede resumirse en cuatro fases [GARCIA-CRUZ, 2001]: 1. Desgaste de los continentes por erosión. 2. Depósito de sedimentos en las profundidades oceánicas. 3. Consolidación de los sedimentos por el calor interno. 4. Elevación de los estratos para formar nuevos continentes.

4. PROBLEMAS EMPÍRICOS RESUELTOS

Los problemas empíricos se refieren a la adecuación de las teorías a la realidad. El éxito de una TI (y de las teorías que la integran) se mide en función del número de problemas empíricos resueltos sin plantear problemas conceptuales (contradicciones).

La *Teoría de la Tierra* de Hutton tiene en su haber la solución de dos importantes problemas empíricos: el origen magmático del basalto y del granito. Para la geología neptunista de Werner, paradigma predominante cuando Hutton publicó su *Teoría de la Tierra*, el basalto era una roca sedimentaria, que se encontraban en los terrenos "Flotes", mientras que en los terrenos de Transición y Primitivos aparecían también "greenstones" relacionados con los basaltos.

Werner interpretó el parecido de los basaltos con determinadas lavas volcánicas con el argumento de que las lavas se formaban a partir de la fusión de los basaltos por la combustión de las capas de carbón infrayacentes, e intentó relacionar la distribución de los basaltos con el carbón. Geólogos como Desmarest, Soulavie, Faujas de Saint-Ford o Dolomieu habían impugnado la interpretación de Werner y sus discípulos y habían presentado pruebas del origen ígneo del basalto.

Hutton abordó el problema del origen ígneo de determinadas rocas a partir de sus presupuestos teóricos, especialmente en lo que se refiere al calor interno de la Tierra o Plutonismo. En la publicación de la *Teoría de la Tierra,* de 1788, no aportó nada sobre el granito. Será en un artículo posterior "Observaciones sobre el granito", publicado en *Transactions of the Royal Society of Edinburgh* en 1794, cuando hará públicas sus observaciones sobre esta roca [GOHAU, 1990, p. 273].

Hutton empieza relacionando el origen de los materiales fundidos o magma con la misma causa, el calor interno, que provoca el levantamiento de los continentes y la consolidación de los estratos.

Después de estas afirmaciones de carácter general, Hutton ya se refiere a los basaltos y pórfidos basálticos: "*No pretendo afirmar que esta demostración sea exacta; más bien es condicional, y procede del supuesto de que el basalto o el pórfido en el que se encuentran estos especímenes, son rocas que estuvieron fundidas. (Teoría de la Tierra, p. 282)".*

Hay que demostrar, en primer lugar, que estas formaciones basálticas son posteriores a las rocas sedimentarias encajantes. En segundo lugar hay que demostrar su afinidad con las lavas, formadas ambas a partir del mismo magma, pero que ha solidificado en condiciones distintas.

El material líquido ha sido inyectado a gran presión entre los estratos, los cuales pueden aparecer rotos o alterados. A veces no se rompen, y forman una capa semejante a un estrato. Hutton cita diversas observaciones a favor de su hipótesis: "*Un ejemplo estupendo de este tipo puede verse en el lado sur del Earn, en la carretera de Crief. Tiene veinticuatro yardas de ancho, está en posición vertical, y aparece a muchos pies sobre la superficie del terreno (Teoría de la Tierra, p. 179)".*

La segunda parte del problema consiste en demostrar que las masas de basalto y las lavas extruidas por los volcanes se han formado a partir del mismo magma o material líquido, y que sus diferencias de estructura son debidas a las distintas condiciones de solidificación.

Las "verdaderas lavas" tienen naturaleza vítrea y porosa, debido a las burbujas de gas. Los basaltos, en cambio, son microcristalinos. Hutton explica el origen de estas diferencias.

Hutton razona en términos de la química del flogisto. El "aire fijo" (lo que ahora llamaríamos CO_2) explica la efervescencia, y, por tanto, la estructura porosa de las lavas. La "vitrificación" de la tierra calcárea explica la naturaleza vítrea (no cristalizada) de las mismas.

Tal como ya hemos comentado, en la *Teoría de la Tierra* no se dice nada sobre el granito. En su artículo "Observaciones sobre el granito", publicado en 1794, Hutton extiende sus razonamientos, ya expuestos, sobre al basalto al problema del granito. Las grandes masas de magma granítico, los batolitos, son los responsables del levantamiento de los estratos y de su inclinación, con lo cual esta roca juega un papel fundamental en su teoría.

5. PROBLEMAS CONCEPTUALES

Los problemas conceptuales de una teoría o TI son problemas de coherencia. Los que se refieren a la coherencia de las teorías consigo mismas son los problemas conceptuales internos. Los que se refieren a la coherencia de las teoría con otras teorías ampliamente aceptadas son los problemas conceptuales externos. El éxito de una teoría o TI tiene que ver con la resolución del máximo de problemas empíricos planteando los mínimos problemas conceptuales.

Las teorías de Hutton no presentan problemas conceptuales internos dignos de mención. Con respecto a los problemas externos, la cuestión es más complicada: por un lado entran en conflicto abierto con las ideas dominantes en geología, neptunismo, tiempo direccional y cronología de corta duración; por otro lado están en perfecta consonancia con la filosofía natural de Newton, paradigma indiscutible en el tiempo de Hutton.

Hutton y Newton

Ya hemos visto la relación entre la metodología de Hutton y el método axiomático de Newton. Pero además, las teorías geológicas de Hutton son totalmente congruentes con la filosofía natural newtoniana. Por una parte, Hutton concibe la Tierra como una máquina; por otra, su concepción eternalista del tiempo geológico coincide con el "tiempo absoluto" de Newton, entendiendo por tal el

tiempo matemático y verdadero que transcurre de manera uniforme e independiente de los sucesos que ocurran en él.

La congruencia de las teorías de Hutton con la filosofía natural comúnmente aceptada es una de las claves del éxito del plutonismo. Cumple perfectamente con la definición de Laudan cuando dice que el éxito de una tradición de investigación consiste en solucionar el máximo de problemas empíricos planteando el mínimo de problemas conceptuales. Aunque la geología de Hutton se opone al paradigma dominante en esta materia, que era, como hemos visto, el neptunismo, su congruencia con la filosofía natural newtoniana, así como su éxito en la solución de problemas empíricos, como el origen magmático del basalto y del granito, hace que la TI iniciada por el escoces se vaya desarrollando hasta alcanzas su cenit con la geología de Charles Lyell.

BIBLIOGRAFIA

ALSINA CALVÉS, J. (2012) *Buffon y el descubrimiento del tiempo geológico*. Ed. Nueva República.

GARCIA-CRUZ, C.M. (2001) "Origen y desarrollo histórico del concepto de ciclo geológico". *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra,* 9.3, 222-234.

GARCIA-CRUZ, C.M. (2013) "James Hutton (1726-1797) y el Mito del Eterno Retorno: Interpretación de la Tierra en el siglo XVIII" *Llull,* vol. 36, nº 78, 259-282.

GOHAU, G. (1990) *Les sciences de la Terre aux XVII et XVIII siècles. Naissance de la Geologie.* Paris, Albin Michel.

GOULD, S.J. (1992) *La flecha del tiempo*. Madrid, Alianza Editorial.

HALLAM, A. (1983) *Grandes controversias geológicas.* Barcelona, Editorial Labor.

HUTTON, J. (2004) "Teoría de la Tierra". Traducción castellana de Cándido Manuel García-Cruz. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra,* vol. 12, nº 2 (monográfico) 153-205.

LAUDAN L. (1986) *El progreso y sus problemas. Hacia una teoría del crecimiento científico*. Madrid, Ed. Encuentro.

LOSEE, J. (1979) *Introducción histórica a la filosofía de la ciencia*. Madrid, Alianza Editorial.

MANRIQUE-BONILLA, J.A. (2009a) "Análisis crítico del principio de uniformismo en geología, desde la teoría del conocimiento del filósofo K. R. Popper" *Rev. Acad. Colomb. Cienc.* Vol. XXXIII, nº 129*,* 559-573*.*

MANRIQUE-BONILLA, J.A. (2009b) "Análisis epistemológico de la *Teoría de la Tierra* de James Hutton (1785)" *Geología Colombiana,* nº 34, 57-65.

MATAIX, C. (1999) *El Tiempo Cosmológico*. Madrid, Ed. Síntesis.

RIOJA, A. y ORDOÑEZ, J. (1999) *Teorías del Universo (II). De Galileo a Newton*. Madrid, Ed. Síntesis.

RUSE, M. (1983) *La revolución darwinista*. Madrid, Alianza Editorial.

SEQUEIROS, L., PEDRINACI, E., ÁLVAREZ, R. y VALDIVIA, J. (1997) "James Hutton y su *Teoría de la Tierra* /1795): consideraciones didácticas para educación secundaria" *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra,* 5.1, 11-20*.*

WARTOFSKY, M. W. (1978) *Introducción a la filosofía de la ciencia (1).* Madrid, Alianza Editorial.

GONZÁLEZ REDONDO, F. A. (coord.) (2015) *Ciencia y Técnica entre la Paz y la Guerra. 1714, 1814, 1914*. Madrid, SEHCYT, pp. 949-954.

LA *KURZE KLASSIFIKATION* DE ABRAHAM G. WERNER. UNA TRADUCCIÓN INÉDITA

Enrique Silván Pobes[(1)], Juan Gabriel Morcillo Ortega[(2)]

(1) Depto. Didáctica CC. Experimentales, Universidad Complutense de Madrid, esilpob@edu.ucm.es
(2) Depto. Didáctica CC. Experimentales, Universidad Complutense de Madrid, morcillo@edu.ucm.es

Resumen

En 1787 Abraham Gottlob Werner publicaba en Dresden su *Kurze Klassifikation und Beschreibung der verschiedenen Gebirgsarten*. Si en su trabajo previo de 1773, *Von der Aüsserlichen Keunzeichen der Fossilien*, se observaba ya una primera aproximación a conceptualizaciones "modernas", tales como la distinción entre "lo mineral" y "lo petrológico", en la *Kurze Klassifikation* se aportaba ya una caracterización y clasificación de lo que en otro lugar denominamos los "objetos geológicos" en el estudio científico de la Tierra. En suma, la *Kurze Klassifikation* suponía un paso significativo hacia la Ciencia geológica.

Como es natural, la recepción y asimilación en otro país y otro idioma de un trabajo como el de Werner, exigía un doble esfuerzo. En un sentido, esfuerzo de introducción en la nueva lengua de unos términos para denotar los nuevos conceptos aportados; o, en sentido inverso, de nuevas palabras para representar una intelección novedosa.

Y esta doble realidad es la que se manifiesta en el manuscrito que se presenta en este Congreso: una traducción al español inédita de la *Kurze Klassifikation*, que va a datarse, atribuirse y comentarse a partir de este doble análisis conceptual y terminológico.

Palabras Clave: Abraham G. Werner, Kurze Klassifikation, Ciencia geológica, Filosofía de la Geología, Historia de la Geología.

ABRAHAM G. WERNER'S *KURZE KLASSIFIKATION*. ANALYSIS OF AN UNPUBLISHED TRANSLATION

Abstract

In 1787 Abraham Gottlob Werner published in Dresden his *Kurze Klassifikation und Beschreibung der verschiedenen Gebirgsarten*. If in a previous work of 1773, *Von der Aüsserlichen Keunzeichen der Fossilien*, it was observed a first approach to "modern" concepts as the distinction between "mineral kinds" and "petrological kinds", in his *Kurze Klassifikation* he provided a new characterization and classification of what in other paper we called "geological objects" for the scientific study of the Earth. In short, the *Kurze Klassifikation* meant a significant step towards a real Geological Science.

As it might be expected, the reception and assimilation of such a work as Werner's in a different country with a different language required a double effort. In a sense, the effort of introducing new words in the new language in order to denote the new founding concepts; or, in the reverse, the effort of introducing new words to represent a novel insight.

And this double perspective manifests itself in the manuscript brought before this Congress: an unpublished Spanish translation of the *Kurze Klassifikation*, which is dated, attributed and analyzed from the point of view of this double, conceptual and terminological, analysis.

Keywords: Abraham G. Werner, Kurze Klassifikation, Geological Science, Philosophy of Geology, History of Geology

1. EL MANUSCRITO INÉDITO DE LA *KURZE KLASSIFIKATION*: ASPECTOS FORMALES

Resulta llamativo que, siendo España el país que más tempranamente enviara alumnos suyos a la academia de minas de Freiberg, no se haya traducido al español ninguna de las obras del más señalado profesor de dicha institución. En realidad, es más adecuado decir que no se haya publicado nunca la traducción de tales obras, pues en la biblioteca del Instituto Geominero existe un manuscrito con la traducción del más famoso trabajo de A. G. Werner: su *Kurze Klassifikation und Beschreibung der verschiedenen Gebirgsarten*.

Se trata de un manuscrito en hojas de tamaño cuartilla obtenidas de doblar folios y, a partir de ello, unos cuadernillos que han permitido coser artesanalmente el panfleto en el que se suman en total 24 páginas (la publicación alemana de Dresden de 1787 comprende 28 páginas).

En la carátula, ocupada por el título, aparecen, además: a) de una parte, en la esquina superior derecha, un sello que dice “Comisión del mapa geológico, España, biblioteca” junto al número 2935 (el mismo sello y el mismo número aparecen en la página 24); y, de otra, b) en la esquina inferior derecha lo que parece es un registro “R. 11574”, mientras que en las páginas 4 y 19 se encuentra un sello que dice “Instituto geológico y minero-Biblioteca” y algo más que nos resulta ilegible.

La letra con la que está escrito todo el documento parece ser de la misma mano, pues no se notan cambios en la caligrafía más allá de los propios del cansancio de escribir. Es un modelo de letra propio de finales del S. XVIII y principios del XIX, aunque hemos cotejado el escrito con otros de esas mismas fechas y no encontramos semejanzas suficientes para atribuirlos a algún autor en particular.

Habrá que tener en cuenta, a su vez, que eran días en que se dictaba a un secretario lo que se pretendía que quedara “en limpio” y en ese estado se encuentra el manuscrito; esto es, no tiene correcciones ni tachaduras y se puede considerar definitivo.

En la primera página nos encontramos con una introducción ajena a la edición alemana, pues contiene, por un lado, unos párrafos sobre el significado de la geología y, por otro, un extraño conjunto de despistantes afirmaciones. La propia definición de geología que se introduce no se corresponde con la época de Werner. Por de pronto utiliza la palabra ‘geología’, y éste es un término que no usaría el alemán, que solo consideraba la ‘Geognosia’ y ‘Geografía mineralógica’.

Es más, algunos detalles parecen indicar que el texto no tenía como destino su publicación. Por ejemplo, aparecen diversas notas a pie de página que van atrasadas respecto del texto alemán. En éste la nota a) se refiere al mismo título de la obra, mientras que el autor del manuscrito no lo trata. El texto alemán usa la palabra ‘Gebirgsarten’, que nuestro autor, a veces, traduce como ‘rocas’, término que, en general, en la época de Werner significaba ‘peñasco’ y solo décadas después tendría el actual sentido. Sin embargo, otras veces utiliza la palabra ‘montañas’.

También puede destacarse que el traductor usa algunas contracciones de forma habitual, como es el caso de poner ‘q’ en vez de ‘qué’. Así mismo aparecen de vez en cuando adverbios de modo contraídos por medio de poner ‘nte’ en superíndice.

2. EN TORNO A LA TRADUCCIÓN Y SU POSIBLE AUTORÍA

En una de las hojas se encuentra un grabado con la imagen de A. G. Werner sujeto por el método de cuatro ranuras donde se encajan las esquinas de tal grabado, así mismo, y suelto, se encontraba el grabado del busto de un ingeniero de minas que hemos de considerar que es Fausto de Elhuyar.

Considerar que Fausto de Elhuyar y Zubice pudiera ser autor de esas páginas es consecuencia remota de la existencia de la *Sociedad Bascongada de Amigos del País***,** puesto que cuando se decide crear el *Seminario de Vergara* y ante la necesidad de dotar a esa institución de un profesor de mineralogía y minería, se acude a este hombre, y, para formarlo en tales materias, se le concede una beca de estudios en la *Academia de Minas* de Freiberg, Alemania [SILVÁN LÓPEZ ALMOGUERA, 1953]

La *Academia de Minas* (*Bergakademie*) de Freiberg se había creado recientemente; en concreto, la fecha de 13 de Noviembre de 1765 parece ser la de inicio del proyecto patrocinado bajo los auspicios de Friederich Wilhelm von Oppel y Friederich Anton von Heynitz, este ultimo ministro de industria y minas. La razón de ser de esta institución, primera de su tipo en el mundo, era la formación de técnicos capaces de explotar con eficiencia los yacimientos mineros así como encontrarlos y valorarlos. En esta academia impartía docencia A. G. Werner y sus dos obras principales se encontraban en relación con el programa que se seguía [SILVÁN POBES Y GONZÁLEZ REDONDO, 2006].

Circulaban entre los alumnos publicaciones consistentes en sus supuestos, notas de clase y porciones de otros textos de mineralogía como los de Wiedenmann y Emmerling, ambos pupilos de nuestro autor, y se ve que algunos alumnos utilizaron el texto de *Von der Aüsserlichen Kennzeichen der Fossilien* junto con apuntes de clase para obtener algún beneficio.

Estas ediciones, sin la supervisión del maestro, le produjeron un gran enojo y advirtió de forma tajante que no iba a autorizar en lo sucesivo ese tipo de especulación mercantilista, por más que en el pasado había tenido los ojos cerrados y que estaba revisando sus trabajos sobre las distintas ramas de la ciencia que profesaba para que aparecieran "…inmediatamente uno detrás de otro enriquecido por sus últimas observaciones y descubrimientos". Desdichadamente no se hizo nunca la revisión ni nunca apareció la publicación.

Esta reacción de enfado por parte del maestro es muy posible que hiciera que su obra no se publicara en nuestro idioma. En la publicación francesa (de 1790) de *Los caracteres exteriores de los fósiles* intervino uno de sus primeros alumnos con renombre internacional, el español Fausto de Elhuyar, el cual, hacia 1785, ya veía claro que no había intención por parte de Werner de publicar una nueva edición de su libro. En efecto, durante un viaje por Francia en el que tuvo que pasar por Dijón, Elhuyar aprovechó para visitar a Mme. Guyton de Morveau. Esta amiga del futuro descubridor del wolframio se interesó en la traducción de la obra de Werner, de modo que Elhuyar, al poco tiempo, remitió a la dama un manuscrito con el texto más las anotaciones que había tomado en las lecciones del maestro. Mme. de Morveau tradujo todo esto y, en 1790, se publico en Dijón la versión francesa del libro con el título *Traité des caractéres extérieurs des fósiles*.

De ese texto remitido saldría la versión francesa que, dado que llevaba materia adicional, se ha considerado como texto original.

A partir de la publicación de *Von den Aüsserlichen Kennzeichen der Fossilien* (1774) se creó una enorme expectación entre los científicos de Europa y comenzó a desarrollarse una línea de investigación con ánimo de avanzar en la clasificación y determinación de los minerales. Muchas personas interesadas en ello pidieron a Werner una nueva edición sin que hubiera resultado alguno, sus ideas neptunistas le ocupaban cada vez más y más tiempo. Así pues, fueron apareciendo en distintos idiomas europeos (especialmente en inglés y francés) libros de texto sobre los caracteres

externos de los minerales, que consistían esencialmente en traducciones del texto (de mayor o menor extensión) del profesor con el añadido de notas de las clases dictadas por Werner.

En la mayoría de los libros o artículos que tratan sobre Werner se puede leer en 1787. En Dresden, se publicaba por primera vez una pequeña obra, tan sólo 28 páginas en cuarto, titulada *Kurze Klassification und Besreibung der verschiedenen Gebegsarten*. Pero esto no es verdad, pues la primera versión publicada aparecía el año anterior, en la *Abhandlungen der Böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften*, en forma de artículo.

El error se hubiera podido solventar si los autores usaran información de primera mano o consultaran a los expertos. Cierto es que la fuente principal sobre Werner [VON FRISCH, 1925] no incluye la antes citada publicación. Aún así, Franz Ambrosius Reuss [1804] en su *Lehrbuch der Mineralogie* y Christian Keferstein [1840] en su *Gesichte und Litteratur der Geognosie* sí citan el artículo de 1786.

3. ASPECTOS ESENCIALES DE LA *KURZE KLASIFICATION* A PARTIR DE LA TRADUCCIÓN

En cualquier caso, la obra muestra una capacidad pasmosa de concentración y síntesis, y en ella Werner expone la mayoría de sus ideas sobre la Tierra y su estructura; es el trabajo con el que entraría en la polémica Neptunismo-Plutonismo, como se llamaría más tarde, poniéndose él a partir de esa publicación a la cabeza de la teoría neptunista.

En el prólogo de esta obra, el editor comunica que: “Este tratado no es más que principalmente un simple bosquejo, a causa de que esta importante materia, se tratará luego con más extensión por el sabio autor en una obra particular”. Con esto nos da idea del sentido de la publicación, que es un bosquejo, no es una obra completa, y el no haber tenido en cuenta este comentario y una mala interpretación de una nota, dieron lugar a un equívoco de importancia, pero no es éste el lugar ni el momento para tratar de ello. En todo caso, el primer apartado comienza como sigue:

> *§1. De las diferentes especies de roca en general*. Por grande que parezca a primera vista la variedad de las especies de piedras que componen las montañas, o en general la masa de nuestro continente, se halla sin embargo a un examen más exacto, que sus diferencias no van al infinitos, y que la mayor parte de ellas con respecto a su naturaleza, se dejan bien distinguir y denominar.
>
> Es aun verosímil que conozcamos ya la mayor parte de dichas especies, pues según las observaciones del viajero naturalista las rocas aun de los países más distantes convienen comúnmente con las que nos son conocidas.

En la primera frase del párrafo habla de nuestro continente, las evidencias con que cuenta son las propias y las que encuentra en la literatura, son pruebas que provienen de lugares próximos y de ellas concluye que la clasificación es posible.

La segunda frase por un lado indica que ya se sabe mucho, y por el otro, que lo que se sabe es aplicable a todo el mundo, eso es así porque los que han viajado a lugares lejanos encuentran semejanzas suficientes como para considerarlo de tal forma.

Mediante un método de abstracción adecuado, las diferencias pierden importancia en favor de las semejanzas seleccionadas como criterio de clasificación y de aquí surge una categorización fundamental en dejar claros los objetos de interés de la geología.

El segundo apartado también merece algunos comentarios:

> *§2.* Sin embargo reina en las obras de mineralogía, una confusión asombrosa en la clasificación y denominación de estas rocas. Una clasificación de ellas clara y bien hecha será tanto más necesaria á la mineralogía cuanto al presente se escribe mucho sobre la Geognosia y geografía mineralógica, y q. la designación y clasificación de estos cuerpos, según la han hecho los mineralogistas antiguos (a) ha llegado á ser del todo insuficiente, á causa de nuevas y frecuentes observaciones q. se han hecho en esta ciencia.

El autor indica las deficiencias de los anteriores a él, tanto por el desbarajuste en el que se estaba como por las novedades que iban apareciendo. En todo caso deja ver que falta sistemática y abstracción, sin dejar de lado la dificultad de las diversas denominaciones dadas por cada autor para la misma cosa.

Y, para no hacer demasiado extensa una lectura comentada que aconsejamos realicen directamente del original los interesados, el tercer y último apartado que vamos a analizar aquí apuntaba lo siguiente:

> *§3.* Daré aquí una breve caracterización y clasificación de estas especies de rocas, observando fiel el principio q. he adoptado de no introducir otras, q. aquellas de cuya verdadera existencia estoy persuadido porque creo sería del todo fuera de propósito, y aun falso el recibir desde luego el sistema de la historia natural, por especies nuevas, cuerpos q. sin ninguna precisión, han sido nombrados por otros, como especies nuevas y particulares, y recibido efectivam^{te} como tales, sin otro examen, y sin esperar una mejor confirmación (b). Por esto se acumulan muchos seres imaginarios, q. no existen en la historia natural, en lugar q. se debía tener cuidado de exterminarlos siempre de mas en mas para depurar el sistema de la naturaleza.

Y aquí nos lo explica con mayor precisión, aclarando que se sigue su sistema, ese al que nos hemos referido líneas arriba, el que se consigue con la debida abstracción y método.

La nueva denominación, o, por lo menos, la que se define en cada uno de los apartados con que elabora el texto, le permite exterminar lo erróneo, mal descrito o mal nombrado.

4. CONSIDERACIONES FINALES A MODO DE CONCLUSIONES

El olvido es algo tan común que lo tenemos como algo natural. Y el caso que estamos tratando es un ejemplo magnifico de ello.

Werner es un autor casi desconocido. Se da el caso incluso de aparecer referido como Wegener (parecería como que la abundancia de textos sobre tectónica global y sus antecedentes lo han inducido) y su aportación fundamental a la hora de aclarar el campo de interés de la geología ha pasado a ser un conocimiento de los de siempre.

El hundimiento del neptunismo tiene en gran parte la culpa, hasta el punto de que un pequeño texto, de la importancia como el que aquí se trata, haya pasado desapercibido al tipo de historiadores de la geología que rastrean y excavan en archivos y bibliotecas en busca de rarezas.

No era difícil dar con él, pues el sistema de búsqueda de la biblioteca donde se encuentra nos remite con rapidez y nos indica su ubicación. Pero ¿a quién le puede interesar A. G. Werner hoy en día?

5. BIBLIOGRAFÍA

ADAMS, F. W. (1954) *The Birth and Development of the geological Sciences*. Nueva York, Dover.

CUVIER, G. (1821) "Historical Eloge of Abraham Gottlob Werner, read at a sitting of the Royal Institute de France". *The Edinburg Philosophical Journal,* 4, 1-16.

GEIKIE, A. (1897) *Founders of Geology*. Nueva York, Dover.

KEFERSTEIN, C. (1840) *Geschischte und Literatur der Geognosie.* Halle: Johan Friederich Lippert.

OSPOVAT, A. M. (1967) "The Place of the *Kurze Klassifikation* in the work of A. G. Werner". *Isis*, 58(1), 90-95.

REUSS, F. A. (1805) *Lehrbuch der Mineralogie*. Leipzig, Friederich Gotthold Jacobaer.

SILVAN LOPEZ ALMOGUERA, L. (1953) *Los estudios científicos en Vergara a finales del siglo XVIII.* San Sebastián, Biblioteca Vascongada de Amigos del País.

SILVAN POBES, E. Y GONZALEZ REDONDO, F. A. (2006) "A.G. Werner (1749-1817): los objetos geológicos en el estudio científico de la Tierra y su enseñanza". *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 14(3), 231-239.

VON FRISCH, S. G. (1925) *Lebensbeschreibung Abraham Gottlob Werners*. Leipzig, F. A. Brockhaus.

WERNER, A. G. (1774) *Von den aeusserlichen Kennzeichen der Fossilien*. Leipzig, Crusius. Edición en francés, París, 1790. Edición en inglés, Edimburgo, 1849-1850.

WERNER, A. G. (1787) *Kurze Klassifikation und Beschreibung der verschiedenen Gebirgsarten*. Dresden.

GONZÁLEZ REDONDO, F. A. (coord.) (2015) *Ciencia y Técnica entre la Paz y la Guerra. 1714, 1814, 1914*. Madrid, SEHCYT, pp. 955-962.

LUCAS FERNÁNDEZ NAVARRO. EL INICIADOR DE LA VULCANOLOGÍA EN ESPAÑA

José Luis Barrera Morate(1)

(1) ICOG, Miembro de INHIGEO. Raquel Meller 7 (local), 28027 Madrid. España. biotita@arrakis.es

Resumen

Aunque ya en el s. XIX y principios del XX los geólogos Francisco Quiroga, Salvador Calderón y Eduardo Hernández-Pacheco realizaron algunos trabajos petrológicos o cartográficos sobre el vulcanismo peninsular y canario, ninguno de ellos desarrolló una investigación sistemática tan profunda y continuada como Lucas Fernández y Navarro (1869-1930). Las prematuras muertes de Quiroga y Calderón (sus maestros), y la dedicación a otra temática profesional de Hernandez-Pacheco, le llevaron a continuar con más dedicación y desarrollo la investigación vulcanológica española, pudiéndosele considerar el primer vulcanólogo español. Sus estudios marcaron en España una época dorada en la vulcanología, y su prestigio transcendió a Europa cuando estudió la erupción volcánica del Chinyero, Tenerife, en 1909. Su muerte en 1930, a los 61 años, frustró la carrera del que ya se decía era un vulcanólogo de gran relevancia nacional e internacional.

Palabras Clave: Fernández Navarro, Volcanes, Vulcanología, Islas Canarias.

LUCAS FERNÁNDEZ NAVARRO. THE BEGINNER OF VULCANOLOGY IN SPAIN

Abstract

Although geologists Francisco Quiroga, Salvador Calderón and Eduardo Hernández-Pacheco performed petrology and cartography work on volcanism in the peninsula and the Canary Islands in the 19th century and early 20th century none of them developed a systematic in depth research as that carried out by Lucas Fernández Navarro. The early deaths of F. Quiroga and S. Calderón (his teachers) as well as E. Hernández Pacheco's dedication to another professional field led Lucas Fernandez y Navarro to a continued dedication to volcanology research and development in Spain. Thus, he is considered the first Spanish volcanologist whose research led to Spain´s Golden Age in volcanology. His prestige as well as his studies on volcanic eruption in Chiyero in Tenerife in 1909 spread throughout Europe. His death in 1930 at the age of 61 frustrated the professional career of an outstanding national and international volcanologist.

Keywords: Fernandez Navarro, Volcanoes, Vulcanology, Canary Island.

1. NACIMIENTO, ESTUDIOS DE BACHILLERATO Y UNIVERSITARIOS

Lucas Fernández y Navarro nació el 3 de enero de 1869 en Guadalajara, donde su padre, Inocente Fernández-Abas, era catedrático de Matemáticas del Instituto provincial. Unos meses antes

de su nacimiento comenzaba en España el Sexenio Revolucionario, siendo su padre el representante por Guadalajara del Pacto Federal castellano, un movimiento político de tendencia republicana.

Lucas estudió brillantemente el bachillerato con la calificación de sobresaliente, en el Instituto provincial entre los años 1878 y1884, donde su padre había sido director desde 1871 a 1874 [ARCHIVO BRIANDA DE MENDOZA]. Lucas heredó del padre la afición por las Ciencias, y desde que Francisco Quiroga entró de ayudante en el Museo de Ciencias Naturales en 1879, se ha dicho que le acompañaba en las excursiones de campo a recoger minerales [BARREIRO, 1992]. Esta relación docente sería el embrión de lo que más tarde llevó a Fernández Navarro a entrar como ayudante en el Museo de Ciencias.

Lucas se trasladó a Madrid en el año 1885 donde comenzó la carrera de Ciencias, sección de Naturales, en la Universidad Central, donde se licenció en julio de 1891 con la calificación de sobresaliente.



Figura 1. Retrato de Lucas Fernandez Navarro.

2. LOS INICIOS DE SU CARRERA DOCENTE E INVESTIGADORA

El año anterior a finalizar su licenciatura, Fernández Navarro [Figura 1] logró su primer empleo como ayudante del MCN [BARREIRO, 1992] en la sección de Mineralogía y Cristalografía que dirigía Quiroga. Era tal su laboriosidad, que Quiroga le consideró su discípulo predilecto. Al terminar su licenciatura, solicitó participar en la oposición a Ayudante 2º del MCN [AGAa]. Ese mismo año de 1890, Fernández Navarro es admitido como socio en la SEHN (Sociedad Española de Historia Natural), en sesión del 9 de abril de 1890, a propuesta del secretario. Tenía 21 años cumplidos. De la Sociedad Española de Historia Natural fue Fernández Navarro presidente en el año 1927, y, junto con la JAE, fueron las instituciones principales que contribuyeron a sus proyectos de investigación.

En 1893 defiende su tesis doctoral obteniendo la calificación de sobresaliente. En el año 1895 se le nombra por unanimidad Ayudante 1º en el Museo de Ciencias, cargo del que cesa en 1898 tras ganar, por oposición, la cátedra de Historia Natural del IEM de Almería, donde permaneció dos años, [MARTÍN CARDOSO, 1931, y AGAa]. Las oposiciones a instituto era una alternativa que Fernandez Navarro venía barajando debido a las adversidades que encontraba en el Museo para proseguir su trabajo de investigación, como fueron la muerte de su mentor, Quiroga, y el desastroso traslado del MCN.

En el verano del año 1901, Ignacio Bolívar fue nombrado director del Museo de Ciencias. Con su llegada, el centro vivió una etapa de renovación y de vigoroso impulso que le permitió recuperar gran parte de su antiguo prestigio. Para desembalar y ordenar las colecciones, Bolívar solicitó el traslado temporal de varios profesores que habían trabajado anteriormente en el Museo y, entre ellos, se encontraba Fernández Navarro. En noviembre de 1901, con la autorización favorable del Instituto de Soria, se le permite que pase en Comisión de Servicio al Museo, bajo la dirección del jefe de la Sección que era Salvador Calderón [ARCHIVO DE LA UCM].

3. CATEDRÁTICO DE CRISTALOGRAFÍA

En el verano de 1901, se convocan las oposiciones a la cátedra de Cristalografía de la Universidad Central [AGAb]. En febrero de 1902, se presentan Lucas Fernandez Navarro, Eduardo Hernandez-Pacheco, y cuatro candidatos más. El tribunal excluye a Hernandez-Pacheco por ser vocal suplente y no haber renunciado a ello. Una vez realizados todos los ejercicios y votaciones, en mayo de ese año la gana la oposición Lucas Fernandez Navarro.

La dedicación de Fernández Navarro al estudio de la Cristalografía había sido pequeña y modesta, pues dedicó más tiempo a la Mineralogía y Petrografía que a esta ciencia emergente. Hasta ese año de 1902, no había publicado nada sobre Cristalografía. Probablemente, impuesto por la circunstancia de ser nombrado catedrático de esa disciplina, se vio en la obligación de difundir los conceptos de esta materia, y, en ese año, publica su libro de *Cristalografía* [FERNÁNDEZ NAVARRO, 1902]. Además de ese libro, Fernandez Navarro hizo pocas aportaciones a la investigación y progreso de la Cristalografía, como se deduce de su bibliografía. Eso sí, se encargó de su difusión docente y de que otros discípulos pudieran desarrollarla con más dedicación, como fue el caso de Gabriel Martín Cardoso (1896-1954). No obstante, Fernandez Navarro, a finales de 1902, solicita dinero para realizar un viaje a visitar laboratorios de Cristalografía en Francia y Alemania, pero el ministerio se lo deniega diciendo: "…no habiendo en el presupuesto cantidad para el servicio a que se alude…" [AGAc].

4. SU PRIMER CONTACTO CON LOS VOLCANES, OLOT. 1903-1904

El crecimiento de la SEHN, favoreció las nuevas inquietudes investigadoras y de viajes de Fernandez Navarro. En 1903, siendo ministro de Instrucción Pública Allendesalazar, uno de los socios protectores de la SEHN, se nombró Real a la Sociedad y se la declaró de utilidad pública, consignándose por primera vez en los presupuestos la subvención de 5.000 ptas, cantidad que permitió realizar la campaña de los volcanes de Olot a Cazurro, Calderón y Fernandez Navarro [HERNÁNDEZ-PACHECO *et al*., 1914, Introducción], por el poco conocimiento que se tenía de ella y por lo bien que estaban conservados los edificios volcánicos [CALDERÓN *et al*., 1907]. Por cuestiones logísticas, esta primera campaña de investigación, no se realizó hasta el verano de 1904.

Para el estudio de Olot, la RSEHN nombra una comisión que estaba integrada por: Salvador Calderón, catedrático de Mineralogía en Madrid, Lucas Fernández Navarro, catedrático de Cristalografía en Madrid, Manuel Cazurro, catedrático en el Instituto de Gerona y uno de los pocos geólogos de la época que sabía algo de volcanes, y Eugenio Arlet, del Instituto de Tarragona. La idea de seleccionar esta región gerundense pudo venir de Cazurro que ya la conocía de viajes anteriores y había recolectado gran número de rocas volcánicas y sedimentarias que habían pasado a las colecciones del Museo de Ciencias.

La expedición se concretó a una exploración geológica de conjunto, sólo de la zona de Olot, El estudio se extendió al año siguiente (1905) aunque sin Fernández Navarro, ya que decidió irse en esas mismas fechas al norte de Marruecos comisionado por la nueva comisión que creó la RSEHN.

El estudio completo correspondiente a las dos campañas se publicó en las Memorias de la Sociedad [CALDERÓN *et al*., 1907]. Fernández Navarro contribuyó con el estudio petrográfico y geoquímico de las muestras volcánica, y fue, sin duda, muy destacable y pionera en España, pues incorporó análisis químicos de las rocas e incluso el cálculo de la Norma CIPW (cálculo matemático para determinar la composición mineralógica teórica a partir del análisis químico de rocas magmáticas), una técnica que resultaba una auténtica modernidad para la época. En su afán de aportar la mejor información geoquímica, Fernández Navarro envió sus resultados a Henry S. Washington, uno de los mejores especialistas de análisis de rocas el mundo y autor de la Norma CIPW. Washington, no solo le calculó la norma de los análisis, sino que le envió tres análisis inéditos que tenía de la misma zona volcánica de Olot y que había realizado para la Carnegie Institution de Washington [CALDERÓN *et al*., 1907]. Aquí comenzó la amistad entre Fernández Navarro y Washington que se prolongó durante años y que llegó a lo más alto cuando ambos formaron parte de la Junta de la Sección de Vulcanología de la Unión Geofísica Internacional.

5. PRIMER VIAJE AL NORTE DE ÁFRICA Y A LAS ISLAS CANARIAS

En mayo del año 1905, se constituye la *Comisión Permanente para la exploración y estudio del Noroeste de África* de la RSEHN [ACNa], que tenía como objeto el estudio científico Histórico-Natural del norte de Marruecos, a imagen y semejanza de lo que venían haciendo los franceses en todo el norte de África. Había una necesidad imperiosa de conocer los recursos naturales del norte de Marruecos antes de que lo hicieran otras potencias europeas como Inglaterra y Alemania.

El presidente de la Comisión era Manuel Allendesalazar, un político que fue ministro en varias ocasiones durante la primera década del s. XX, y que conocía muy bien los entresijos del gobierno. Entre los vocales estaba el único geólogo de la Comision, Salvador Calderón.

En el acta de constitución, y una vez efectuados los nombramientos, Allendesalazar “Dio las gracias.... a todos los señores citados por el concurso que se proponían prestar a los propósitos de la Real Sociedad que eran los de realizar una exploración científica intensiva del Noroeste de África, propósito que, aparte del grande interés científico que entrañaba, tenía también un alto fin patriótico...”. Conviene destacar que la Comisión también señaló que las exploraciones se extendiesen al archipiélago canario, una circunstancia que favoreció mucho las investigaciones vulcanológicas de Fernandez Navarro.

En el mismo acto de constitución, Fernández Navarro, llevado por su impulso natural y sin querer esperar a las fechas de otoño, que eran las propuestas para el comienzo de la campaña, ya tenía preparado su proyecto de exploración en Marruecos [ACNc], presentado a Bolivar, que hizo público a la Comisión, para los meses de junio a agosto. Tenía 36.

Por las cuentas que presentó al volver de su viaje, conocemos las fechas y lugares que exploró [ACNb]. El viaje duró desde el 15 de junio hasta el 18 de agosto de 1905, visitando Melilla, las islas Chafarinas, Peñón de Vélez, Alhucemas, Alborán y Ceuta, varios de ellos, territorios volcánicos (alrededores de Melilla, Chafarinas y Alborán). Los resultados científicos del viaje se publicaron tres años más tarde [FERNÁNDEZ NAVARRO, 1908a].

La capacidad económica de la Comisión entró en crisis a finales de 1905 por falta de subvenciones, y por las tensiones militares en el terreno de Melilla. Sólo la influencia política de Ignacio Bolivar, director del Museo de Ciencias, salvó la situación en el último momento que, junto al voluntarismo de los socios de la RSEHN, la recordó años más tarde Fernández Navarro en una

conferencia sobre Marruecos, en el Ateneo de Madrid, en abril de 1921 [FERNÁNDEZ NAVARRO, 1921]: "... el patriotismo de una modesta asociación particular nos salva del sonrojo de no tener activo alguno que presentar cuando se nos pregunta por nuestra labor científica actual de África".

A pesar del escaso presupuesto, Fernández Navarro va comisionado por la RSEHN para estudiar la geología de la isla de El Hierro que, por ser la menos conocida, interesa más estudiar [FERNÁNDEZ NAVARRO, 1908b]. El viaje lo realizó durante parte de los meses de junio y julio de 1906, que eran los de sus vacaciones docentes, y no lo pudo prolongar mucho debido a la escasez presupuestaria, aunque también visitó Gran Canaria, Tenerife, La Palma y La Gomera. El resultado del estudio lo publicó dos años más tarde en las Memorias de la RSEHN [FERNÁNDEZ NAVARRO, 1908b]. Además de una descripción de campo bastante completa y acertada, hace un estudio petrográfico de las principales rocas que tiene la isla. De las observaciones que realizó, tal vez, la más llamativa es la de interpretar la depresión del Golfo como un gran cráter de explosión. En aquella época, ni Fernández Navarro ni ningún otro geólogo extranjero, pensaban en fenómenos de deslizamientos como causa de esta espectacular depresión.

Dentro del programa que tenía la Comisión de explorar las islas Canarias, también estaba previsto que Salvador Calderón, acompañado de Eduardo Hernández-Pacheco, viajaran comisionados ese mismo verano a Lanzarote y Fuerteventura, pero la enfermedad de Calderón pospuso el viaje al verano del año siguiente.

6. CONTINÚA CON EL ESTUDIO DE LOS VOLCANES ESPAÑOLES

La erupción ocurrida en abril de 1906 en el Vesubio (Nápoles) fue especialmente destructiva, con una cantidad de lava nunca registrada en una erupción vesubiana. Este acontecimiento le sirvió a Fernandez Navarro para publicar un artículo sobre la peligrosidad del volcán y sus erupciones históricas [FERNÁNDEZ NAVARRO, 1906]. Con el artículo, Fernández Navarro quería llamar la atención sobre el riesgo volcánico a la vez que ampliaba -aunque fuera bibliográficamente- sus conocimientos vulcanológicos.

Si la constitución de la *Comisión para el estudio del Noroeste de África* dio un impulso inicial a las investigaciones en Marruecos, la creación de la Junta para la Ampliación de Estudios (JAE), en 1907, fue un apoyo muy importante para la investigación y el desarrollo científico en España. En su seno se formaron y trabajaron los mejores intelectuales y científicos de España en el periodo 1907 y 1939, entre los que se encontraban los geólogos de la época pertenecientes al MCN y la Universidad.

Durante la sesión del 6 de febrero de 1907 de la RSEHN, el socio Gregorio Sabater, alumno de la Facultad de Ciencias, comunicó que en una excursión por la región valenciana había descubierto una zona volcánica muy interesante y sin estudiar. Sabater destacó el interés que tenían las rocas volcánicas del cerro de Agras, cerca de Cofrentes, proponiendo hacer una excursión para su investigación. A esta comunicación de Sabater respondió Fernández Navarro manifestando la importancia vulcanológica que tenían esas rocas basálticas que había traído Sabater, y propuso la formación de una comisión que estudiara esa región volcánica aun inédita [FERNÁNDEZ NAVARRO, 1907]. El resultado fue que el propio Fernández Navarro, acompañado de Sabater Diana, fueron a estudiarlas, pensionados por la JAE, a finales de verano de 1907.

También, en ese verano de 1907, se hace por fin el viaje a Lanzarote de Eduardo Hernández-Pacheco que había quedado pospuesto el verano anterior, aunque, en este nuevo intento, tampoco pudo ir Calderón por problemas de salud, y fue sustituido por el joven naturalista de Zaragoza Francisco Aranda Millán. ¿Por qué no se designó a Fernández Navarro para acompañar a Pacheco, pues ya había empezado la investigación de las islas Canarias con su viaje a la isla de El Hierro, en 1906, y tenía experiencia en terrenos volcánicos? No conocemos la razón, pero el resultado final fue

que Eduardo nunca más visitó el archipiélago canario, y la investigación vulcanológica española de los años siguientes la realizó en exclusiva Lucas Fernández Navarro desde el MCN y la Universidad Central.

A pesar de la tensión bélica que se vivía en el norte de Marruecos, sobre todo en la zona occidental ocupada por Francia, las exploraciones geológicas continuaron en la zona oriental. Así el MCN, confió a Odón de Buen, el fundador de la Oceanografía española, la dirección de una nueva campaña en Marruecos, centrada principalmente en la fauna marina. Sin embargo, se vio conveniente que también fueran geólogos para completar los estudios geológicos de años anteriores. Así, el Museo de Ciencias comisionó a Fernández Navarro en este su segundo viaje al norte de Marruecos, continuación del que había hecho en 1905. Se hicieron excursiones por el entorno, como la que realizaron al Gurugú (edificio volcánico), donde Fernández Navarro recogió abundantes muestras volcánicas. Otros lugares de interés geológico fueron la desembocadura del río Muluya, el Cabo de Agua, las islas Chafarinas (donde pasaron varios días) y el cabo de Tres Forcas (afloramientos volcánicos).

Pero en Marruecos, la situación iba a peor. En julio de 1909 estalla la guerra entre rifeños y españoles en la zona oriental, lo que hizo imposible cualquier exploración de aquel territorio, aunque la suerte se alió con Fernandez Navarro y le permitió continuar con sus investigaciones en otra zona. Con la erupción del volcán Chinyero en 1909, en Tenerife, se le presentó la oportunidad fortuita de volver a Canarias y estudiar en directo una erupción volcánica.

7. NUEVAS INVESTIGACIONES VULCANOLÓGICAS EN CANARIAS. OTOÑO DE 1909

Después de sus investigaciones en la isla de El Hierro, en 1906, la erupción del volcán Chinyero fue para Fernández Navarro la mejor oportunidad en su vida profesional para el estudio del vulcanismo activo, aunque llegó a la isla cuando la fase principal se había terminado. La erupción comenzó el 18 de noviembre de 1909, en el área de las Cumbres de Abeque, y duró unos 10 días. Aunque llegó tarde, su presencia fue muy valiosa, pues su discípulo Agustín Cabrera, profesor en el instituto de La Laguna, había estado dos veces en el volcán durante la erupción, y había recogido muchos testimonios de la misma y de los testigos presenciales. Fernandez Navarro analizó la fase residual, cartografió las lenguas de lava y conos piroclastos y muestreó los materiales emitidos. La memoria de la erupción se publicó en 1911 [FERNÁNDEZ NAVARRO, 1911] y en ella se describieron perfectamente, y de manera cronológica, toda la evolución dinámica y los fenómenos de la misma, desde los precursores sísmicos hasta el recorrido y características de las lavas. También se reflejaron todos los parámetros físicos y químicos propios de una erupción volcánica y una caracterización petrológica de los materiales emitidos, ilustrados con fotografías microscópicas de las muestras más representativas. El estudio que hizo fue ejemplar, pues tomó incluso muestras de los sublimados de las fumarolas que analizó su joven amigo el químico Ángel del Campo (Cuenca, 1881- Madrid, 1944) que, en aquellas fechas, era auxiliar de Análisis Químicos en la Universidad Central. Era la primera vez que se analizaban este tipo de productos volcánicos en España. La repercusión que tuvo en el mundo científico esta erupción fue muy grande.

Desde la erupción del Chinyero, Fernández Navarro se entusiasmó con el vulcanismo de Canarias, lugar donde volvería varias veces en años posteriores. De esa manera se fue haciendo una idea del fenómeno de la leyenda de la Atlántida y su relación con el vulcanismo, tema de su discurso de ingreso en la Academia de Ciencias Exactas, Físicas Naturales, en el año 1925.

El Ministerio de Instrucción Pública le pensionó en 1911 para estudiar Petrografía y Vulcanología en Paris con el mineralogista y vulcanólogo Alfred Lacroix (1863-1948), con el mineralogista y petrógrafo suizo Louis Duparc (1866-1932) en Ginebra, y en Italia. En ese viaje hizo

excursiones a la región volcánicas de Auvernia, montes Albanos, el Vesubio, Campos Flegreos, Capri, Ischia y museos y universidades de diferentes ciudades europeas, [MARTÍN CARDOSO, 1931].

En julio del año 1911 falleció en Madrid Salvador Calderón, jefe de la Sección de Mineralogía del Museo de Ciencias y catedrático de la Universidad Central. Ante esta circunstancia, el 30 de septiembre, la Facultad de Ciencias propone que Fernández Navarro desempeñe, por acumulación, la cátedra de Mineralogía descriptiva.

En los veranos de 1916 y 1917, Fernández Navarro volvió a Canarias, comisionado por la JAE, para estudiar el Teide, utilizando como base la Cañada de la Grieta y el refugio de Altavista. En la segunda campaña repitió viaje a la isla del Hierro, volcán de Fuencaliente, en La Palma, y Boca de Tauce. Su conocimiento de la vulcanología española se completaba extraordinariamente.

8. SU RECONOCIMIENTO NACIONAL E INTERNACIONAL

Estando muy cercana la celebración del XIII Congreso Geológico Internacional, que se iba a celebrar en Bruselas en agosto de 1922, el Ministerio de Instrucción Pública nombró a Fernández Navarro delegado en el Congreso. Estaba previsto que en dicho Congreso, España presentara su candidatura para que el próximo Congreso Internacional se celebrara en Madrid, en 1926, como así fue. Por ese motivo, desde el año 1923 al 1926 siguió viajando a Canarias, para estudiar las islas de Tenerife, Gran Canaria, Lanzarote y Fuerteventura, preparando la excursión del XIV Congreso Geológico Internacional.

Desde finales de septiembre hasta mediados de noviembre (incluidas las excursiones), se celebró en Madrid, la 2ª Asamblea de la Unión Internacional de Geodesia y Geofísica (UIGG)**.** Las sesiones propiamente dichas tuvieron lugar entre los días 1 y 8 de octubre en el Salón del Congreso de los Diputados, cedido por el Gobierno. A ella asistió Fernández Navarro, en su calidad de vulcanólogo, como miembro del Comité español. En esta asamblea, Fernández Navarro fue nombrado vicepresidente de la Sección de Vulcanología de la UIGG, junto a grandes vulcanólogos y geólogos de la época, como: A. Lacroix (Paris), presidente, H. S. Washington (Washington) y L. Fernández Navarro (Univ. Madrid), como vicepresidentes, A. Malladra (Observatorio Vesubiano) y G. Platania (Universidad de Catania) como secretarios.

En mayo de 1925 se constituye la Sección de Vulcanología del Comité Nacional de Geodesia y Geofísica (Instituto Geográfico) de la que fue presidente Fernandez Navarro.

En el XIV Congreso Geológico Internacional celebrado el 24 de mayo de 1926 en el Instituto Geológico de España en Madrid, llevó la representación del MCN [BARREIRO, 1992], dirigiendo la excursión de Canarias programada.

Desde 1928, a Fernández Navarro se le declaró una enfermedad degenerativa que le afectaba al cerebro [MARTÍN CARDOSO, 1931]. El 31 de octubre de l930, a las seis y media de la tarde, falleció en Madrid, en su domicilio de la c/ Velázquez 76, a consecuencia de parálisis general progresiva.

BIBLIOGRAFÍA

ACNa (ARCHIVO MUSEO CIENCIAS NATURALES) Constitución de la Comisión Permanente para la exploración y estudio del Noroeste de África. Sig. 0281/006. Madrid.

ACNb (ARCHIVO MUSEO CIENCIAS NATURALES) Expediente de Lucas Fernandez Navarro. Sig. 0281/010. Madrid.

ACNc (ARCHIVO MUSEO CIENCIAS NATURALES) Proyecto de viaje de Lucas Fernandez Navarro. Sig. 0281/009. Madrid.

AGAa (ARCHIVO GENERAL DE LA ADMINISTRACIÓN) Títulos de Lucas Fernandez Navarro. Sig. (5)1.19 31/15725.

AGAb (ARCHIVO GENERAL DE LA ADMINISTRACIÓN) Oposiciones a la cátedra de Cristalografía. Sig. (5)19.1 - 32/07445.

AGAc (ARCHIVO GENERAL DE LA ADMINISTRACIÓN) Títulos de Lucas Fernandez Navarro. Sig. (5)22 32/16081.

ARCHIVO BRIANDA DE MENDOZA. Expediente académico de Lucas Fernandez Navarro. Guadalajara.

ARCHIVO DE LA UCM. Expediente académico de Lucas Fernandez Navarro. Madrid.

BARREIRO, A. J. (1992) *El Museo Nacional de Ciencias Naturales (1771-1935)*. Ed. Doce Calles. Colección de "Historia Natural". 509 p.

CALDERÓN, S., CAZURRO, M. Y FERNÁNDEZ NAVARRO, L. (1907) "Memoria sobre las formaciones volcánicas de la provincia de Gerona". *Mem. de la Sociedad Española de Historia Natural*, *T. IV,* memoria 5ª, 13 figs, 1 mapa, 14 láms. 159-490.

FERNÁNDEZ NAVARRO, L. (1902) *Cristalografía*. Manuales Soler, XXXI. 100 figuras. Barcelona. 235 p.

FERNÁNDEZ NAVARRO, L. (1906) "El Vesubio. Erupciones del periodo histórico. El Vesubio actual: sus materiales. Explicación moderna del volcanismo". Revista *Ateneo de Madrid,* T. I, 343-354 (con 7 figuras).

FERNÁNDEZ NAVARRO, L. (1907) "Excursión al volcán de Cofrentes (Valencia)". *Bol. de la Sociedad Española de Historia Natural,* T. VII, 368-378.

FERNÁNDEZ NAVARRO, L. (1908a) "Datos geológicos acerca de las Posesiones Españolas del Norte de África". *Mem. de la Sociedad Española de Historia Natural.* T. V, 259-340 (con 8 láminas).

FERNÁNDEZ NAVARRO, L. (1908b) "Observaciones geológicas en la isla de Hierro, (Canarias)". *Mem. de la Sociedad Española de Historia Natural.* T. V, 49-92 (con 7 láminas).

FERNÁNDEZ NAVARRO, L. (1911) Erupción volcánica del Chinyero (Tenerife) en noviembre de 1909. *Anales de la Junta para Ampliación de Estudios e investigaciones científicas.* T.V Mem.1, 99 p.

FERNÁNDEZ NAVARRO, L. (1921) "Marruecos físico. Valor económico del protectorado español". Conferencia pronunciada en el Ateneo de Madrid el día 16 de Abril de 1921.

HERNÁNDEZ-PACHECO, E., BERNARDO DE QUIROS, C., FERNÁNDEZ NAVARRO, L., DANTÍN CERECEDA, J. Y CABRERA LATORRE, A. (1914) "Yebala y el bajo Lucus". *Mem. de la Sociedad Española de Historia Natural*, T. VIII. 312 p.

MARTÍN CARDOSO, G. (1931) "El profesor Fernández Navarro (1869-1930)". *Reseñas científicas. RSEHN,* VI*,* 4-22.

GONZÁLEZ REDONDO, F. A. (coord.) (2015) *Ciencia y Técnica entre la Paz y la Guerra. 1714, 1814, 1914*. Madrid, SEHCYT, pp. 963-970.

EL IMPACTO CIENTÍFICO DEL SEMINARIO DE P. FALLOT (1889-1960), SOBRE "LES CORDILLÈRES BÉTIQUES", EN EL INSTITUTO LUCAS MALLADA (CSIC BARCELONA, 1945)

Salvador Ordóñez[1,2], María Ángeles García-del-Cura[2,3]

(1) Universidad de Alicante, Alicante, España, salvador@ua.es
(2) Laboratorio de Petrología Aplicada, Unidad Asociada Universidad de Alicante-CSIC, Alicante, España
(3) Instituto de Geociencias, CSIC, UCM, Madrid, España, agcura@geo.ucm.es

Resumen

Durante el periodo 1911-1960, Paul Fallot, investiga las "*alpides espagnoles*", las cordilleras del cinturón alpino en la península ibérica (Baleares y Béticas). Realiza más de un centenar de trabajos, sobre la estructura de las Béticas, y junto con ellos numerosas publicaciones sobre la cordillera del Rif y Argelia, que cierran el cinturón alpino del Mediterráneo occidental. En 1945, el Instituto Lucas Mallada del CSIC, invita a Fallot a dar un cursillo sobre "*Les Cordillères Bétiques*". El Seminario del año 1945 en Barcelona, revisa los conocimientos que sobre las Béticas había a finales de la Guerra Civil de España (1936-39), conocimientos que habían crecido espectacularmente desde el XIV Congreso Geológico Internacional (1926), celebrado en Madrid, en el que brilla el genio de un gran geólogo alpino, Rudolf Staub (1890-1961). El Seminario se publica en *Estudios Geológicos* en 1948, y llegaría a ser una referencia para todos los estudios posteriores. Este Seminario marca el reinicio de sus campañas de campo en las Béticas, concretamente en la Sª de Baza, con Noel Llopis Lladó (1911-1968), Eduardo Alastrue (1913-1991), y Luis Solé-Sabarís (1908-1985); a partir de 1958 comienza la fructífera colaboración con J.M. Fontboté (1923-1989), que continuará hasta su muerte.

Palabras Clave: Fallot, Cordilleras Béticas, Instituto Lucas Mallada.

THE SCIENTIFIC IMPACT OF P. FALLOT'S (1889-1960) SEMINAR ON "LES CORDILLÈRES BÈTIQUES" AT THE INSTITUTO LUCAS MALLADA (CSIC BARCELONA, 1945)

Abstract

During the period 1911-1960, Paul Fallot, investigates "espagnoles alpides" the alpine ridge belt in the Iberian Peninsula. More than one hundred papers on the structure of the Betic, and with them numerous publications on the Rif Mountains and Algeria, which close the alpine belt of the western Mediterranean. In 1945, Lucas Mallada CSIC Institute invites Fallot for a workshop on "Les Cordillères Bétiques". The Seminar 1945 in Barcelona, check knowledge on Betic Cordillera has been at the end the Civil War in Spain (1936-39), knowledge that had grown dramatically since the XIV International Geological Congress (1926), held in Madrid in shining the genius of a great Alpine geologist Rudolf Staub (1890-1961). The Seminar is published in *Estudios Geológicos* in 1948, and become a reference for all subsequent studies. This seminar marks the resumption of their field trips in the Andalusian region, particularly in the Sª de Baza, with Noel Llopis Lladó (1911-1968), Eduardo

Alastrue (1913-1991), and Luis Solé-Sabarís (1908-1985); 1958 starts from the profitable collaboration with J.M. Fontboté (1923-1989), which will continue until his death.

Keywords: Fallot, Betic Cordillera, Lucas Mallada Institute.

1. INTRODUCCIÓN

La interpretación del origen y significado estructural de la cordillera de los Alpes se desarrolla espectacularmente en el último tercio del s. XIX. Marcel Bertrand (1847-1907) es, junto con los suizos H. Schardt y M. Lugeon, y con su discípulo P. Termier, [TRUMPY y LEMOINE, 1998], uno de los primeros geólogos en señalar la presencia de grandes mantos de corrimiento en la Provenza y en los Alpes; es, sobre todo, famosa su interpretación de los Alpes de Glaris (noroeste de la cadena de los Alpes), como un gran pliegue tumbado arrumbado hacia el norte. Su interpretación de 1884, [TRUMPY y LEMOINE, 1998], parecía sobre el terreno, más convincente que la del "doble pliegue" de A. Escher y A. Heim.

Bertrand también abordó la cuestión de la edad de los "esquistos micáceos (lustrosos)" y los gneises "pérmicos" que cabalgaban sobre las series carbonatadas de Triásico y Jurásico. Aunque Bertrand fue uno de los científicos que viajó en la "Mission de l´Andalousie", sorprende que no aplicase en la zona Subbética las ideas estructurales que acababa de usar en la interpretación de los Alpes de Glaris, [BONNI *et al*., 2002].

Sería muchos años después, cuando Nicklés y Douvillé, identificarían los primeros mantos de corrimiento de las Béticas que, en los años 20 del s. XX, sería la base de la interpretación de la Cordillera Bética por la escuela de Delf, y el geólogo suizo Staub, en contraposición con las ideas de Stille, [ORDÓÑEZ, 1992]. La interpretación estructural de la "Misión" había sido bastante pobre, [BARROIS y OFFRET, 1889], con total ausencia de elementos estructurales alpinos. Es digno de señalar que, sin embargo, en los trabajos de la "Mission" sobre la estratigrafía del Trías, aparece bien diferenciada, concluyendo que en el dominio Bético, el Trías se caracteriza por potentes masas calco-dolomíticas, asimilables a las del dominio alpino-dinárico, con incluso la identificación por Barrois de fauna de Megalodón en la Sª de Gádor, mientras en el dominio Subbético, aparece Trías en facies Keuper, de "margas irisadas", semejantes a las del dominio Ibérico y del norte de Europa, [BONNI *et al*., 2002].

Entre 1925 y 1936, hay una gran actividad investigadora en las Béticas y el extremo occidental del Mediterráneo, por la escuela de Delf, Fallot, Blumenthal, Gavala, Dupuy de Lôme, basándose en las nuevas teorías tectónicas: Staub y Stille, Kober, [DURAND-DELGÁ, 2006]. Esto justifica que Fallot, a partir del año 1926, comenzase a participar en la publicación, junto con J. Marcet, de unos fascículos sobre Trías (1931), Lías (1932), Dógger (1933), y Jurásico superior (1934); fascículos, que aparecieron en un publicación barcelonesa de muy breve vida *Géologie de la Méditerranée Occidentale* que se había fundado por la "Association pour le étude de la Géologie de la Méditerranée occidentale".

La guerra civil española interrumpirá la publicación, y el Cretácico no podrá ser publicado hasta 1943. Probablemente, la labor divulgadora de Fallot, su estrecha colaboración con los geólogos españoles, sus vínculos culturales con los geólogos europeos del momento, están en la base del "estado del conocimiento" sobre las Cordilleras Béticas. El reconocimiento de la figura del profesor Fallot, y el impacto científico de su gran obra, son el objetivo de este trabajo.

2. RESEÑA BIOGRÁFICA DE FALLOT, UN GEÓLOGO ALPINO EN EL MEDITERRÁNEO OCCIDENTAL

Fallot nació en Estrasburgo, en 1889, y fue alumno de M. Lugeon (1870-1953), [LOMBARD, 1954], en la Facultad de Lausana. Obtuvo su licenciatura en Naturales en 1910-1911 en la Facultad de Grenoble, con W. Killian (1862–1925), un gran estratígrafo de terrenos Mesozoicos y Terciarios. Después de la primera guerra mundial, "à la quelle vaillamment il prit part", [DURAND-DELGA, 1960], Fallot, lee su Tesis Doctoral, en 1922, sobre *Étude géologique de la Sierra de Majorque*. Esto explica que inmediatamente después de su fallecimiento, el *Bol. Soc. Hist. Nat*. de Baleares, publicase un "in memoria", en el que señalaba su vida como un camino que le llevó gradualmente a un conocimiento preciso de la historia geológica de las regiones meridionales de la península, Baleares y norte de África. Al respecto de Baleares, el *Boletín* señala que no sólo hizo un estudio de la Sª Norte de Mallorca, sino que lo extendió a las demás islas. Los reconocimientos en España fueron importantes, doctor honoris causa por las universidades de Madrid y Granada; miembro de las academias de Ciencias de Madrid, y Barcelona; miembro de la Real Sociedad de Historia Natural de Madrid… Como muy bien ha escrito Solé-Sabaris [1960], a lo largo de su vida se consagró a la Geología Española; su primer trabajo en 1909 lo dedicó a la isla de Mallorca, y su trabajo póstumo a las estribaciones de Sª Nevada, cincuenta años de actividad investigadora.

Aunque las ideas de R. Staub (1890-1961), del Politécnico y de la Universidad de Zúrich, a partir de1926, atrajeron la atención de los geólogos europeos a las Béticas, fueron sin duda, Fallot, Blumenthal y sus colaboradores, los que acabaron diseñando la base del paradigma de su interpretación moderna[1].

Como señala Durand-Delgá, a propósito de una carta escrita por Fallot desde Calasparra, en 1930, durante estos años, Fallot estaba en el campo durante tres meses, en condiciones nada confortables, y en su carta lo expresa: "Aquí el calor, y el Triásico trufado de doleritas, se meten en todas partes… hace calor, y la geología es insípida. No tengo nada nuevo". Y comenta, al respecto: "¿A qué se debe, su voluntad de aferrarse? Nada parece justificar, su voluntad de aferrarse a este esfuerzo: ni el salario todas las misiones se las paga él- o las promociona -ya que tiene una de las grandes cátedras de Francia- nada salvo la sed de ver, de explicar". Tesón, trabajo y observación.

3. LA GEOLOGÍA DE LA BÉTICAS A FINALES DEL S. XIX E INICIOS DEL S. XX)

Mallada [1897], señala que el conocimiento geológico del sur de la península Ibérica, se mejoró con los trabajos de la "Misión de Andalucía" de la Academia de Ciencias de Paris. Alastrue [1948], revisa los estudios de las Béticas del final del s. XIX e inicios del XX, después de analizar la obra de Barrois y Offret [1889]. Del trabajo de Bertrand y Kilian [1889], dice que: "Designaron como «Zona Subbética» la amplia banda de terrenos secundarios y terciarios comprendida entre Sierra Nevada y la Meseta". Según sus estudios, dicha zona habría actuado respecto de la zona bética con «la misma función que los Prealpes en relación a los Alpes suizos". Y continúa Alastrue:

> Algunos elementos tectónicos del dominio andaluz aparecen ya bosquejados, aunque confusamente… Es necesario reconocer que, para llegar a este resultado las teorías de corrimientos que tan en boga comenzaron a estar al iniciarse nuestro siglo, supusieron un fuerte impulso. Con la ayuda de ellas progresó muy rápidamente el conocimiento del conjunto bético.

[1] Una amplia referencia a su relación con la Geología Española puede verse en FONTBOTÉ [1960]; SOLÉ SABARIS [1961] y HERNÁNDEZ-PACHECO [1962].

Como ha dicho Durand-Delga [2005]: “Al principio del siglo veinte, la cadena de los Alpes conocía ¡horas de gloria! El apilamiento de mantos de corrimiento, esas gigantescas “virutas de la corteza terrestre”, empujadas sobre Europa por el empuje aplastante de África, acababa de ser descubierto. Y los Alpes pasaron a ser el modelo para otras cadenas”.

Y es Termier (1859-1930) el que sin vacilar propone en 1911, en Friburgo (Suiza), que el corazón de Sierra Nevada: “no es sino otra gran ventana bajo “masas corridas superiores”, que suponía que venían de la región de Fez (Marruecos).

El profesor de Nancy, Nickles [1902 y 1906] y Douvillé [1906], [BLAYAC, 1918, y MEDINA ARJONA, 2004], son los primeros manifestar que la tectónica de “mantos de corrimiento”, de los Alpes, podría ser muy útil en la interpretación de las Cordilleras Béticas. Douvillé [1906]:”… interpreta el frente septentrional subbético como procedente de mantos de corrimiento venidos del S”….Una descripción de las andanzas por España de Douvillé, está en Medina Arjona [2004].

Las interpretaciones de Nickles y Douvillé contrastan con las opiniones aceptadas en la época, [ALASTRUE, 1948], con la ya señalada excepción de Termier [1911]. Las ideas de Nickles, como las de Douvillé, fueron ampliamente refutadas, sobre todo por la escuela de Stille: así Brinkman y Gallwitz afirman: “los hechos hallados hablan en contra y ni uno solo a favor de una extensa estructura de mantos alóctonos en las cadenas calizas externas de las cordilleras Béticas”.

Mención especial merece la aportación de L. Gentil (1868-1925), que interpretó los mantos de cabalgamiento en la provincia de Cádiz: “Desde 1905 a 1918, Louis Gentil, demostró la estructura de manto de las unidades externas del arco, y confirmó el vínculo entre los eventos de empuje divergentes en la Subbética y el sur del Rif” [DURAND-DELGA, 2006].

En contraste, las ideas tectónicas de principios del s. XX sobre la “estructura en mantos” de las Béticas, pueden verse en el mapa de Novo y Chicarro [1915] de la provincia de Alicante (con la colaboración de Jiménez de Cisneros y Orueta), en cuya cartografía no existe ni una sola referencia a una interpretación estructural. Novo y Chicarro sería el traductor en los años 30´ del *Das Antlitz der Erde* de Suess.

Una excepcional contribución es la de la escuela de la U. Politécnica de Delf, dirigida por Brouwer y sus discípulos Hetzel, van Bemmelen, van Emmichoven, van Dedem, Westerweld y Zermatten, [ALASTRUE, 1948]. Estos trabajos pueden resumirse en que la Sierra Nevada, es una vasta cúpula de esquistos cristalinos, una ventana tectónica [BROUWER, 1926], siendo continuación de la estructura de los Alpes, y que presenta una gran similitud con la zona Pénnica o axial de los Alpes (Hohe Tauern), y que, tanto al norte como al sur, esta zona axial de Sierra Nevada aparece cabalgada por materiales Triásicos de facies alpina con “vergencia” hacia el norte.

Como dice Fallot [1950], a pesar de las evidencias, los geólogos españoles, salvo Darder, mostraron reticencias a aceptar la existencia de grandes cabalgamientos en las cadenas Béticas. F. Hernández-Pacheco, por ejemplo, en relación con los niveles de esquistos bituminosos muestra unos cortes del norte de la Sierra de Ronda (1936) y sugiere que el Paleozoico bético es autóctono.

4. LAS PUBLICACIONES SOBRE GEOLOGÍA DE ESPAÑA DE FALLOT DE LOS AÑOS 40´

En años 40’, Fallot escribe dos grandes síntesis sobre la geología de las Cordilleras Béticas, en una de ellas [FALLOT, 1943], aborda el problema del Cretácico y sus facies, y textualmente dice: “El presente artículo es la continuación de los que editó mi sabio amigo y colega D. Jaime Marcel (1894-1963), en la Geología del Mediterráneo Occidental, cuya publicación quedó interrumpida por los acontecimientos”. Desde 1931 aparecieron bajo el título general Essais sur la répartition des terrains secondaires et tertiaires dans le domaine des Alpines espagnoles, fascículos dedicados al Trías, al Lías, al Dogger y al Jurásico superior. Da las gracias al CSIC y a San Miguel de la Cámara. El trabajo

consiste en coordinar los datos antiguos con los "recientes hallazgos" de Blumenthal, Robaux, Brinkman y el propio Fallot. Lindando por el Norte con las Béticas Internas (Nevado-Filábride, Alpujárride, Maláguide), indica [FALLOT, 1943]:

> … aparecen formaciones muy diferentes, con Trías de tipo andaluz, seguido de sedimentos secundarios de facies batial o pelágica y por numulítico, ocupando una zona bastante ancha, desde la provincia de Cádiz hasta el Sur de la de Alicante, y reapareciendo en Ibiza y u Mallorca. No se puede decir que se trate de un verdadero manto corrido; (aunque) todavía cabalga unos kilómetros, esta zona se llama Subbética.

Otra zona más septentrional caracterizada por materiales secundarios de facies neríticas, o a veces continentales, que es la zona prebética o el Prebético (Blumenthal), que se extiende por Jaén-Pinoso-Monovar y que fue estudiada por Darder[2] y el propio Fallot, en los años 20' y 30'. En este trabajo, describe minuciosamente el sistema Cretácico en las Béticas, en el Subbético (Baleares, oeste de Alicante y Fortuna, Caravaca, Sª Sagra y Culebrina, Sª de Pedro Ponce y Espuña), y en el Prebético.

Pero quizá, la obra de mayor alcance de los años 40, es [FALLOT, 1945]: "Estudios geológicos en zona subbética entre Alicante y el Río Guadiana Menor". La investigación de campo de este trabajo, abarca desde 1921 hasta 1932. Textualmente dice: "luego tuve que centrarme en los estudios del Rift, y luego vino la Guerra Civil Española, la 2ª Guerra Mundial". Y "Ante la posibilidad de no concluir las investigaciones, se hace menester publicar lo que hay, ya que si no perderá interés". "Aunque fragmentarios, los resultados de tantos meses de andanzas geológicas serán acaso de alguna utilidad para los colegas más jóvenes, que en el futuro emprenderán el análisis más detallado de la estructura y de la estratigrafía de tan interesantes comarcas".

Agradece a San Miguel de la Cámara, que presentó y apadrinó el trabajo en el CSIC a los gobernadores civiles, a D. Jiménez de Cisneros, al Dr. J.R. Bataller, y señala los motivos para querer a España como su segunda patria. También hace una consideración científica, señalando que cuando acabó su tesis en la Sª de Mallorca, se planteó un viaje para "situar al archipiélago" en el conjunto de la cadena. Indica que únicamente dispuso de los "Reconocimientos geológicos" de la provincias… de los datos de Gavala, sobre la provincia de Cádiz, de publicaciones de Jiménez de Cisneros, las de la "Mission d´Andalousie", y los trabajos locales de Nickles y Douville. Señala, así mismo, la importancia del XIV Congreso Geológico Internacional (1926) como gran impulsor de las investigaciones, y dice que: "Casi todos los geólogos españoles son fixistas y rechazan las teorías que hacen intervenir corrimientos de alguna consideración, mientras que los extranjeros, en su mayoría, interpretan las anomalías de la geología andaluza como fenómenos de arrastre de gran estilo".

Y los extranjeros, salvo la escuela de Stille en el Prebético, difieren en el nombre y el número de hojas (mantos, aunque según Fallot, Staub fue el ideólogo con: "puntos de vista más atrevidos … se nota en todos los autores una tendencia no a negar, sino a reducir la importancia de los corrimientos, que él señaló". En el trabajo, describe las series estratigráficas, intercalando anotaciones, esquemas y cortes, a modo de un cuaderno de campo, poniendo de manifiesto el conocimiento profundo de la Geología. El contenido básico comprende: el borde meridional de la zona Prebética (Cazorla a la zona Prebética al NE del río Segura); la zona frontal del Subbético, desde el oeste de la Sª Sagra hasta el SO de Alicante; la parte interna del Subbético y los elementos béticos al O del Segura; la serie Subbética entre el río Segura y el SO de Alicante.

[2] Bertomeu Darder i Pericàs (1895–1944).

5. CONTENIDO DEL SEMINARIO DE 1945

En la edición del Seminario "*Cordillères Bétiques*", de Barcelona (1945), [FALLOT, 1948], y después de un prefacio al uso de la época, con amplias referencias a la Guerra Civil, pasa a describir la historia de la investigación de las Cordilleras Béticas, citando, para la época posterior al 1930, a: M. Blumenthal, sobre el occidente de la cadena; Banting y Janse, Patijn, centro-oriente de la cadena; Brinkman y Gallwitz, Fallot, entre el Huescar y el oeste de Alicante; Darder, provincia de Alicante; en la región de Granada a Solé Sabaris, Alastrue. Se refiere a la Escuela de Delf, y vuelve a incidir en la necesidad de moderar las opiniones iniciales de Staub de los grandes desplazamientos "tangenciales", pero piensa que "ouvrit par une brillante et séduisant sinthèse des perspectives grandioses que nous aurons à discuter".

En España, excepto Darder, "paladin de la tectonique modern", los geólogos españoles mostraron una desconfianza respecto a las interpretaciones de los mantos de cabalgamiento, incluso M. Carbonell, y Solé Sabarís.

En el resumen publicado, Fallot define las Cordilleras Béticas como un conjunto montañoso que se extiende desde Cádiz y Gibraltar hasta el sur de Valencia, y que se prolonga a Ibiza y Mallorca; la Meseta (Hercínico NO-SE) desaparece bajo el Neógeno de la Cuenca del Guadalquivir. El conjunto de las Cordilleras Béticas las subdivide:

1º La "zona Externa" septentrional corresponde a "formaciones autóctonas" plegadas y localmente con escamas con facies "neríticas o continentales" y emergida desde el Mioceno, que ha sido denominada "Zona Prebética", término creado por Blumenthal. El "Prebético" (Staub propuso llamarle Bet-ibérico) se conoce bien en Jaén, y se extiende hasta la provincia de Alicante.

2º El "Subbético": el borde meridional del Prebético desaparece bajo un frente de cabalgamiento complejo formado por: depósitos del Trías abigarrado, a continuación una sucesión de depósitos que se extienden desde el Lías Medio hasta el Maastrichtiense**.** Esta unidad se extiende desde Cádiz hasta el SO de Alicante donde desaparece bajo el mar. Se vuelve a encontrar en escamas en la isla de Ibiza, al norte de Mallorca, algunas de sus cimas pasan de los 2.000 m.

3º La zona "Bética". La zona Subbética hacia el sur desaparece bajo la Zona Bética. La primera cuestión es que en la zona Bética aparece Paleozoico, que no aparece jamás en la Zona Subbética. El Trías Bético es siempre de facies marina, desde el Muscherkalk hasta el Retiense, aspecto este que le hace muy diferente del Trías germano andaluz de otras partes de España. Se extiende desde Gaucín (Málaga) hasta la Sª de Cartagena, 50-80 km, con alturas de hasta 3.481 m. Distingue:

a) Una unidad más profunda, el Bético de Sª Nevada (que aparece en la ventana tectónica anticlinal de Sª Nevada) que se trata de "esquistos cristalinos o metamórficos recubierto por una serie triturada a la que los geólogos holandeses le han dado el nombre de Mischunggszone (alemán, zona de mezcla), y ven en este elemento profundo un equivalente al "Pénnico" de la ventana de Tauern, también llamado "Mesozoico Pénnico" o "Cristalino Pénnico".

b) Sobre este conjunto se encuentra un conjunto formado por Trias alpino, que acaba en el Retiense, denominado "manto de las Alpujarras o "Alpujárrides", que rodea Sierra Nevada, en su avance hacia el norte, llegando hasta la ladera sur de la Sª de Arana, a más de 70 km del mar, donde se pierden sus raíces.

c) El Manto de Málaga o Maláguide: Un hundimiento rápido hacia el oeste, y más suave hacia el este, hace desaparecer el caparazón Alpujárride, y un nuevo elemento formado por Paleozoico y sobre él un Permo-Trías discordante. Hacia el norte, su frente se hunde "encapuchado" en el gran pliegue Subbético de Sª Arana. Hacia el oeste su frente se levanta mostrando debajo las potentes dolomías homologas, en posición y facies, a las Alpujárrides, y que Blumentlal, para evitar confusiones, llama Rondaides. La discusión sobre las interpretación de las Alpujárrides y Rondaïdes; el manto de Málaga; el problema de las peridotitas; el Subbético y el Prebético, en este apartado

incluye una síntesis de Staub; las etapas orogénicas; la prolongación de las Cordilleras Béticas, donde aborda los modelos que vinculan las Béticas y el Rift, con las cordilleras alpinas europeas, desde Sues (1886), Termier (1911), Kober (1912), Staub (1923, 1927), Stille (1927), Cueto (1934) y Kober (1930)[3].

Como diría Fontboté [1960], refiriéndose al Cursillo: "por primera vez se da un ciclo de lecciones sobre el tema (la geología de la Cordillera Bética), y Fallot consiguió una visión ordenada del Conjunto, sin ocultar ninguna de las grandes incógnitas que faltaban despejar".

6. CONCLUSIONES

Como ha señalado Durand-Delgá [2005], el conocimiento de las Cordilleras Béticas, antes de la explosión de las investigaciones de los años 60´, ha conocido otras dos épocas de esplendor: una hacia 1880, y luego entre 1925-1935. Cada una de ellas estuvo marcada por colaboraciones de una calidad excepcional entre científicos españoles y sus colegas europeos.

Después del largo hiato impuesto por las Guerra Civil Española, hasta casi 1978 no se recupera la actividad investigadora en las Cordilleras Béticas. Entre 1978–2003 se registran más de 2.500 publicaciones, tanto en las Béticas Internas como en las Externas [MOLINA y VERA, 2003]. De sólo el domino Bético interno se han listado en el periodo 1850-1996, más de 2.000 artículos, la mayoría de ellos después de 1960, [DURAND-DELGÁ, 2005 y 2006].

Estos datos ponen de manifiesto que el Seminario de Barcelona (1945), avalado por una trayectoria de investigación, colaboración y análisis de Fallot, tuvo un gran impacto en la incorporación de científicos españoles al estudio de la Geología del Mediterráneo Occidental, y ha sido el punto a partir del cual, primero Solé Sabaris, y luego Fontboté, se incorporaron a la Geología internacional, contribuyendo a crear una gran escuela geológica vinculada fundamentalmente a la Universidad de Granada.

BIBLIOGRAFÍA

ALASTRUE, E. (1948) "Estructura de la Cordillera Subbéticas en su sector Central". *Estudios Geol*., 4, 243–281.

ANÓNIMO (1968) "Obituary notice: Dr. Maurice Blumenthal". Tuerkiye Jeoloji Kurumu Buelteni. *Bulletin of the Geological Society of Turkey* 11(1-2): 183-185.

ANÓNIMO (1960) "A la memoria del profesor Paul Fallot". *Bol. S.H.N. de Baleares*, VI, 3-4.

BARROIS, Ch. y OFFRET, A. (1889) "Mémoire sur la constitution géologique du sud de l´Andalousie, de la Sierra Tejeda à la Sierra Nevada. Mission de l´Andalousie". *Mem. Acad. Sc*., XXX, 2, 79-169.

BERTRAND, M. y KILIAN, W. (1889) "Études sur les terrains Jurassiques et Cretacé des provinces de Grenade y de Malaga". *Mem. Ac. Sc*. XXX, 378-582.

BLAYAC, J. (1918) "Robert Douvillé. Notice Nécrologique". *C.R. Som. Bull. Soc. Géologique de France*, 18, 322-338.

BONNI, J., DURAND-DELGA, M. y MICHARD, A. (2002)"La «Mission d'Andalousie», expédition géologique de l'Académie des Sciences de Paris à la suite du grand séisme de 1884". *C. R. Geoscience,* 334, 795–808.

BROUWER, H.A. (1926) "*The structure of the Sierra Nevada*". Proceed. Kon. Akad. v. Wetensch, XXIX, 678- 682. http://www.dwc.knaw.nl/DL/publications/PU00015318.pdf

[3] Citados en FALLOT [1948].

DOUVILLE, R. (1906) "*Esquisse géologiques des Préalpes subbétiques (Partie)*". Thèses Fsc. Se. Paris et Ann. *Hébert,* 1, vol. 8º, 222 p.

DURAND–DELGA, M. (1960) "Livre à la mémoire du Professeur Fallot". 2 vols. Tome 1. Société Géologique de France. 8-9.

DURAND-DELGA, M. (2005) "*Discursos Pronunciados, en el Acto de Investidura de Doctor Honoris Causa de D. Miguel Durand-Delga*". Universidad de Granada. 30 pp.

DURAND-DELGA**,** M. (2006) "Geological adventures and misadventures of the Gibraltar Arc". *Zeitschrift der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften*, 157/4: 687-716.

GENTIL, L. (1918) "Notes d'un voyage géologique a Taza (Maroc Septentrional). Contribution à l'étude du détroit sud-rifain. *Bull. Soc. géol. Fr*., XVIII, 129-178.

FALLOT, P. (1922) "*Étude géologique de la Sierra de Majorque Paris*". Libr. Béranguer. 480 pages, 214 fig., 8 pl., 74 coupes, 1 pl. de schémas paléogéographe.

FALLOT, P. (1943) "*El Sistema Cretácico en las Cordilleras Béticas".* CSIC. Patronato "Santiago Ramón y Cajal". Centro "Lucas Mallada". Madrid, 2 láms: Repartición del Cretácico en el Prebético. Repartición del Cretácico en el Subbético y Bético, 110 pp.

FALLOT, P. (1945) "*Estudios geológicos en zona subbética entre Alicante y el Río Guadiana Menor"*. Mem. Instº. "Lucas Mallada", CSIC Madrid. 719 págs., 284 fig., 11 mapas.

FALLOT, P. (1948) "Les Cordillères Bétiques". *Estudios Geol*., 4, 1-90.

FALLOT, P. (1950) "Les progrès de la Géologie en Espagne depuis cent ans". *Memorias de la Real Academia de Ciencias, Exactas, Físicas y Naturales de Madrid*. Serie 2ª Nº IX. Publicaciones del Centenario. Actas, Discursos y Conferencias, 115-139.

FALLOT, P., BLUMENTHAL, M, y MARIN, A. (1930) "Observatións Geologiques sur le châine calcaire du Rif espagnol du Jjebel Musa à Xauen", *C.R.A, Sc*., 191, 382-384.

FONTBOTÉ, J.M. (1960) "Paul Fallot (1889-1960)". *Bol. Inst. Geol. Min. de Esp.*, LXXI, xiii–xxxix.

HERNÁNDEZ-PACHECO, E. (1962) "Paul Fallot (1889-1960)". *Bol. R. S. E. Hist. Nat*. (G) 60, 5-10.

LOMBARD, A. (1954) "Biographie de Maurice Lugeon". *Revue de l'Univ. de Bruxelles*. http://www.annales.org/archives/x/lugeon.html

MALLADA, L. (1897*)* "Progresos de la Geología española durante el siglo XIX". Discurso de Ingreso en la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Impr. L. Aguayo: 1-43. Madrid.

MEDINA ARJONA, E. (2004) "Robert Douvillé por Sierra Mágina. Homenaje en el centenario de su iniciación en la investigación geológica". *Sumuntán,* 21, 69-82.

MOLINA, J.M. y VERA, J.A. (2003) "*Bibliografía geológica de la Cordillera Bética y Baleares" (1978-2002)*: 271 p., Univ. Jaén.

NICKLES, R. (1902) "Sur l'existence de phénomènes de recouvrement dans la zone subbétique", *Comptes rendus de l'Académie des Sciences,* T. 134, Janvier-Juin, 1902, 493-495.

NICKLES, R. (1906) "Fenómenos de cobijadura en España". *Bol. Inst. Geol. Esp.,* XXXII, 77-103.

NOVO Y CHICARRO, P. (1915) "Reseña geológica de la provincia de Alicante (Asomos Eruptivos)". *Boletín del Instituto Geológico de España*, XXXVI, t. XVI, 47-159.

ORDÓÑEZ, S. (1992) "La escuela de Geología de Madrid". *III Congreso Geológico de España*. *Simp. I*. 566-578.

SOLE SABARIS, L. (1960) "*Livre à la Mémoire du Professor Fallot*". 2 vols. T. 1. Société Géologique de France. Pág. 17-22.

SOLE SABARIS, L. (1961) "Paul Fallot y su obra"**.** *Estudios Geol*., XVII, 175-185.

TERMIER, P. (1911) "Les problèmes de la Géologie tectonique dans le Méditerranée Occidentale". *Revue Gen. des Sc. pures et appliquées*, XII, 225.

TRUMPY, R. y LEMOINE, M. (1998) "Marcel Bertrand (1847-1907): les nappes de charriage et le cycle orogénique". *Earth & Planetary Sciences,* 327, 211-224.

GONZÁLEZ REDONDO, F. A. (coord.) (2015) *Ciencia y Técnica entre la Paz y la Guerra. 1714, 1814, 1914*. Madrid, SEHCYT, pp. 971-978.

¿QUIÉNES FUERON LOS PROMOTORES DE LA *COMPAÑÍA ESPAÑOLA DE MINAS DEL RIF*?

José Antonio Sainz Varela[(1)], José Luis Barrera Morate[(2)]

(1) Archivo Histórico Provincial de Álava, Vitoria-Gasteiz, España, ja-sainz@ej-gv.es
(2) Ilustre Colegio Oficial de Geólogos, Madrid, España, biotita@arrakis.es

Resumen

En 1907, los yacimientos de hierro monte Uixan, cercanos a Melilla, aún estaban sin explotar y eran muy codiciados por la minera internacional. Aunque la inestabilidad política en Marruecos era elevada, el país había logrado mantener su independencia frente a las potencias europeas en aquellos años. Sin embargo, los acuerdos internacionales firmados entre Inglaterra, Francia y España en 1904 atribuían a España la zona montañosa del Rif oriental, donde se encontraban los yacimientos de hierro. Aprovechando el asentamiento en la zona de El Rogui, un líder rebelde al sultán de Marruecos, inversores franceses y españoles iniciaron una carrera por apropiarse de los mejores cotos mineros. En el caso de monte Uixan rivalizaron dos grupos españoles: uno, compuesto por pequeños aunque hábiles inversores, y el otro integrado por miembros destacados de la élite político-económica del pais. Ambos llegaron finalmente a un acuerdo de unión.

Palabras Clave: Minas, Rif, Marruecos, Melilla, Macpherson, Conde de Romanones, Uixan, CEMR.

WHO WERE THE PROMOTERS OF THE “COMPAÑÍA ESPAÑOLA DE MINAS DEL RIF”?

Abstract

In 1907 iron deposits in Mount Uixan, close to Melilla, were still untapped and were highly sought after by international mining companies. In spite of its political instability, Morocco had achieved to maintain its independence from European powers. However, some international agreements signed in 1904 between England, France and Spain attributed to the latter the area where ferrous deposits were placed. Taking advantage of the settlement in the area of “El Rogui” -a rebel leader against the Sultan of Morocco- several groups of Spaniards and French investors began a frantic race to appropriate the best mining concessions. Two spanish groups rivaled Mount Uixan: one composed of small but savvy investors, and the other made one of prominent members of the political-economic elite of the country. Both groups finally reached a binding agreement.

Keywords: Mines, Rif, Morocco, Melilla, Macpherson, Count of Romanones, Uixan, CEMR.

1. ESPAÑA, LA MINERIA Y LA SIDERURGIA INTERNACIONAL DE LOS SIGLOS XIX AL XX

La minería fue el principal sector industrial español durante todo el s. XIX. Fue una de las pocas fuentes de riqueza a las que pudo acceder el país que, en 1840, tras la Guerra de

Independencia, la pérdida de las colonias hispanoamericanas y la I Guerra Carlista, estaba completamente arruinado. Hasta esta fecha, la Corona había reservado para sí la explotación de todos los yacimientos mineros, aunque sólo rentabilizara unos pocos –como el azogue de Almadén– a través de concesionarios. Las leyes mineras de 1849 y 1859, aprobadas tras el definitivo ascenso de la burguesía al poder, abrieron por vez primera los yacimientos a nuevas formas de explotación privada. Las pioneras explotaciones autóctonas de plomo y plata en Andalucía, aunque carentes de medios técnicos avanzados y subcapitalizadas, lograron colocar a España como primer exportador mundial de plomo refinado. No fue, sin embargo, hasta la entrada de capital extranjero en el sector –que pasaría casi por completo a manos foráneas entre 1865 y 1880– que España alcanzó la categoría de potencia minera mundial. Tras la Revolución de 1868, los sucesivos programas de liberalización económica para sanear las finanzas públicas simplificaron los procesos de adjudicación y relajaron las condiciones para la entrada de capital británico, francés, belga y alemán, coincidiendo con la creciente demanda internacional de materias primas minerales debida a la Segunda Revolución Industrial. Se producía una verdadera desamortización del subsuelo [NADAL, 1982, pp. 87-121]. Era lógico que la producción se orientara en un 90% hacia el consumo de la industria europea. España era, en esos tiempos, el principal suministrador de plomo, cobre, cinc y, sobre todo, hierro, a Europa. Eran años de gran explotación que no beneficiarán a España con el desarrollo de una industria nacional a la medida y sí con un sistema de intercambios cuasi-colonialista.

El caso del hierro (el 60% de la exportación mineral española en aquel momento) ejemplifica esta cuestión: las propiedades físicas del hierro español, libre de fósforo, eran ideales para la fabricación de acero mediante el sistema Bessemer. Localizado en Málaga, Santander, pero sobre todo en el País Vasco, su extracción aumentó mucho desde 1880, convirtiéndose España en el primer exportador europeo. Pero el país carecía de una infraestructura siderúrgica capaz de acaparar la transformación del mineral en bruto, por lo que se exportó, principalmente a Inglaterra y Alemania. Sólo a finales de siglo se desarrollaría un polo siderúrgico autóctono, en el País Vasco gracias, en parte, a la repatriación de capitales causada por la pérdida de las últimas colonias antillanas en 1898. La explotación y exportación a Inglaterra del hierro vizcaíno había generado un capital nacional interesado no sólo en la extracción, sino también en la elaboración del mineral en bruto. Los grandes propietarios vascos (Chávarri, Zubiría, Ibarra, Gandarias, Urquijo), que ya explotaban minas, iban a financiar la creación de la siderurgia más importante de España. En 1902 nacería por fusión de anteriores empresas ("La Vizcaya", "Altos Hornos" y "La Iberia") la "Sociedad Altos Hornos de Vizcaya" que reagrupó horizontal y vertical todas las actividades relacionadas con la producción metalúrgica, desde la extracción primera a la elaboración final [TORTELLA CASARES, 1988, 61].

Paradójicamente, durante la década de 1880 a 1890, el periodo durante el cual se extrajo el mayor tonelaje de mineral de un mayor número de cuencas, los yacimientos españoles comenzaron a mostrar los primeros signos de consunción [CHASTAGNARET, 2000]. En el caso del hierro, el agotamiento de los filones más potentes y próximos al mar, obligó a explotar otros menos accesibles: el encarecimiento de la extracción aumentó el precio del mineral. La subida de salarios, el descenso de la jornada laboral y el crecimiento de la presión fiscal agravaron el problema. El nivel de exportaciones bajó sin que la demanda interna pudiera absorber la producción propia. La puntilla fue la superación del sistema Bessemer, el “mana” para las cuencas de Vizcaya. Los consumidores europeos buscaron suministradores en otros países [Escudero, 1988]. Más allá de las dificultades nacionales, tomaba forma una crisis internacional: el agotamiento de los filones tradicionales de hierro que alimentaban los altos hornos europeos. Subían los precios y las grandes siderurgias inglesas, francesas y alemanas, preocupadas por las malas perspectivas, buscaron nuevas cuencas que sirviesen de reservas a un futuro incierto. Así se fundan en 1900 las de Kiruna y Gallivare, en Suecia; las de Elba, en Italia o las de Beni Ensaf, en Argelia. Un poco después la búsqueda llegó a Marruecos.

2. LA OPORTUNIDAD MARROQUÍ

La crisis de superproducción industrial desencadenada en Europa a partir de 1873 en el marco de la Segunda Revolución Industrial (1870-1914), colocó a África como un destino preferente para la apertura de nuevos mercados en años de creciente proteccionismo aduanero internacional. Dentro de esta apropiación del continente africano -repartido formalmente en 1885 en la Conferencia Internacional de Berlín- el caso de Marruecos fue excepcional en todos los sentidos.

Marruecos era a principios del s. XX el único país africano, junto con Etiopía, que aún conservaba su independencia a pesar de que giraba en la órbita europea desde la conquista francesa de Argelia en 1830. Si aún no había caído bajo el dominio de ninguna potencia europea era debido al interés concurrente de Francia, Inglaterra, España y Alemania no sólo por el mercado marroquí -mucho más desarrollado que el de sus vecinos subsaharianos- sino, sobre todo, por la privilegiada posición geoestratégica de Marruecos, controlando el paso del estrecho de Gibraltar y poseyendo salidas tanto al Mediterráneo como al Atlántico [RENOUVIN, 1969, 492]. Cualquier intervención unilateral de una potencia podría desencadenar una crisis internacional en un momento en que el equilibrio de los sistemas bismarckianos se sustituía por alianzas secretas que conducirían irremediablemente a la bipolarización política del continente y a la Primera Guerra Mundial[1].

El llamado "status quo" marroquí acabó por desbloquearse tras la firma en 1904 de una "*Entente Cordiale*" entre Francia y Gran Bretaña por la cual ambas potencias se intercambiaban un mutuo derecho de conquista: Francia, sobre Marruecos y Gran Bretaña, sobre Egipto. España, por su lado, debió renunciar a su secular aspiración de ejercer una influencia diplomática predominante sobre Marruecos a pesar de poseer dos enclaves sobre el terreno -Ceuta y Melilla- y haber realizado una expedición militar victoriosa al país vecino en 1859. En realidad, tras la pérdida de las últimas colonias ultramarinas, la cuestión marroquí era para España un continuo y doloroso despertar a la amarga realidad de sus limitaciones exteriores como correspondía a una potencia que ya no era de primera fila [MORALES LEZCANO, 1984]. Sin embargo, la acción de España en los asuntos de Marruecos no estaba gobernada sólo por la impotencia o la improvisación. Gran parte del interés que demostró una parte de la intelectualidad y de las fuerzas vivas del país era heredero directo del "africanismo", un movimiento cultural que desde la década de los sesenta del s. XIX se interesaba por la investigación científica de África y su aprovechamiento económico. A causa de los fracasos de la acción política de España en África, y a partir del cambio de siglo, el africanismo español acabó reduciendo su campo de interés a Marruecos [MORALES LEZCANO 1976, 24]. Uno de los principales valedores de este "marroquismo" fue Miguel Villanueva Gómez, político madrileño, miembro del partido Liberal y firme convencido de los beneficios de la expansión en Marruecos. Como ministro de Agricultura, Industria, Comercio y Obras Públicas en 1902, promovió una ley para la construcción del puerto de Melilla[2]. Más tarde, acabaría ligado a la Compañía Española de Minas del Rif.

En 1904, tras la firma de la "*Entente Cordiale"* se producía un reparto territorial de Marruecos entre España y Francia que recortaba la "esfera de influencia" española por el sur hasta el río Uarga, lo que significaba que le quedaría, como denunciaban los africanistas españoles de la época, "la parte más pobre, la menos comercial de todo Marruecos" [MAURA Y GAMAZO, 1905]. Esta idea no era correcta, ni mucho menos. La reputación del norte de Marruecos como una zona de gran riqueza minera era bien conocida desde antiguo aunque, ciertamente, más por historias fantasiosas que por datos contrastados [MADARIAGA, 1993, 186-187]. Sin embargo, el creciente interés enfrentado de las

[1] De hecho, el intervencionismo alemán para frenar este entendimiento bilateral franco-británico, está en el origen de dos graves crisis internacionales asociadas a la "cuestión marroquí". La primera, causada por la visita del Kaiser Guillermo II a Tánger en marzo de 1905, se saldó con una Conferencia internacional en Algeciras en 1906: en ella, sustancialmente, se ratificó la *Entende Cordiale*. La segunda crisis se originó por el atraque de un buque de guerra alemán en el puerto de Agadir. En esta ocasión se aceleró la firma del definitivo acuerdo de protectorado franco-español en 1912. En ambos casos, la gran perdedora fue Alemania.

[2] Ley de 7 de Marzo de 1902 declarando de interés general el puerto de Melilla, (*Gaceta de Madrid*, 9 de Marzo de 1902).

grandes siderurgias europeas en búsqueda de nuevos yacimientos mineros anunciaba la proximidad de agrios contenciosos comerciales por hacerse con los yacimientos [MORALES 1909, 511-512]. En 1906, el mismo año de la firma de la conferencia de Algeciras, la empresa alemana Mannesmann ya presentaba al sultán una lista de 789 yacimientos para los que se solicitaba su explotación exclusiva. Las minas de Marruecos se transformaban así en una posibilidad real de inversión gracias a la debilidad económica y política del gobierno local. En efecto, que Marruecos hubiera salvaguardado su independencia política frente al exterior no significaba que hubiera logrado mantener con la misma fortuna su estabilidad interior. Durante décadas, las injerencias europeas habían debilitado poco a poco las finanzas del gobierno del Sultán, cada vez más incapaz para someter los puntos más alejados de la capital, Fez. Para empeorarlo definitivamente, al hábil sultán Muley Hasán (1873-1894) sucedió su jovencísimo e inexperto hijo Abd-el-Asiz, bajo cuyo reinado (1894-1908) se aceleró la descomposición política e institucional del país; en especial en el norte, siempre levantisco: la cordillera del Rif, la zona otorgada a España por el acuerdo franco-español de 1904.

3. EL AVISPERO DEL RIF Y LA FIEBRE MINERA FRANCO-ESPAÑOLA

El Rif es una región montañosa de 13.000 km^2 prolongación de la cordillera del pequeño Atlas, que cruza de Este a Oeste el norte de Marruecos, limitando al norte con el mar Mediterráneo, al sur con la región de Riota, al oeste con la región de Yebala y al este con el río Muluya, a 20 km de la frontera con Argelia. A principios del s. XX, el Rif era una de esas zonas de Marruecos llamadas “blad-es-majzén” es decir, “tierra de la anarquía”, donde el Sultán sólo calmaba las frecuentes sublevaciones de los líderes locales afectándolos a la administración local como caides o bajás; a veces, tal remedio tampoco bastaba. En torno a 1890 surgió un líder local -más bien el cabecilla de una partida de bandoleros- que operando en la península de Yebala disputó al Sultán el control de la zona. En 1904 consiguió incluso poner en serios aprietos internacionales a la corte de Fez, perpetrando un par de sonados raptos de extranjeros afincados cerca de Tánger [TESSAINER Y TOMASICH, 1998].

En el Rif oriental, en torno a Melilla, también surgió otro líder rebelde: Yilali Zarhuni, un cortesano de Fez huido de Marruecos en 1894 tras cometer un robo de caudales públicos. Tras pasar varios años en Argelia, volvió a Marruecos llamando a la guerra santa contra el sultán Abd-el-Asiz alegando que éste había entregado Marruecos a los extranjeros, a los cristianos. Zarhuni aspiraba incluso a ascender al trono de Marruecos haciéndose pasar por Muley Mohamed, hermano mayor del sultán que llevaba años desaparecido. Por ello le apodaron, "El Rogui" (es decir, "pretendiente", con un matiz peyorativo) aunque también “Bu-Hamara”, “el de la Burra”, ya que solía montar sobre un asno cuando realizaba sus prédicas contra el Sultán [MALDONADO, 1949, 110, 119-124 y 133].

En 1902, tras ganarse el favor de algunas cabilas, El Rogui conquistó la ciudad de Taza y marchó sobre Fez. Sin embargo, las tropas del sultán le obligaron a retirarse de nuevo al Norte en 1905, por lo que acabó estableciendo una pseudocorte en la derruida alcazaba de Zeluán, a 25 km al sur de Melilla, demasiado al norte para que las mehalas armadas del sultán pudieran atraparle.

Algunos cronistas de la época explican que detrás de la fulgurante carrera de El Rogui se encontraba el suministro oculto de armas del gobierno francés, deseoso de desestabilizar el país [ARQUÉS, 1952, 211-215]. Se trata de una tesis no demostrada, aunque sí es cierto que El Rogui mantuvo una estrecha relación con Gabriel Delbrell, un exmilitar francés llegado a Marruecos en 1890 y, a través de él, con algunos franceses, que a sueldo o no de su Gobierno, procuraban la penetración de los intereses políticos y económicos de Francia. Este fue el caso de Louis Say, teniente de navío retirado que, en octubre de 1905, construyó, con la autorización de El Rogui, una factoría comercial en La Restinga de Mar Chica. La factoría no era sino una tapadera para el contrabando desde Argelia, sobre todo de armas. Varios meses después de su apertura fue destruida por un cañonero enviado por el

Sultán. También, el Gobierno español observaba con recelo cómo a escasos 20 km de Melilla se creaba un centro que perjudicaba gravemente los intereses comerciales de Melilla en su *hinterland* natural. A partir de entonces, las autoridades españolas controlaron atentamente los manejos de El Rogui con los franceses. A pesar de que el acuerdo franco-español de 1904 atribuía a España el derecho de influencia sobre el territorio del Rif oriental hasta la frontera francesa, en aquellos momentos todo parecía indicar que los franceses no renunciarían a disputarlo si de él podía obtenerse algún beneficio.

Tras el fracaso de la factoría, El Rogui se aplicó a vender permisos de explotación de los yacimientos de plomo e hierro existentes en los territorios de las cabilas que sometía y a las que arrebató la propiedad de estos terrenos. Concretamente, en la cabila de Beni Bu-Ifrur, a 14 km al sudoeste de Nador, se levantaba una mole inmensa de 696 m de piedras pesadas y negras: el monte Uixan.

Ya en 1905, El Rogui recibió a directivos franceses de las minas de Beni Ensaf, que le habrían propuesto la explotación de las minas de Guelaya, y es probable que fuera entonces cuando decidiera asentarse en Zeluán para controlar el lucrativo negocio de las concesiones mineras. En 1906, un ingeniero francés de Argel llamado Alexander Baylle logró la primera concesión minera en los territorios bajo su dominio: el acuerdo era un tanto vago, ya que no especificaba detalles acerca de la naturaleza exacta de la explotación ni en qué punto se localizaría. Parece más bien que Baylle era un especulador con ánimo de obtener beneficio rápido de su concesión: así lo hizo, vendiéndola a otro grupo inversor francés a la cabeza del cual se hallaba Alfred Massenet, un ingeniero de la Escuela Central de Minas de París ligado al partido colonista francés. A principios de mayo de 1907, Bu-Hamara y Massenet pactaron un acuerdo para la explotación minera de la provincia de Guelaya. A la firma siguió la entrega de más de cien mil pesetas. En todo el negocio pululó como intermediario el aventurero francés Delbrel que habría reservado para sí otra concesión minera de El Rogui.

4. LA DIFICIL CREACION DE LA COMPAÑÍA ESPAÑOLA DE MINAS DEL RIF (CEMR)

Los hechos que rodean la creación del CEMR y, en general, la participación minera española en los alrededores de Melilla, entre 1905 y 1907, son confusos, en parte por la escasez de documentación que atestigüe de manera fehaciente los hechos[3] y, en parte, porque las fuentes de la época incurren en contradicciones que más tarde han ido reproduciendo todos aquellos que han tratado de aclarar un autentico embrollo de nombres y fechas.

Al parecer, tras el asentamiento de El Rogui en Zeluán, éste entró en contacto con un mayorista hebreo de Melilla, David Charvit, al que compró monturas, tiendas de campaña, alfombras, tejidos, azúcar, té y otros artículos [GALBAN JIMENEZ, 1965, 14]. La proximidad de Charvit con Bu-Hamara le hizo saber de la concesión otorgada a Baylle en 1904 y de los movimientos de Delbrell para obtener una concesión propia. Charvit acabó interesado por las posibilidades mineras del campo vecino y también consiguió de El Rogui, a principios de 1907, una concesión similar a la Delbrell. Con ella y algunas muestras de hierro de Uixan acudió, en primer lugar, a Port Say y Orán buscando inversores. Los franceses rechazaron la oferta aduciendo que los terrenos que abarcaba su concesión estaban ya concedidos en exclusiva a Delbrell y serían explotados por la Compañía del Norte Africano, que el grupo de Massenet estaba a punto de fundar[4]. Así que Charvit se volvió hacia la posibilidad española y logró convencer a Clemente Fernández, empresario madrileño habitual por entonces en Melilla para importar carne y lana desde Marruecos. Fernández recogió algunas muestras y volvió a la península para

[3] El acta de fundación de la Compañía, como tal, esta fechada a 21 de julio de 1908, es decir, más de un año después de que los capitalistas españoles iniciasen sus primeros tanteos en los alrededores de Melilla (Acta de Fundación de la Compañía Española de Minas del Riff. Registro Mercantil de Madrid. Tomo 53 del Libro de Sociedades, ff. 2.347 y ss.)

[4] De hecho la "Compañía del Norte Africano, SA." se constituyó ante el notario de Madrid Francisco Moragas y se inscribió en el registro mercantil de Málaga el 30 de octubre de 1907, para explotar lo yacimientos de plomo del Monte Afra, con un capital Social, de seis millones de pesetas.

analizarlas y recabar el apoyo financiero de su amigo Honorio Riesgo, empresario asturiano afincado en Madrid que acabaría siendo el capitalista fundamental para iniciar el negocio.

Casualmente, en el viaje de vuelta en tren a Madrid, Fernández conoció a Enrique Macpherson, un agente de seguros y empresario gaditano con importantes contactos en las élites políticas y económicas españolas, especialmente en la industria siderúrgica y la construcción naval ligadas al Partido Liberal[5]. Macpherson fue el muñidor que logró cohesionar al grupo y permitió que no fuera apartado del negocio por inversores de mayor capacidad financiera apoyándose en su amistad con grandes fortunas del momento. Por otra parte, Macpherson también tenía experiencia en la explotación de minas como principal contador de la compañía gaditana de las minas de piritas ferro-cobrizas en Aznalcóllar (Sevilla).

En junio de 1907, Macpherson y Fernández escribieron al El Rogui para comunicarle su intención de comprar las minas, pagando una señal a través de Charvit. El Rogui aceptaba la proposición e invitaba a los españoles a discutir su oferta en Zeluán.

Mientras tanto, un nuevo participante se había unido a lo que Ruiz Albéniz llamó "las mil peripecias que ocurrieron en este pugilato industrial" [RUIZ ALBENIZ, p. 45]: el conde de Romanones[6]. Álvaro de Figueroa y Torres era político desde su juventud y poseía una fulgurante carrera ocupando cargos oficiales, varias veces ministro, presidente de las cámaras y presidente del Gobierno[7]. En suma, era uno de los principales líderes del partido Liberal y uno de los mejores representantes de las prácticas políticas -entre el caciquismo y el providencialismo- del segundo período de la Restauración (1899-1921)[8]. En 1907, durante se estancia en París, se le acercó un ingeniero de minas para solicitarle una carta de recomendación para las autoridades de Melilla. Se trataba de Alfred Massenet, que llevaba un tiempo procurándose un documento similar entre la representación diplomática española para vencer las reticencias del gobernador militar melillense, el general Marina, opuesto al paso de extranjeros al campo marroquí. Al parecer, Massenet utilizó este documento para anunciarse descaradamente en Melilla como socio de Romanones y allanarse sus propósitos. Aquel incidente provocó que Romanones acabase interesándose por la naturaleza del asunto y enviara a dos ingenieros para que investigasen los cotos mineros cercanos a Ceuta y Melilla. Los informes que recibió del Rif oriental hablaban de la "esplendidez de los colosales tesoros mineros de aquellas comarcas y, muy singularmente, de las de Beni-bu-Ifrur". Decidió, por tanto, pasar a la acción y negociar con el ubicuo Delbrell la compra del dudoso documento que le había concedido El Rogui. Cuando los emisarios de Romanones contactaron con Bu-Hamara, Fernández y Macpherson ya habían convenido la compra de las minas unas semanas antes.

Como sus competidores aún no habían satisfecho la cantidad prevista, Romanones no dudó en hacer una contraoferta en octubre. Frente a las trescientas mil pesetas de Fernández y Macpherson, su representante, Joaquin Payá, pactó con El Rogui la compra de las minas por medio millón de pesetas, la mitad de las cuales se entregaría en el mes de noviembre y el resto al comenzar la explotación. Se inicia entonces una alocada carrera entre ambos grupos para reunirse con Bu-Hamara en Zeluán en primer lugar y cerrar la operación. En noviembre de 1907 ambos grupos embarcaron en Málaga al unísono, en el mismo carguero, observándose mutuamente rumbo a Melilla. Estas peripecias fueron descritas en forma de diario de viajes por Jacobo Butler, uno de los intérpretes del grupo Fernández-Macpherson[9]

[5] Los datos relativos a Macpherson corresponden a la tesis de licenciatura de José Antonio Sainz realizada en la Universite de Provence en 1999 con el título “L'implantation minière espagnole au Maroc au début du vingtième siècle” y bajo la dirección de Gérard Chastagnaret.

[6] La historia de la participación de Romanones fue publicada en primer lugar por el periódico *La Correspondencia de España* el 17 de enero de 1908.

[7] Formalmente, presidente del Consejo de Ministros.

[8] Y como Macpherson, también tenía amplia experiencia en inversiones mineras: su abuelo, Luis Figueroa, afrancesado, huido a Francia después de la guerra de Independencia, estableció en Marsella un próspero negocio que le permitió invertir en la minería del sureste español en el periodo 1830-1840. Su hijo Ignacio (y padre de Álvaro), continuó engrandeciendo estos negocios mineros, emparentando con la nobleza y procurando títulos nobiliarios para todos sus hijos que no tardaron en entrar en política.

[9] Con el nombre "Recuerdos de una expedición española al Rif: 1907-1908", Butler lo publicó primeramente en trece capítulos, distribuidos en catorce entregas, en el *Diario de Cádiz*, desde el 6 de junio de 1908 hasta el 12 de diciembre de 1908, fecha en

cuya expedición se asemejaba a una embajada comercial. La misión necesitó más de 50 mulas para poder trasladarse, y su trayecto fue protegido siempre por una escolta armada enviada por el propio Bu-Hamara. Mientras, Macpherson maniobró hábilmente en Melilla para que Payá y los otros representantes de Romanones, obtuviesen la autorización militar de entrada a Marruecos después que la suya, e incluso pagó a sus guías marroquíes para que les condujeran a Zeluán por una ruta más larga. En aquella guerra comercial todos los trucos valían e iban a resultar claves para derrotar a su poderoso rival[10].

Finalmente se alcanzó un acuerdo por el cual El Rogui concedía la explotación exclusiva de todos los cotos mineros de Beni bu-Ifrur y, en concreto, la del monte Uixan, al grupo Fernández-Macpherson, así como el derecho a la construcción de un ferrocarril y de líneas telegráficas. A continuación se hizo el pago en efectivo de cuatrocientas mil pesetas, suministradas en buena parte por Honorio Riesgo[11].

Aunque Romanones pareciera vencido, no lo estaba. Desde que recibió este duro revés movilizó todas sus influencias para forzar un acuerdo con los vencedores que no le apartara del todo del negocio. Es bien probable que recurriera al ascendente político de Segismundo Moret, miembro destacado del partido Liberal -gaditano como Macpherson y amigo personal de éste- para convencer a sus rivales. Por su parte, Macpherson, para evitar la absorción financiera, convenció a Claudio López Bru, segundo marqués de Comillas, para que participara en la empresa a través de su sobrino Juan Antonio Güell López, como aliado. Macpherson era socio de Comillas en negocios relacionados con la compañía Transatlántica y la Sociedad Española de Construcción Naval. Asimismo, eran amigos aunque, en este caso, López Bru era un destacado miembro del Partido Conservador. Daniel Iturralde, abogado madrileño, jugó asimismo un papel primordial para lograr la alianza: habitual intermediario en los negocios de Romanones, era también primo de Enrique Macpherson. Por encima del las aparentes diferencias políticas públicas, prevalecía una vez más –como era habitual para la élite económico y social de la España de la Restauración– la conveniencia de salvaguardar el beneficio empresarial mutuo con un pacto apoyado en vínculos familiares [TUÑÓN DE LARA, 1992; VARELA ORTEGA, 2001].

El 21 de junio de 1908 se constituyó la Compañía Española de Minas del Rif (CEMR) con un capital inicial de 6 millones de pesetas. En el primer consejo de Administración estaban: como presidente Manuel Villanueva y Gómez -el político liberal al que ya hemos visto arriba como miembro activo del partido africanista español- aparece ahora como simbólico defensor de la CEMR, que busca desde el primer momento identificar el interés particular de sus propietarios con el general de la nación. Como vicepresidente se nombra a Gonzalo Figueroa, hermano del conde Romanones, con el cual participaba en la compañía AyG Figueroa. Si Romanones, públicamente, en aquel momento afirmaba que se había alejado de la CEMR por responsabilidad política, en realidad iba a manejar un buen paquete de acciones a través de la empresa familiar. Como vocales aparecen Clemente Fernández, Enrique Macpherson, Alfonso del Valle y José Antonio Güell [SANMARTIN SOLANO, 1985].

5. CONCLUSIÓN

Las crueldades con que El Rogui gobernaba a las cabilas del Rif oriental provocaron su caída en agosto de 1907, a manos precisamente de los propios cabileños a los que sojuzgaba. Sin la protección que les proporcionaba Bu-Hamara, la recién creada CEMR debió enfrentarse a la oposición de las cabilas -verdaderas propietarias de los yacimientos- que se consideraban expoliadas de sus terrenos. El 9 de julio de 1909, un grupo de rifeños asesinaron a cuatro trabajadores españoles mientras construían la

que dejó de publicarse aunque la historia no hubiese concluido. En octubre de 1915, volvió a publicarlo, ampliado esta vez con nuevos detalles y correcciones formales, en la revista mensual *África*.

[10] Entre los miembros de la expedición viajaba un ingeniero de minas -encargado de inspeccionar los cotos mineros antes de cerrar el negocio- que más tarde entraría a formar parte del Consejo de Dirección de la Compañía desempeñando un importante papel durante sus más de 80 años de vida: Alfonso del Valle. Valle fue también director general del IGME entre 1938 y 1940.

[11] Teniendo en cuenta que Bu-Hamara exigió el pago en moneda de plata significaría que se le entregaron casi dos toneladas de metal (cuarenta monedas de plata, de a cinco pesetas cada una, equivalían a un kilogramo).

línea férrea para transportar el mineral desde el monte Uixan a Melilla. Este atentado sirvió de excusa para forzar la intervención del ejército español y asegurar un perímetro de defensa permanente para las minas. A pesar de que la campaña lograra su objetivo militar tras cinco meses de combates, el coste fue una de las peores crisis políticas de la historia contemporánea de España: el 27 de julio una grave derrota sufrida en el llamado "Barranco del Lobo" desencadenó una sangrienta revuelta popular en Barcelona -la Semana Trágica- y la caída del gabinete conservador de Maura.

Mientras tanto, la CEMR, estaba a punto de dejar de ser la aventura empresarial de unos pequeños inversores astutos y osados -Fernández y Macpherson- vencedores del poderoso grupo inversor Figueroa. Una vez que el ejercito había eliminado toda oposición local a la explotación de la minas, y la viabilidad de la CEMR estaba asegurada. En la asamblea extraordinaria del 7 de octubre de 1909 entraron a formar parte en el Consejo de Administración el conde de Zubiría y Alejandro Gandarias, dos de los mayores empresarios españoles del primer cuarto del s. XX, pertenecientes a la burguesía industrial vasca de la siderurgia y la construcción naval (Altos Hornos de Bilbao y Sociedad Española de Construcción Naval). Se conseguía con ello colocar el resto de acciones al portador de la Compañía aún no vendidas y a dibujar definitivamente el conjunto de propietarios de la misma: Gandarias fue elegido en lugar de político Villanueva; Romanones se alejaba de la participación activa y Comillas permanecía cerca de la presidencia a través de su sobrino Guell, escogido finalmente vicepresidente. El gran capital siderúrgico español se había hecho por fin con el control de la Compañía.

BIBLIOGRAFÍA

ARQUÉS, E. (1952) *Tres sultanes a la porfía de un reino: Del diario de un cautivo*. Tetuán.

CHASTAGNARET, G. (2000) "Mines et régeneration de l'Espagne: Fausse solution et vrai problème". En Idem (dir.) *Crise espagnole et nouveau siècle en Méditerranée*. Casa de Velázquez-Université de Provence, 249-260.

ESCUDERO, A. (1988) "Minería e industrialización en Vizcaya: objeciones a una teoría tradicional". En E. Fernández de Pinedo y J.L. Hernández Marco (eds.) *La industrialización del norte de España*. Barcelona.

GALBÁN JIMÉNEZ, M. (1965) *España en África. La pacificación de Marruecos*. Madrid.

MADARIAGA, M.R. (1993) "Melilla y la fiebre minera en el primer cuarto de siglo". *Aldaba*, 19, 183-202.

MALDONADO, E. (1949) *El Rogui*. Tetuán.

MAURA Y GAMAZO, G. (1905) *La cuestión de Marruecos desde el punto de vista español*. Madrid.

MORALES LEZCANO, V. (1976) *El colonialismo hispanofrancés en Marruecos (1898-1927).* Madrid.

MORALES LEZCANO, V. (1984) *España y el Norte de África: el protectorado de Marruecos, 1912-1956*. Madrid.

MORALES, G. (1909) *Datos para la historia de Melilla (1497-1907),* vol. II, Melilla.

NADAL, J. (1982) *El fracaso de la Revolución industrial en España, 1814-1913.* Barcelona, 1982, 5ª ed.

RENOUVIN, P. (1969) *Historia de las relaciones internacionales: el siglo XIX*. Madrid.

RUIZ ALBÉNIZ, V. (1994) *España en el Rif (1908-1921).* Melilla. Reimpresión de la obra de 1921.

SANMARTÍN, G. (1985) "La compañía española de Minas del Rif (1907-1984)". *Aldaba*, 5, p. 55-74.

TESSAINER Y TOMASICH, C.F. (1998) *El Raisuni: aliado y enemigo de España.* Málaga.

TORTELLA CASARES, G. (1988) "La minería y la energía". En: Id. *et al*.: *Revolución burguesa, oligarquía y constitucionalismo*. Barcelona.

TUÑÓN DE LARA, M. (1992) *Poder y sociedad en España, 1900-1931*. Madrid.

VARELA ORTEGA, J. (2001) *Los amigos políticos: partidos, elecciones y caciquismo en la Restauración (1875-1900)*. Valladolid.

GONZÁLEZ REDONDO, F. A. (coord.) (2015) *Ciencia y Técnica entre la Paz y la Guerra. 1714, 1814, 1914*. Madrid, SEHCYT, pp. 979-985.

LA HISTÓRICA RELACIÓN ENTRE GEOLOGÍA Y MEDICINA

B. Soutullo García[(1)] y Mª V. López-Acevedo Cornejo[(2)]

(1) Museo de la Geología, Facultad de Ciencias Geológicas, UCM, bsoutull@ucm.es
(2) vcornejo@ucm.es

Resumen

La Medicina y la Geología mantienen estrechos vínculos desde los tiempos más remotos. La conexión más antigua se produce con la utilización de una gran variedad de minerales, fósiles, rocas y tierras como remedios medicinales. Estos materiales geológicos reciben el nombre de geofármacos. Una revisión de los textos médicos históricos permite certificar su uso de forma continuada en el tiempo en todo tipo de culturas. El vínculo entre ambas disciplinas alcanza al mismo origen de la geología como ciencia, y dos médicos -Nicolás Steno y James Hutton- se consideran los fundadores de ella. En la actualidad la relación se mantiene en el campo de la Geología Médica y en la resolución de la estructura interna de las moléculas de la vida con técnicas cristalográficas.

Palabras clave: Geología Médica. Geofármacos. Historia de la Geología. Cristalografía.

THE HISTORICAL RELATIONSHIP BETWEEN GEOLOGY AND MEDICINE

Abstract

Medicine and Geology maintain close ties since ancient times. The oldest connection was established with the use of a variety of minerals, fossils, rocks and soils as medicinal remedies. These geological materials are called geopharmaceuticals. A review of historical medical texts certifies its use continuously over time in all cultures. The link between the two disciplines reaches to the origin of geology as a science, and two doctors -Nicolás Steno and James Hutton- are considered its founders. Now day the relationship is maintained in the field of Medical Geology, and resolution of the internal structure of the molecules of life by crystallographic techniques.

Keywords: Medical Geology, Geopharmaceuticals, History of Geology. Crystallography

1. INTRODUCCIÓN

La Geología Médica se ocupa de afrontar interdisciplinarmente los retos que para la salud suponen determinados procesos y productos de la actividad geológica natural. Sus éxitos en las últimas décadas no hacen sino renovar una relación entre Medicina y Geología mantenida desde la antigüedad. La conexión más atávica entre ambas se produce con la utilización de materiales geológicos como remedios medicinales, lo que provocaría que los galenos adquiriesen un conocimiento cada vez mayor sobre la ubicación, características y asociaciones de rocas y fósiles. El vínculo entre ambas disciplinas llega hasta el mismo origen de la geología como ciencia, y dos

médicos, Nicolás Steno (1638-1686) y James Hutton (1726-1797), son con justicia considerados los padres de la geología. Ya en el siglo XX, volvió a unirlas el problema sobre la estructura interna de las moléculas de la vida, que se está desentrañando gracias al bagaje de conocimiento acumulado durante siglos por mineralogistas que intentaban comprender la morfología cristalina.

2. LOS REMEDIOS MINERALES EN LA HISTORIA

La historia de la humanidad es también la historia de los intentos por remediar la enfermedad y evitar la muerte. Médicos y sanadores de las civilizaciones y culturas más diversas, desde los tiempos más remotos hasta los recientes, han utilizado rocas, minerales, fósiles y tierras para restablecer o conservar la salud.

Una revisión de los textos históricos más relevantes refleja la persistencia de su uso y muestra el empleo generalizado de un gran surtido de materiales geológicos con supuestos o reales efectos terapéuticos.

La referencia más antigua de utilización de geofármacos la encontramos en las Tablillas de Nippur (2.500 a.C.) que registran hasta 120 sustancias minerales entre las que encontramos arcillas, halita o nitro que se aplicaron para curar durante la civilización mesopotámica. Actualmente, el nitro se utiliza en pastas dentífricas por su capacidad para combatir la hipersensibilidad de la pulpa dentaria.

En el Antiguo Egipto, la referencia escrita más arcaica sobre el uso de minerales para fines medicinales es el papiro de Ebers (1.500 a.C). En él se describe el uso de unas 500 sustancias, varias de ellas minerales, detallando dosis y forma de preparación. Los egipcios conocían también su utilidad como cosméticos; hombres, mujeres y niños se pintaban ojos y párpados con galena y malaquita para aumentar el atractivo y, también, para evitar las patologías oculares típicas de un clima tan agresivo como el desértico. Para sus emblemáticas momificaciones aplicaban arcillas y un mineral que se designa con una palabra cuyo origen se remonta precisamente a esta civilización: el natrón o “sal divina”.

El *Pen Ts´ao Kang Mu*, una de las obras de medicina china más famosa, fue comenzada por el emperador Shen Nung -se cree que vivió a finales del cuarto milenio a.C.- y cada nuevo emperador corregía y aumentaba el catálogo de remedios que llegó a contener 354 medicinas de origen mineral. En la Antigua China también se observó y registró el efecto perjudicial que podían tener los minerales para la salud, por inhalación o ingesta. Quin Shi Huang, el emperador que se enterró con un gran ejército de terracota en el 209 a.C., murió envenenado con mercurio, mineral que consumía porque creía depositario del secreto de la vida eterna.

En el mundo clásico, autoridades de la categoría de Hipócrates -considerado el padre de la medicina- o Aristóteles, realizaron clasificaciones de las tierras medicinales. Durante el siglo I surgieron dos textos fundamentales: *Materia Médica* de Dioscórides (c. 40 d.C.-c. 90 d.C.) e *Historia Natural* de Plinio el Viejo (23 d.C.- 79 d.C.).

Ambas obras recogen el uso de geofármacos y tuvieron una gran influencia durante toda la Edad Media, donde se divulgaron en griego, árabe y latín -las tres lenguas utilizadas entonces para los textos científicos- manteniendo su autoridad durante más de 1600 años. El siguiente autor relevante fue Galeno (130 d.C.-200 d.C.) quien dio gran importancia a los métodos de preparación y conservación de fármacos. El libro IX de su *De Simplicium Medicamentorum Facultatibus* muestra una sección sobre la aplicación terapéutica de tierras, piedras y metales, donde se describe el uso del *lapis Judaicus* (espinas de Balanocidaris) para tratar dolencias renales, la pumita para los problemas de encías o los zafiros para las hemorroides, entre otras referencias.

A principios del siglo VII, el hispanogodo San Isidoro (550-636), arzobispo de Sevilla, redacta sus enciclopédicas *Etimologías*, el texto científico más difundido e influyente en Europa durante varias centurias. Dedica su libro XVI a las piedras y metales y algunas entradas incluyen observaciones sobre su uso médico.

Entre los siglos VIII y XII la medicina experimentó brillantes avances en el floreciente mundo musulmán gracias a la recuperación de la ciencia antigua y al amplio uso del árabe como lengua de cultura. El clima intelectual del Medioevo islámico propició el estudio de la medicina y la farmacología, así como la compilación de estos conocimientos en grandes obras sistemáticas. Algunas de ellas están entre las obras más célebres de la historia de la medicina: *El Libro de la Medicina* de Rhazes (865-925), el *Libro de la Práctica Médica* de Abulcasis y el *Cánon* de Avicena (980-1037). Tanto ellos como *Synonima* de al-Biruni (973-1048), *Colliget* de Averroes (1126-1198) o *Venenos y Antídotos* de Maimónides (1138-1204) dan testimonio del elenco mineral que, tras molerlo o calcinarlo, era utilizado como medicamento.

Así sabemos que no todos tenían la misma capacidad sanadora, reservándose la mayor eficacia (y a veces la mayor agresividad tóxica) para el oro y las gemas. El polvillo de oro se empleaba en el tratamiento de las cardiopatías y la epilepsia; las perlas, en las patologías más dispares, desde cefaleas a problemas de visión. La piedra pómez servía como cicatrizante, dentífrico o abrasivo para eliminar el vello corporal y, la "inexplicable fuerza" de la magnetita, la convertía casi en panacea. En su *Cánon*, Avicena advierte del carácter venenoso de los diamantes; en su *Mineralogía*, al-Biruni lo desmiente con una falsación: "el perro no tuvo ninguna reacción, ni inmediata ni al cabo de un tiempo". La piedra bezoar (concreciones formadas en el estómago o intestinos de los rumiantes) era un antídoto contra picaduras y mordeduras de animales venenosos, igual que la Triaca, preparado compuesto por múltiples ingredientes que incluían arcillas, betún de Judea y alumbre. Cabe señalar que la Triaca, empleada desde el período clásico, continúa como medicamento oficial en las farmacopeas españolas de 1905 y 1915.

La base teórica de la medicina árabe no difiere de la adoptada por griegos y romanos; desde Hipócrates hasta mediados del siglo XIX se entendió que el cuerpo humano estaba compuesto por cuatro líquidos –humores- equivalentes a los cuatro elementos que constituían la materia: Sangre (Aire), Flema (Agua), Bilis (Fuego) o Bilis Negra (Tierra). La dieta y la actividad de cada individuo aumentaban o disminuían estos humores y el desequilibrio alteraba salud y personalidad. Con el objetivo de reequilibrar, la elección del remedio mineral contemplaba su naturaleza según esta doctrina de los cuatro elementos y las cuatro cualidades (templado/frío/húmedo/seco).También podía intervenir una concepción mágico-simbólica: si la mandrágora -por su raíz antropomorfa- podía curar numerosas enfermedades, los corales rojos y los rubíes sanaban hemorragias y enrojecimientos. Entrado el siglo XIII, la farmacopea árabe se había extendido por Europa gracias a las traducciones realizadas en Salerno y Toledo.

De los siglos XI-XII del Occidente latino destaca la obra médica de Santa Hildegarda von Bingen (1098-1179) por presentar remedios minerales singulares que no aparecen en ningún otro tratado, ya que fueron revelados -según esta peculiar mística- directamente por Dios. Así, portar esmeraldas prevenía las dolencias gástricas y cardíacas, humedecidas en la boca y aplicadas sobre el cuerpo trataban las pestilencias, mientras que colocadas en la boca curaban crisis epilépticas. Otro lapidario de gran prestigio fue el de Marbodio de Rennes (1035-1123), compendio en verso de la mitología y propiedades de 60 "piedras preciosas" que antes del siglo XIV se había traducido a muchos idiomas.

Si en la Alta Edad Media son comunes los tratados "científicos" elaborados aunando conocimiento clásico e innovación musulmana, la Baja Edad Media es la de los lapidarios, textos que se refieren exclusivamente a los usos mágico-terapéuticos de minerales y fósiles. Éstos, aunque buscan refugio en el prestigio de los autores del pasado, incorporan elementos como la astrología,

siguiendo la creencia de que las disposiciones estelares aportaban a las piedras propiedades específicas. Uno de los más famosos -conocido como el de Alfonso X el Sabio (1221-1284) por haberse traducido a instancia suya- presta considerable atención al reconocimiento de las piedras y a sus supuestas propiedades medicinales. Actualmente se analiza con renovado interés por ser el texto castellano más antiguo que describe fósiles, lo que le convierte en objeto de estudios criptopaleontológicos. Juan Gil de Zamora (1241-c.1318), vinculado a la corte del Rey Sabio, es uno de los últimos eslabones en la cadena de enciclopedistas medievales que recopilan lapidarios (como Bartolomé de Inglaterra, Tomás de Cantimpré o Vicente de Beauvais). Su *Historia Natural* es representativa de la tendencia moralizante de estas obras donde la difusión de los conocimientos está supeditada a la edificación religiosa. En la primera voz recogida -*Asbesto*- cita su principal propiedad, la resistencia a apagarse una vez encendido, que servirá para simbolizar la incesante ansia de Dios del alma arrepentida.

En este contexto es excepcional el trabajo de San Alberto Magno (siglo XIII), una de las figuras más influyentes de la época.Fue experto en una serie de disciplinas que hoy constituyen ciencias independientes y, aunque sus escritos sobre ciencias naturales solían partir del catálogo aristotélico; su *De Mineralibus* es original -no existía ninguna obra griega sobre mineralogía- y constituye el primer intento de desarrollar una sistemática completa de los minerales. En él recoge el empleo de ágatas indias para prevenir los envenenamientos y mejorar la visión, berilo para el dolor de hígado o lapislázuli contra la malaria.

En las postrimerías del siglo XV aparece el que será el primer libro impreso de historia natural, *Hortus Sanitatis*, de Johannes de Cuba (1485-?). Dividida en varios tratados, el *De Lapidibus* dedica 144 capítulos a las virtudes y usos de las piedras. Pese a que la obra estaba orientada hacia la práctica médica, su calidad científica es muy baja y recoge numerosas creencias y leyendas sobre sirenas, centauros, piedras de la locura… Admitimos que estos mitos todavía resultaban creíbles, sin embargo la obra carece del sentido crítico que guiaba el *De Mineralibus*, donde San Alberto afirmaba que: “la tarea de la ciencia natural no consiste en aceptar simplemente cosas relatadas, sino en investigar las causas de los sucesos naturales”; un autor que dejó escritos cuestionando la autoridad cuando las observaciones contradecían el dogma: “este Plinio dice muchas cosas que no están atinadas en absoluto”.

La invención de la imprenta, la caída de Constantinopla y el inicio de los viajes trasatlánticos supusieron el fin de la Edad Media. El Renacimiento marcó el comienzo de un período donde la recolección de todo tipo de especímenes naturales y su exhibición en Gabinetes de Curiosidades, eran indicativos de autoridad intelectual y prestigio social. Los catálogos que acompañaban estas colecciones solían contener representaciones de muestras geológicas y sus correspondientes descripciones que frecuentemente incluían referencias al uso médico. Es un período de transición donde coexisten lapidarios del viejo estilo con textos más acreditados, pioneros de la revolución científica que pronto vería la luz. Ejemplo de los primeros es el *Speculum Lapidum* (1502) que Camilo Leonardi dedicó a su mentor, César Borgia, o el *Libro de las Virtudes y Propiedades Maravillosas de las Piedras Preciosas*, publicado en 1605 por Gaspar de Morales y rápidamente prohibido por la Inquisición por su impregnación astrológica. En cambio, los escritos de tres médicos de la época, Georgius Agrícola (1494-1555), Conrad Gessner (1516-1565) y Anselm Boetius de Boodt (1550-1632), son ya auténticos textos científicos. *De Re Metallica* (AGRICOLA, 1556) es considerada una obra pionera de la minería y de las enfermedades producidas por la extracción mineral, mientras que *De Natura Fossilium* (AGRICOLA, 1546) constituye el primer intento científico de clasificar rocas, minerales y fósiles, y muchas de sus entradas, tienen indicaciones sobre la tradición médica contemporánea. En 1565, Gessner publica el voluminoso *De Rerum Fossilium, Lapidum et Gemmarum maxime, figuris et similitudinibus Liber*. En él combina el uso de ilustraciones con un nuevo enfoque para la clasificación de los materiales geológicos; ocasionalmente, refiere la aplicación

médica de alguno de ellos, como el crisolito recomendado para los problemas estomacales e intestinales. El *Gemmarum et lapidum Historia* de Boetius, publicado el año en el que Galileo se asoma por vez primera a un telescopio, presenta descripciones sistemáticas -con alusiones a sus propiedades medicinales- de unos 600 materiales geológicos.

El siglo XVI es el del origen de la química farmacológica. De la mano de Paracelso (1493-1541), los minerales comienzan a emplearse como materia prima para la elaboración de medicamentos. Convencido de que los remedios para sanar se hallaban en la naturaleza y no en los libros, toda realidad natural podía ser fármaco siempre que el médico, mediante la observación y la alquimia, supiese descubrir sus diversos modos de acción sobre el organismo; suyo es el principio: "solo la dosis hace el veneno", que continúa vigente. Es el tiempo de los laboratorios alquimistas -como el reconstruido en el Museo de la Farmacia Hispana de la Universidad Complutense- y de las farmacopeas, textos que recogen, entre otros principios activos, los distintos minerales de uso medicinal.

La Revolución Científica del XVII supuso un cambio profundo en los presupuestos, el método y el contenido del conocimiento. Durante la Ilustración, la observación y experimentación sistemática produjeron grandes avances en la química, la mineralogía y la cristalografía que mejoraron la comprensión de los fármacos y cosméticos de origen mineral. Como resultado se descarta prácticamente el uso terapéutico de los fósiles. El desarrollo tecnológico del siglo XIX permite la fabricación de medicamentos a escala industrial y el avance imparable de la química a principios del XX, termina por influir negativamente en el empleo de minerales con fines terapéuticos, ya que pasan a utilizarse sus análogos sintéticos.

En la actualidad, de los cuatro mil quinientos minerales existentes, sólo treinta continúan utilizándose en farmacia como principios activos o excipientes, y sólo cuatro, no se sintetizan artificialmente, bien por su abundancia -como la calcita, el yeso y la halita- o bien por lo caro y complicado del proceso, como los minerales de la arcilla.

Las arcillas constituyen los geofármacos más utilizados a lo largo del tiempo y del espacio. Además del uso tópico, y desde la antigüedad clásica, aparecen referencias a la ingestión de arcillas con fines terapéuticos o religiosos. Solían consumirse en forma de "tierras selladas"; bolitas o pastillas de arcilla mezcladas con miel o almíbares, sobre las que se estampaba un sello que remitía a su procedencia. Su consumo se mantuvo hasta la Ilustración para combatir males que incluían la peste y, con otros formatos, se dispensaron arcillas a los combatientes de la Primera Guerra Mundial para prevenir dolencias gastrointestinales.

Otro fenómeno curioso relacionado fue la ingesta de barro fino planteada como bocado de placer y refinamiento; documentada desde el Bagdad del siglo X, desembocó en la costumbre denominada "Bucarofagia". Muy de moda entre las damas españolas del Siglo de Oro, la práctica queda reflejada en versos de Lope de Vega (*Niña del color quebrado, o tienes amor o comes barro*) o Góngora (*Que la del color quebrado culpe al barro colorado*). El efecto perseguido era lograr la ansiada tez pálida, y ésta se producía por la anemia derivada de la opilación intestinal. La anemia también podía interrumpir el flujo menstrual con lo que se lograba otro efecto menos confesable pero muy perseguido: el anticonceptivo. Hay testimonio de un tercer efecto narcótico -al parecer muy placentero- que llegaba a provocar dependencia en las consumidoras. Esta curiosa práctica puede tener una representación plástica excepcional; la restauración de las Meninas en 1984 reveló que el objeto que está sobre el azafate de oro es un modesto búcaro de barro. Este sorprendente contraste y el no ser el tipo de recipiente utilizado en la corte para beber, ha hecho pensar que la ofrenda estuviese destinada a la ingestión del búcaro: se especula que la infantita fuese víctima de una pubertad precoz y con este tratamiento se persiguiera la detención de la hemorragia.

3. LOS MÉDICOS Y LA GEOLOGÍA MODERNA

En los párrafos precedentes se ha visto cómo médicos clásicos, medievales y renacentistas utilizaron materiales geológicos para sanar, supieron de venenos y antídotos de naturaleza mineral, y profundizaron y divulgaron este conocimiento. Pero la relación entre medicina y geología no cesó con el surgimiento de la ciencia moderna que acabó desterrando la mayor parte de los geofármacos del arsenal terapéutico, sino que es tras la Revolución Científica cuando el vínculo se intensifica y mantiene hasta la actualidad.

El que puede considerarse el primer geólogo de la historia, Nicolaus Steno, fue de hecho protagonista de la Revolución Científica del XVII. Estudió medicina y viajó por Europa adquiriendo el prestigio de ser el más grande anatomista de su tiempo. Protegido por el gran duque Fernando II de Médici, se estableció en la Toscana para formar parte de la Academia del Cimento, la primera gran institución dedicada a la ciencia experimental surgida como reacción a la condena de Galileo. La disección de un tiburón por encargo de su mecenas le llevó a la publicación del *Canis Charcharie*, donde interpreta las "mágicas glossopetras" como dientes de tiburón, demostrando el origen orgánico de los fósiles. En su famosa obra, *Prodomus*, se resumen los principios de superposición, horizontalidad original y continuidad lateral de los estratos. Mostró que la Tierra tenía una historia que podía "leerse" en las rocas, idea que desembocaría en el concepto moderno de tiempo Geológico.

El siguiente fundador de la geología es James Hutton, un médico de la Ilustración. En una época en la que el Neptunismo y el Catastrofismo eran las ideas dominantes, defendió el origen endógeno de los granitos y las rocas volcánicas por lo que su modelo se denominó Plutonismo, en honor a Plutón, dios romano del inframundo. Tras definir el Ciclo Geológico apuntó que sus procesos, actuando durante mucho tiempo, eran suficientes para explicar la historia de la Tierra sin misteriosas catástrofes o intervenciones divinas. Fue el precursor del Actualismo y de la concepción de Tiempo Profundo que años después popularizaría Charles Lyell.

Sin la relevancia que tuvieron Steno y Hutton para el nacimiento de la Geología científica, otros muchos médicos del XVIII hicieron sus aportaciones; como John MacCulloch, autor del primer mapa geológico de Escocia, Erasmus Darwin, John Wall, C. Parry y Edward Jenner, descubridor de la vacuna de la viruela. Durante el XIX la conexión se mantiene y J.W. Hulke es a la vez presidente de la Sociedad Geológica de Londres y de la Sociedad de Cirugía. L. Agassiz, R. Owen, H. Falconer o T. Huxley pasaron a la historia por sus trabajos geológicos, no por los clínicos. Y en el emocionante período de las expediciones antárticas, médicos británicos, franceses y australianos realizaron investigaciones geológicas punteras para la época. Como dato ilustrativo señalar, que de las seis primeras medallas Wollaston- máximo galardón concedido por la Sociedad Geológica de Londres-, cuatro fueron concedidas a profesionales de la medicina.

4. LOS GEÓLOGOS Y LA MEDICINA MODERNA

La relación cooperativa entre ambos conocimientos dará un giro inesperado durante el siglo XX al aportar desde el campo de la mineralogía el soporte técnico y conceptual para resolver el problema de la forma de las moléculas de la vida. Superados muchos de los retos de la biología molecular, se desconocía la estructura interna de las macromoléculas y ningún microscopio alcanza tal resolución. Esta estructura determina la función de las moléculas biológicas del mismo modo que las propiedades de los minerales se explican por su estructura. La cristalografía de rayos X -que a principios del siglo XX había desentrañado el ordenamiento interno de los minerales- ha servido para resolver la estructura de muchas moléculas biológicas. La trascendencia de este hecho está avalada por la concesión de premios Nobel a los autores de tales resoluciones. La importancia de conocer esa

distribución espacial se explica porque las reacciones involucradas en el desempeño de la función de una macromolécula dada, se producen con acoplamiento estructural. Es decir, la estructura del sustrato y la del centro activo de su enzima encajan como una llave en su cerradura. Antes de conocer la estructura del sustrato, la búsqueda del medicamento se realizaba mediante ensayo-error; desde finales del XX, se han podido obtener medicinas diseñadas específicamente con este conocimiento, lo que redunda en una mayor eficacia terapéutica. Es el caso de los inhibidores de la proteasa del VIH diseñados tras la resolución de su estructura en 1989: la Cristalografía había logrado que el sida no fuera una enfermedad mortal.

La resolución de la estructura del ribosoma en 2009 ha abierto una vía nueva en la lucha contra las infecciones bacterianas: los nuevos fármacos se diseñan para bloquear el ribosoma bacteriano e impedir su funcionamiento. Con el mismo objetivo, el equipo del investigador Juan Hermoso resuelve la estructura de enzimas líticos de virus bacteriófagos para, posteriormente, diseñar medicamentos de gran especificidad que sólo actuarán contra la bacteria patógena evitando indeseables efectos secundarios.

Otro problema cristalográfico en la obtención de medicamentos es el relacionado con la quiralidad. Por este fenómeno una misma molécula orgánica puede presentarse con dos formas -llamadas enantiómeros- que guardan entre sí una simetría especular, como nuestras manos. La tristemente célebre talidomida ejemplifica cómo dos enantiómeros no causan el mismo efecto ya que, mientras uno evita las náuseas del embarazo, el otro es responsable de terribles malformaciones teratogénicas. El geólogo Cristóbal Viedma ha desarrollado una nueva técnica -basada en el descubrimiento de un fenómeno, el Viedma Rippening- mediante la que es posible convertir dos poblaciones de cristales enantiómeros en una sola con la quiralidad deseada, resolviendo un gravísimo problema de la industria farmacéutica pendiente desde los tiempos de Louis Pasteur.

Medicina y Geología mantienen un vínculo de prolongada tradición y un futuro con prometedoras perspectivas. La Geología Médica está paliando muchos de los problemas ambientales provocados por los procesos geológicos, y los conceptos y técnicas de la Cristalografía se han revelado imprescindibles para resolver muchos de los problemas de la Farmacología.

5. BIBLIOGRAFÍA

CARRETERO LEÓN, M. I. Y POZO RODRÍGUEZ, M. (2007) *"Mineralogía Aplicada. Salud y Medio Ambiente"*. Thomson, España, Madrid.

DUFFIN, C. J., MOODY, R.T.J. Y GARDNER-THORPE, C. (eds.) (2013) *"A history of Geology and Medicine".* Geological Society of London, Special Publications, nº 375.

GARGANTILLA MADERA, P. Y MARTÍN CABREJAS, B. M. (2007) "Bucarofagia y pubertad precoz". *Acta ginecológica: Revista de ginecología, obstetricia y reproducción humana*. *Vol. 64* (nº 2) 59-60.

VALDERAS, J. M. (2005). "Materia médica medieval". *Investigación y Ciencia*, Tema 41. 24-31.

GONZÁLEZ REDONDO, F. A. (coord.) (2015) *Ciencia y Técnica entre la Paz y la Guerra. 1714, 1814, 1914.* Madrid, SEHCYT, pp. 987-992.

DEL CRISTAL AL ÁTOMO: UN SIGLO DE DIFRACCIÓN DE RAYOS X

Josefina Perles Hernáez[(1)]

(1) Laboratorios de Difracción de Rayos X de Monocristal y Alta Resolución, Servicio Interdepartamental de Investigación, Universidad Autónoma de Madrid, España, josefina.perles@uam.es

Resumen

La celebración en 2014 del Año Internacional de la Cristalografía conmemora, entre otras efemérides, los primeros premios Nobel relacionados con la Cristalografía otorgados a M. von Laue en 1914, y conjuntamente, a W. H. Bragg y W. L. Bragg en 1915. Los experimentos que llevaron a cabo estos investigadores supusieron el inicio del estudio de los materiales cristalinos mediante la interacción de la radiación X con los sólidos que poseen orden interno.

En esta comunicación se describirán los distintos enfoques de estos estudios pioneros que han dado lugar a la evolución de la difracción de rayos X a lo largo del siglo transcurrido. Esta técnica ha producido enormes avances en campos tan diversos como la Geología, la Ingeniería de Materiales, la Biología, la Medicina, la Física o la Química.

Palabras Clave: Cristalografía, Difracción de rayos X, Estructura cristalina, Relación estructura-propiedades.

FROM CRYSTALS TO ATOMS: A CENTURY OF X-RAY DIFFRACTION

Abstract

The International Year of Crystallography 2014 (IYCr2014) commemorates, among other remarkable facts, the first Nobel Prizes related to Crystallography awarded to M. von Laue in 1914, and jointly to W. H. Bragg y W. L. Bragg in 1915. These first experiments constituted the beginning of the study of crystalline materials by the interpretation of patterns resulting from the interaction between X-rays and ordered solids.

In this paper, the different approaches taken in these two seminal works, which gave rise to the evolution of X-ray diffraction during the last century, will be described. This particular technique has yielded huge advances in fields as diverse as Geology, Materials Engineering, Biology, Medicine, Physics and Chemistry.

Keywords: Crystallography, X-ray diffraction, crystal structure, structure-properties relationship.

1. INTRODUCCIÓN

Los cristales han sido fascinantes para el hombre desde la antigüedad: en un mundo de formas sinuosas, de curvas, ramificaciones y motivos fractales, contrastan las formas rectas, las caras lisas, el brillo y la transparencia de los minerales cristalinos. A lo largo de la Historia, el hombre ha usado numerosos cristales naturales e incluso pronto aprendió a cristalizar artificialmente sustancias como

la sal o el azúcar. Pero sería en el siglo XX cuando los materiales cristalinos, tanto naturales como artificiales, permitieran a la Humanidad avanzar en la comprensión de su estructura interna con el uso de los rayos X y el estudio del fenómeno de la difracción de estos rayos al pasar a través de sólidos ordenados a nivel atómico.

2. EL EXPERIMENTO DE MAX VON LAUE

El descubrimiento de los rayos X por Wilhelm Röntgen (1845-1923) en 1895, supuso el inicio de multitud de experimentos para conocer mejor las propiedades de esta nueva radiación y sus posibles aplicaciones. El hecho de que Röntgen no patentara su descubrimiento permitió a numerosos científicos el uso de los tubos de rayos X y la construcción de dispositivos para su estudio.

En la primera década del s. XX, uno de los temas de discusión más importantes en la comunidad científica era la naturaleza corpuscular u ondulatoria de la radiación X. Aunque hoy sabemos, gracias al trabajo de Louis De Broglie (1892-1987), formulado en su tesis de 1924, que ambas naturalezas no son incompatibles, parte de los investigadores consideraba en aquel momento que se trataba de ondas mientras que otros apoyaban la teoría corpuscular, y todavía no existían pruebas concluyentes que demostraran o refutaran ninguna de las dos opciones.

Simultáneamente, entre los mineralogistas y cristalógrafos existía también la teoría del orden cristalino, según la cual los cristales tendrían una regularidad interna, aunque no se conocía con exactitud cuál era la naturaleza de las *molécules intégrantes* o partículas que los componían.

Max von Laue (1879-1960) llegó en 1909 a Múnich para trabajar como *Privatdozent*[1] en el Instituto de Física Teórica de la Ludwig-Maximilians-Universität y para formar parte del grupo de investigación de Arnold Sommerfeld, por entonces un reputado físico teórico. Sommerfeld quería comprender cuáles eran los mecanismos de generación y propagación de los rayos X, y para ello disponía de equipamiento e instalaciones, así como de dos asistentes (uno de ellos, Walter Friedrich, ex-alumno de Röntgen) y un mecánico. Existía también en aquel momento alrededor del profesor Sommerfeld un grupo de jóvenes profesores de diversas disciplinas, llamado el *círculo de Sommerfeld*. El objetivo de este grupo era fomentar el intercambio de conocimientos entre ellos y discutir cuestiones interdisciplinares. A consecuencia de las actividades que llevaban a cabo sus miembros, como desayunos informales o seminarios, von Laue conoció a Paul Peter Ewald, otro de los integrantes del *círculo* que se encontraba terminando su tesis doctoral en el estudio de la propagación de los rayos X en los cristales. Ewald informó a von Laue de la teoría existente según la cual los cristales estarían ordenados internamente, que este desconocía. Aunque existe cierta controversia [ECKERT, 2012] acerca de la forma en la que esta idea se materializó en el experimento final y cómo se produjo realmente la conversación con Ewald, lo cierto es que von Laue consideró que los sólidos cristalinos podían proporcionar la prueba definitiva para demostrar la naturaleza ondulatoria de los rayos X a través del fenómeno de la difracción, si realmente se trataba de sólidos ordenados.

La difracción se conocía desde el s. XVII y había sido descrita por primera vez en la publicación póstuma de los estudios de Francesco María Grimaldi (1618-1663) [GRIMALDI, 1665]. Posteriormente, Newton, Gregory, Young y Fresnel habían estudiado en mayor detalle este fenómeno, que se produce cuando una onda encuentra en su camino un objeto con aberturas espaciadas regularmente (o rejilla), y su longitud de onda es similar al espaciado de los huecos de la rejilla. Se obtiene como resultado un patrón característico de interferencias constructivas y destructivas, donde las primeras se muestran como zonas discretas de luz y las segundas como zonas de sombra [figura 1].

[1] Título académico otorgado en universidades de países germanoparlantes que certifica las habilidades docentes y permite realizar docencia universitaria, sin que ello implique una vinculación contractual permanente con la institución.

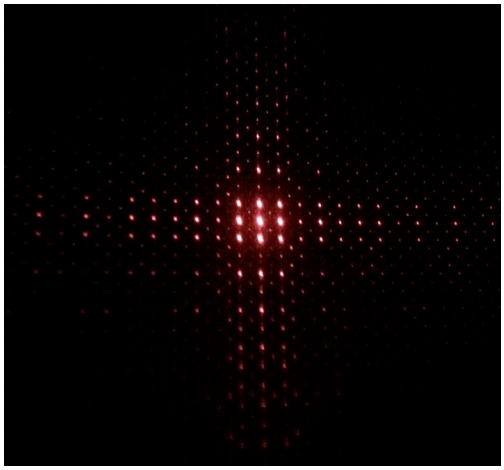


Figura 1. Patrón de difracción de un láser rojo sobre una rejilla cuadrada de 50 μm. (Fotografía de J. Perles).

Los experimentos que se habían llevado a cabo con los rayos X para tratar de conseguir un patrón de difracción, utilizando diversas rejillas, no habían tenido resultados concluyentes [HAGA, 1899], pero Max von Laue pensó que el fracaso se había debido al uso de rejillas de espaciado demasiado grande. Después de que Ewald le informara de cuál era la distancia que se preveía que existiera entre las partículas constituyentes de los cristales, diseñó un experimento en el que se colocaría un cristal delante de un haz de rayos X para producir un patrón de difracción. Para llevarlo a cabo debía contar con la aprobación de Sommerfeld, quien debía además cederle su equipamiento y sus ayudantes, ya que von Laue no disponía de los medios necesarios.

Sommerfeld no quiso inicialmente autorizar esta línea de investigación. En primer lugar, él estaba interesado en clarificar otros aspectos de los rayos X. Por otro lado, el experimento consistente en hacer incidir esta radiación sobre los cristales no era una idea nueva: el mismo Röntgen había probado en el transcurso de sus primeras investigaciones la dispersión de los rayos X por un cristal, y posteriormente otros habían intentado detectar el patrón de difracción como consecuencia de este experimento sin ningún éxito. Por último, von Laue no era un físico experimental, por lo que Sommerfeld no confiaba en que este tuviera una base sólida para sugerir que se produjera difracción como consecuencia de la interacción de los rayos X y los cristales.

Aunque no se conocen bien los detalles del modo en que von Laue obtuvo la autorización, finalmente pudo realizar el experimento contando con la ayuda de Friedrich; a ellos se les unió Knipping, un joven físico que se encontraba en aquel momento realizando sus propios experimentos en las mismas instalaciones. Los primeros intentos no fueron fructíferos, ya que el planteamiento inicial contenía muchas nociones erróneas. Max von Laue pensaba que la difracción se produciría como consecuencia de las interferencias de los rayos X característicos que emitirían las partículas constituyentes del cristal (lo que se conoce como fluorescencia), y por ello eligió un cristal que contuviera átomos metálicos para que la emisión fuera más intensa. En concreto, se usó un cristal bien formado de sulfato de cobre pentahidratado [figura 2]. La geometría del fenómeno fue también inicialmente problemática: en los primeros intentos se colocó la placa detectora entre la fuente de rayos X y el cristal, pensando que el cristal actuaría como una rejilla de reflexión. Sin embargo, no se detectaba ningún tipo de señal en esa posición, ni tampoco con las placas en los laterales y paralelas al haz de rayos X, con el objetivo de evitar recoger el haz primario (de intensidad mucho mayor). Fueron Knipping y Friedrich quienes finalmente obtuvieron alguna señal colocando la placa detrás del cristal, después de sugerir que este podía actuar como una rejilla de transmisión.



Figura 2. Cristales de sulfato de cobre pentahidratado ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) (Fotografía de J. Perles).

La publicación de estos experimentos [FRIEDRICH,1912] y su difusión suscitaron mucho interés, pero no resultaron concluyentes para probar la naturaleza ondulatoria de los rayos X. Parte de la comunidad científica todavía dudaba, ya que la explicación que se daba al resultado, atribuyendo el patrón de difracción a interferencias de la fluorescencia o radiación característica de los átomos del cristal, no parecía correcta.

Durante algún tiempo se mantuvo esta interpretación errónea en la que el haz primario de rayos X provocaría la generación de la de los rayos X característicos de los átomos del cristal, que actuarían como emisores, y sería la combinación de estos rayos X secundarios la que crearía el patrón de difracción del cristal. En posteriores trabajos, después de interpretar los datos de sucesivos experimentos así como las observaciones de otros grupos de investigación, Max von Laue pudo describir correctamente el fenómeno. Sin embargo, no alcanzó a interpretar con precisión las imágenes obtenidas y no consiguió deducir a través de la información contenida en ellas las posiciones de los átomos en los sólidos cristalinos.

En cualquier caso, el mérito indudable de Max von Laue fue conseguir demostrar conjuntamente con sus experimentos la naturaleza ondulatoria de los rayos X y la teoría del orden interno en los cristales, y por ello se le otorgó el Premio Nobel de Física en 1914.

3. LA CONTRIBUCIÓN DE WILLIAM HENRY BRAGG Y WILLIAM LAWRENCE BRAGG

En el verano de 1912, poco después de los primeros intentos del grupo de von Laue, William Henry Bragg (1862-1842) y William Lawrence Bragg (1890-1971), padre e hijo, tuvieron conocimiento del trabajo de los investigadores de Múnich y de sus conclusiones. W. H. Bragg era entonces un firme defensor de la naturaleza corpuscular de los rayos X, y había enviado a Sommerfeld en años anteriores algunos escritos apoyando esta teoría [BRAGG, 1910; BRAGG, 1911]. Así, los Bragg replicaron el experimento de von Laue, tratando de refutar las conclusiones del equipo alemán.

Como consecuencia de estos experimentos, W. L. Bragg, con tan solo 22 años, consiguió desarrollar un método para deducir, a partir del patrón de difracción de un material cristalino, las posiciones en las que están situados los átomos en el cristal.

El problema resulta muy complejo, ya que cada uno de los puntos discretos que se observan en un patrón de difracción contiene información de todos los átomos que forman parte de una familia de planos. Es decir, cada punto luminoso es la suma de las contribuciones debidas a la interferencia constructiva de las ondas que surgen de cada átomo situado en esos planos, como consecuencia del choque de los rayos X con su nube electrónica. Averiguar cuál es la contribución individual de cada átomo y así calcular las posiciones de los mismos en el sólido tridimensional resulta muy difícil, incluso con estructuras sencillas.

La solución que el joven Bragg dio a este problema fue considerar el cristal como un conjunto ordenado de familias de planos paralelos entre sí, en lugar de como un conjunto de átomos ordenados. Esta aproximación simplifica considerablemente el problema, y es la base de su famosa Ley de Bragg, $n\lambda = 2d \text{ sen } \theta$, que estipula la condición que debe cumplir una familia de planos para dar lugar a una interferencia constructiva, y que tendrá como consecuencia un punto de luz en el patrón de difracción. En esta fórmula, n es un número entero positivo, λ es la longitud de onda de la radiación incidente, d es la distancia entre los planos que componen la familia y θ, la mitad del ángulo que forma la radiación difractada con la incidente [figura 3].

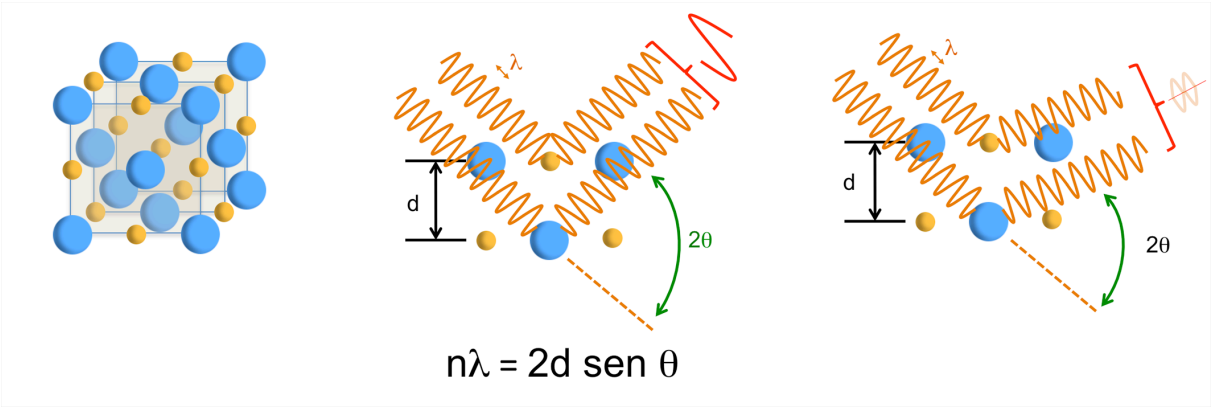


Figura 3. Ilustración de la Ley de Bragg. Izquierda: simplificación de una estructura tipo NaCl como un conjunto de planos paralelos entre sí. Centro: cuando estos planos se encuentran cumpliendo la condición que enuncia la Ley de Bragg, las ondas se suman y se produce una interferencia constructiva. Derecha: en todos los casos donde esta condición no se cumple, las ondas resultantes se anulan (Imagen de J. Perles).

El uso de este método permitió a W. L. Bragg deducir las posiciones de los átomos de cloro y sodio en los cristales de halita (NaCl), y realizar así la primera resolución estructural por difracción de rayos X de monocristal [BRAGG, 1913]. El desarrollo del sistema para resolver las estructuras de los materiales cristalinos a partir de sus patrones de difracción mediante la interacción con los rayos X fue la causa de que en 1915 la Academia de las Ciencias de Suecia concediera a W. H. Bragg y W. L. Bragg el premio Nobel de Física.

Durante los años siguientes ambos resolvieron conjuntamente las estructuras de otros sólidos cristalinos, como haluros alcalinos tipo MX, diamante, sulfuro de zinc, etc., que publicaron en varios artículos así como en un libro que resumía sus investigaciones [BRAGG, 1915]. W. H. Bragg continuó con sus estudios sobre espectrometría de rayos X y análisis de los cristales, mientras que W. L. Bragg fundó un grupo de investigación centrado en la resolución estructural. Este grupo fue derivando hacia la resolución de biomoléculas, de mucha mayor complejidad que los sólidos inorgánicos, y su trabajo dio lugar a varios Premios Nobel más (como el de Kendrew y Perutz de Química, en 1962, por

el estudio de las estructuras de proteínas globulares, y el de Watson y Crick de Fisiología o Medicina el mismo año, sustentado en la estructura del ADN).

4. CONCLUSIONES

A lo largo de su primer siglo de existencia, numerosos descubrimientos y avances en todos los campos de las ciencias experimentales han tenido lugar gracias a la contribución de la Cristalografía de rayos X. Desde la primera resolución estructural en 1912 de la sencilla halita hasta las proteínas y biomoléculas de millones de átomos que hoy se pueden resolver ha sido necesario el desarrollo de bases matemáticas y físicas más complejas, una instrumentación más avanzada, fuentes de radiación más intensas (como los sincrotrones) y ordenadores capaces de realizar un número mucho mayor de cálculos.

La difracción de rayos X no sólo ha permitido conocer mejor el mundo que nos rodea, sino también mejorar la calidad de vida de las personas. La fabricación de materiales biocompatibles para prótesis y el diseño de medicamentos más eficaces y con menores efectos secundarios son dos ejemplos de la importancia de la difracción de rayos X en Ciencias de la Salud. El estudio de la estructura de materiales como el silicio, los metales y aleaciones ha posibilitado el diseño de dispositivos electrónicos más pequeños y potentes, así como de vehículos más ligeros y con mayor eficiencia energética, entre otros logros en el campo de Ciencia de Materiales. En Química es a menudo imprescindible para confirmar que se obtiene el producto buscado conocer la colocación exacta de los átomos en los productos nuevos que se sintetizan, y para la Física resulta fundamental comprobar la homogeneidad de los sólidos de forma que se obtengan propiedades medibles y útiles.

Después de su primer siglo de existencia, todavía quedan muchos retos para la difracción de rayos X. Con toda seguridad, los cristales, que fascinaron al hombre desde la antigüedad, seguirán suponiendo en el futuro una fuente valiosa de información y depararán avances en todas las áreas de la Ciencia gracias al conocimiento que nos proporciona la resolución de las estructuras cristalinas.

4. REFERENCIAS

BRAGG, W. H. (1910) Comunicación personal a Sommerfeld, 7 de febrero de 1910. Archivo del Deutsches Museum, Múnich, HS 1977-28/A, 37.

BRAGG, W. H. (1911) Comunicación personal a Sommerfeld, 17 de mayo de 1911. Archivo del Deutsches Museum, Múnich, HS 1977-28/A, 37.

BRAGG, W. H. y BRAGG, W. L. (1915) *X-rays and Crystal Structure.* Londres, Bell and Sons.

BRAGG, W. L. (1913) “Diffraction of short electromagnetic waves by a crystal”. *Proc. Cambridge Philos. Soc.* 17, 43-57.

ECKERT, M. (2012) “Disputed discovery: the beginnings of X-ray diffraction in crystals in 1912 and its repercussions”. *Acta Cryst*., A68, 30-39.

FRIEDRICH, W., KNIPPING, P. y LAUE, M. (1912) *Sitzungsber. K. Bayer. Akad. Wiss. Math. Phys. Kl,* 303-322.

GRIMALDI, F. M. (1665) *Physico mathesis de lumine, coloribus, et iride, aliisque annexis libri duo.* Bolonia, Vittorio Bonati.

HAGA, H. y WIND, C. H. (1899) “Die Beugung der Röntgenstrahlen”. *Ann. Phys. Chem.* 68, 884-895.

GONZÁLEZ REDONDO, F. A. (coord.) (2015) *Ciencia y Técnica entre la Paz y la Guerra. 1714, 1814, 1914*. Madrid, SEHCYT, pp. 993-1000.

EL GEÓLOGO TELESFORO BRAVO Y EL DESCUBRIMIENTO DE LOS MEGA-DESLIZAMIENTOS GRAVITACIONALES EN TENERIFE

Juan Jesús Coello Bravo[(1)(2)], Jaime Coello Bravo[(2)]

(1) Instituto Volcanológico de Canarias (INVOLCAN), Puerto de la Cruz, Tenerife, España, juancoellobravo@gmail.com
(2) Fundación Telesforo Bravo-Juan Coello (en constitución), Puerto de la Cruz, Tenerife, España, jaime.coellobravo@gmail.com

Resumen

En la moderna geología, la atribución de un origen catastrófico, por procesos y eventos de magnitud o intensidad extraordinaria, a determinados elementos de la corteza terrestre, encuentra siempre una lógica reticencia antes de ser admitida por la generalidad de la comunidad científica. Este ha sido el caso de los mega-deslizamientos que ocurren en los flancos, tanto emergidos como submarinos, de las islas volcánicas oceánicas (Canarias, Hawaii, Reunión, Cabo Verde…), en los que se movilizan por gravedad de centenares a miles de kilómetros cúbicos de rocas y suelos. Junto con los que afectan a los taludes continentales, estos procesos están entre los mayores movimientos gravitacionales conocidos en el planeta Tierra.

Aunque es un hecho en general poco conocido y divulgado, el archipiélago canario, y en particular Tenerife, ha tenido un papel relevante en el descubrimiento de estos fenómenos, surgido a partir del estudio de ciertos amplios valles de morfología peculiar presentes en la isla. El origen geológico de los mismos ha sido motivo de un largo y nutrido debate científico que se inició en 1825 y empezó a resolverse definitivamente sólo a partir de 1995. El primer geólogo que aportó pruebas concretas que apoyaban la ocurrencia de estos procesos es el tinerfeño Telesforo Bravo (1913-2002), en un artículo del año 1962. Estas pruebas se obtuvieron a partir del estudio de las galerías o túneles subhorizontales de captación de aguas subterráneas que atraviesan en gran número los subsuelos de los valles citados. Sin embargo, la hipótesis que sustentaban fue prácticamente ignorada hasta la aparición de nuevos datos sobre la geomorfología y la geología de los fondos oceánicos adyacentes.

Palabras Clave: Deslizamientos gravitacionales, Islas volcánicas oceánicas, Telesforo Bravo, Tenerife, Islas Canarias.

GEOLOGIST TELESFORO BRAVO AND THE DISCOVERY OF THE MEGA-LANDSLIDES IN TENERIFE, CANARY ISLANDS

Abstract

In modern geology, the attribution of a catastrophic origin, due to processes and events of extraordinary magnitude or intensity, to certain elements of the Earth's crust find always a logical reluctance before being accepted by the majority of the scientific community. This has been the case of mega-landslides that occur on the flanks, both emerged and submerged, of the volcanic oceanic islands (Canaries, Hawaii, Reunion, Cape Verde and so on). Along with those affecting the continental

slopes, these processes, in wich hundreds to thousands of cubic kilometers of rock and soil are removed, are among the largest gravitational movements known on Earth.

Although it is a fact generally little known, the Canary Islands, and Tenerife in particular, has played an important role in the discovery of these phenomena. The finding emerged from the examination of certain broad valleys of peculiar morphology in the island. The geological origin of these valleys has been the subject of a long and rich scientific debate that began in 1825, only to be resolved definitively in 1995. The first geologist to produce any specific evidence supporting the occurrence of these processes in the island was the local geologist Telesforo Bravo (1913-2002), in an paper in 1962. This evidence was obtained from the study of the galleries or subhorizontal tunnels for groundwater extraction that are excavated in large numbers under the floor of the valleys. However, the theory that he presented was almost completely ignored until the onset of new geomorphological and geological data regarding the neighbouring oceanic floors.

Keywords: Landslides, Oceanic volcanic islands, Telesforo Bravo, Tenerife, Canary Islands.

1. INTRODUCCIÓN

Las islas volcánicas oceánicas sufren deslizamientos gigantescos -de centenares a miles de kilómetros cúbicos en volumen- que afectan tanto a la porción emergida como sumergida de sus flancos y constituyen, junto a los que se producen en los taludes continentales, los mayores movimientos gravitacionales identificados en nuestro planeta [WHELAN y KELLETAT, 2003]. En la actualidad, se conocen numerosos ejemplos localizados en Hawaii, Azores, Cabo Verde, Tristan da Cunha, Reunión, Tahití, Canarias…, lo que demuestra que estos procesos, en los que puede movilizarse de forma catastrófica de un 10 a un 20% del volumen de los grandes volcanes oceánicos, son fenómenos habituales en su evolución geológica.

El conocimiento generalizado de estos procesos y de su importancia volcanológica y geomorfológica -también de su peligrosidad a escala mundial, por el potencial tsunamigénico que poseen- es relativamente reciente, ya que se produjo a partir de los años ochenta y noventa del pasado siglo, pero las primeras noticias y teorías sobre su existencia se elaboraron mucho antes. Estas ideas tempranas no fueron admitidas por la mayoría de los geólogos por motivos que se discutirán brevemente más adelante, y hubieron de esperar al desarrollo de las modernas técnicas de cartografía y geofísica de los fondos oceánicos para verse al fin corroboradas.

Aunque es un hecho poco conocido y valorado, la isla de Tenerife -el tercer edificio volcánico más grande del planeta-, tiene un importante papel en el descubrimiento de los mega-deslizamientos de flanco de islas volcánicas, ya que en ella fue donde, probablemente, por primera vez, se propuso su existencia. Además, la controversia sobre el origen de determinadas estructuras morfológicas generadas por ellos se prolongó durante más de 150 años, y en ella tomaron parte tanto personajes destacados de la historia de la geología como científicos locales con un conocimiento profundo del medio insular. Entre ellos sobresale el tinerfeño Telesforo Bravo (1913-2002), autor de la primera teoría elaborada y apoyada en datos corroborables sobre la ocurrencia de mega-deslizamientos en los flancos de la isla.

2. LOS VALLES DE TENERIFE

Entre el extremo noreste de Tenerife, constituido por el Macizo de Anaga –un volcán en escudo basáltico muy erosionado–, y la zona central de la isla, formada por un edificio volcánico poligénico

denominado Edificio Cañadas, se extiende una dorsal volcánica, la Dorsal Noreste o Cordillera Dorsal. Es un edificio volcánico lineal de unos 35 km de longitud, alargado en dirección NE-SO, con forma de tejado a dos aguas, cuyos dos flancos tienen una pendiente media de aproximadamente 16º, tanto en su porción emergida como en la sumergida. El edificio alcanza su altura máxima de 2.403 m s.n.m, cerca de su extremo SO.

En ambas vertientes de la Dorsal Noreste aparecen dos grandes depresiones que reciben el nombre de valles: el valle de la Orotava o de Taoro, en el flanco norte, y el valle de Güímar en el sur. Su morfología, sin embargo, es bastante diferente a la de un típico valle aluvial, ya que constituyen anchas depresiones abiertas al mar, de fondo más o menos plano e inclinado hacia la costa. Están limitadas lateralmente por paredes perpendiculares al litoral, muy escarpadas, de gran desnivel y acusadamente rectilíneas. Su cabecera es también muy escarpada y de tendencia rectilínea o algo curvada, aunque de forma más irregular.

Las dimensiones de los valles son realmente grandes. El valle de la Orotava tiene unos 9 km de anchura media; sus paredes laterales miden unos 12 km de longitud, y alcanzan alturas de hasta 500 m. El fondo del valle desciende desde los ya apuntados 2.400 m hasta la costa, con una pendiente media de 10º.

La singular morfología y tamaño de estas depresiones han llamado la atención de muchos científicos, tanto extranjeros como locales. Por eso, desde casi el comienzo de las investigaciones geológicas en Tenerife, se han sucedido numerosas ideas acerca de su origen y modo de formación [veáse p.ej. PALACIOS, 1994].

3. PRIMERAS IDEAS SOBRE EL ORIGEN DE LOS VALLES

La publicación entre 1807 y 1834 de V*oyages aux regions équinoxiales du nouveau continent* de Alexander von Humboldt, obra monumental en la que incluye una narración de su excursión a La Orotava y El Teide, supuso una gran promoción de estos parajes entre los naturalistas europeos del XIX. Como es bien sabido, la excursión fue realizada durante la escala de Humboldt en Tenerife en junio de 1799, en ruta hacia América y tras visitar la España continental; su posterior estancia en tierras americanas se prolongaría durante los siguientes cinco años.

Uno de los primeros naturalistas que se animaron a visitar la isla tras Humboldt fue Leopold von Buch (1774-1853), ingeniero de minas alemán, que renunció en 1797 a su trabajo en el Servicio Minero de Silesia, para dedicarse por entero a sus viajes y estudios de campo. Gracias a esos viajes fue considerado el geólogo más importante de su generación.

Von Buch visitó La Palma, Tenerife y Lanzarote en 1815 [RELANCIO, A., 2007], y seis años después publicó sus observaciones e ideas sobre la geología de Canarias en el libro *Physikalische beschreibung der Canarischen Inseln* [1825], que fue rápidamente traducido al francés (en 1836)[1] y tuvo una gran difusión e influencia.

En su obra, von Buch describe someramente el valle de La Orotava como un declive entre dos montañas, la de Santa Úrsula, al este, y la de Tigaiga, al oeste, y afirma que la única actividad eruptiva registrada en el mismo es la que corresponde a la alineación de tres conos volcánicos presentes en la parte baja de la depresión, cerca de la costa. Sobre el origen del valle escribe:

> Cuando se contempla este valle encerrado entre esas dos murallas desde un punto alto, involuntariamente uno piensa que es el resultado del corrimiento de una parte de la isla, por cuyo motivo habrían quedado al descubierto las dos montañas que formaban las laderas de la parte arrastrada. La proximidad de un volcán tan activo y violento como el de Tenerife hace que esta suposición no sea inverosímil.

Destacan sobremanera en esta afirmación la alusión a los escarpes laterales del valle como murallas, aludiendo a su traza rectilínea, verticalidad y altura, y la referencia a las erupciones volcánicas del Teide como posible desencadenante del corrimiento de tierras. Sin embargo, la hipótesis se formula usando términos (involuntariamente, inverosímil) que sugieren que el autor duda de su veracidad, tratándola casi como una mera intuición. En todo caso, esta es probablemente la primera sugerencia de la existencia de mega-deslizamientos en los flancos de islas volcánicas en la bibliografía científica, aunque von Buch no aportó dato alguno para defenderla.

Mucho más explícitos fueron dos geólogos también alemanes, Karl von Fristch (1838-1906) y Wolfgang Reiss (1838-1908), que en 1868 [FRITSCH, K. von y REISS, W., 1868] publicaron una excelente monografía sobre la geología de Tenerife titulada *Geologische beschreibung der insel Tenerife: Ein beitrag zur kenntniss vulkanischer gebirge*, sorprendente aún hoy por su amplitud y claridad. En ella, denominaron a los valles de la Dorsal Noreste "espacios entre colinas". Explican que son simples áreas bajas, situadas entre dos macizos donde las erupciones fueron más numerosas; de esta forma, dichos macizos fueron crecieron en altura, dejando entre ellos una zona deprimida.

Von Fristch y Reiss indican también que el valle de la Orotava fue originalmente una bahía comprendida entre los márgenes de los dos aparatos volcánicos laterales, rellenada en parte por los productos volcánicos emitidos por ellos en sus últimas fases de actividad. Estas erupciones finales se produjeron en la cabecera y el interior del valle, pero el material emitido no fue suficiente para rellenar completamente la depresión. La forma rectilínea de las paredes laterales habría sido causada por la erosión de los barrancos que se encajaron finalmente en su fondo.

La teoría de los "espacios entre colinas", traducida por diversos autores como "valles intercolinares" tuvo una larga vida y un amplio predicamento entre la comunidad científica, en especial la española. De hecho, en nuestro país se convirtió en hegemónica hasta el comienzo de la década de los 90 del siglo XX; era prácticamente la única que se enseñaba a los escolares y que se recogía en obras de divulgación y consulta [p.ej. ARAÑA y CARRACEDO, 1978].

A pesar de ello, tuvo numerosos opositores, entre los que debe destacarse al geólogo y paleontólogo alemán August Rothpletz (1853-1918), que llegó a Canarias en 1889 y residió en La Orotava por un tiempo. Ese mismo año publicó el artículo "Das thal von Orotava auf Tenerife" [ROTHPLETZ, 1889] el primer trabajo monográfico sobre la geología del valle de la Orotava, que incluye también el primer mapa geológico de la región. Este autor discutió la hipótesis de von Buch, expresada, según él, demasiado brevemente y de una forma un poco ligera –apenas insinuada–. Por contra, defendió un mecanismo consistente en grandes explosiones volcánicas para el origen del valle.

4. LA TEORÍA DE BRAVO Y SUS SEGUIDORES

En 1962, Telesforo Bravo [BRAVO, T. 1962] publicó un artículo titulado "El circo de las Cañadas y sus dependencias", en el que presentó datos totalmente inéditos consistentes en correlaciones volcano-estratigráficas realizadas a partir de la observación sistemática de más de un centenar de galerías de captación de aguas subterráneas excavadas en los subsuelos del norte de Tenerife. Estas observaciones fueron realizadas en el transcurso de reconocimientos financiados por los propietarios de las captaciones y destinadas a determinar sus posibilidades de alumbramiento. Bravo se había familiarizado desde joven con las obras de minería del agua en la isla, puesto que su padre participó en la construcción de algunas de ellas; además, había acumulado ya una considerable experiencia como hidrogeólogo tras trabajar para una firma consultora dedicada a la búsqueda de recursos hídricos para las bases del ejército norteamericano en la península Ibérica e Irán. Esencialmente, las observaciones que le sirvieron para apoyar su teoría fueron las siguientes:

1) La presencia en el subsuelo de los valles de una secuencia de materiales recientes, formada por un apilamiento de coladas y piroclastos de varios cientos de metros de espesor, que habían rellenado en parte las depresiones tras su formación.
2) Bajo la secuencia de materiales recientes, se dispone en el subsuelo de los valles -también, según Bravo, en los subsuelos de la zona central de la isla- una capa continua de más de 500 metros de espesor según el autor, inclinada hacia el mar, de material fragmentario, conocido por "mortalón" en la jerga de los trabajadores de las galerías. Este material es una brecha masiva y caótica, poligénica y heterométrica, de matriz limosa-arenosa, por lo que Bravo lo denominó fanglomerado.
3) La matriz del mortalón, que suele aparecer endurecida y compactada, se comporta en numerosas zonas, sobre todo si está saturada en agua, de forma plástica, es decir, se deforma progresiva y permanentemente bajo carga. Es capaz de deformar completamente los elementos de fortificación y cerrar completamente la sección, de unos 2 m de diámetro, de las galerías excavadas en él.

En un artículo anterior, titulado "Aportación al estudio geomorfológico y geológico de la costa de la fosa tectónica del valle de la Orotava" [BRAVO, 1952], Bravo ya había indicado que las paredes laterales y de cabecera del valle de la Orotava no son producto de la erosión por aguas de escorrentía, sino planos de movimiento –es decir, fallas– tal como defendían los autores que consideraban a los valles como fosas tectónicas [FERNÁNDEZ NAVARRO, 1924; HAUSEN, 1960]. Pero de sus observaciones en el subsuelo Bravo pudo deducir que el bloque hundido, el que correspondería al fondo del valle, había desaparecido por completo.

A partir de estas evidencias, Bravo explicó la formación de los valles como resultado del deslizamiento gravitacional hacia el mar de grandes masas inestables de las laderas de la isla; estas masas enormes se movieron lateralmente sobre la superficie plástica e inclinada del mortalón, formación a la que atribuyó un origen volcánico a partir de grandes explosiones producidas en la región central de Tenerife.

Las observaciones e ideas de Bravo fueron corroboradas por Juan Coello en 1973. Ambos autores, en compañía de Jesús Bravo Bethencourt, continuaron argumentando a favor de estos fenómenos en trabajos posteriores, en los que delimitaron con mayor precisión la extensión del mortalón en el subsuelo y la geometría de las depresiones [BRAVO, 1983; BRAVO y BRAVO BETHENCOURT, 1988; BRAVO BETHENCOURT y BRAVO, 1989; COELLO y BRAVO, 1989].

En 1989, con nuevos datos obtenidos del estudio continuado de las galerías, los geólogos José Manuel Navarro y Juan Coello plantearon una modificación fundamental en la teoría de Bravo [NAVARRO y COELLO, 1989]. Al estudiar la litología del mortalón y su distribución en los subsuelos de la isla, llegan a la conclusión de que las brechas poligénicas que lo constituyen no eran previas a los deslizamientos, sino los depósitos de avalancha rocosa formados por los propios movimientos masivos, que yacen sobre el suelo de los valles cubiertos por los productos de erupciones volcánicas más recientes.

Por primera vez se identificaban los materiales originados en los deslizamientos de La Orotava y Güímar; de hecho, era la primera vez que se reconocía la existencia de depósitos de avalancha rocosa de tales dimensiones en los flancos emergidos de una isla volcánica oceánica.

Para Navarro y Coello, las dos depresiones se formaron por dos gigantescos deslizamientos laterales, de volumen subaéreo superior a 100 km^3 cada uno, de los flancos de la Dorsal hacia el mar. Los deslizamientos se habrían producido por la desestabilización prácticamente instantánea -probablemente a causa de terremotos- de enormes porciones del edificio de la Dorsal Noreste, cuya altura y elevadas pendientes lo habían convertido en inestable. Un año después, Ancochea y colaboradores [ANCOCHEA *et al*.1990] dataron el mega-deslizamiento de Güímar en unos 800.000 años, y el de La Orotava en algo más de 500.000 años.

5. DISCUSIÓN

La teoría de Bravo y sus seguidores fue rechazada de manera casi unánime con el argumento principal de que los fenómenos cuya existencia propugnaba eran demasiado grandes para que pudieran admitirse. Como expresaron los geógrafos Eduardo Martínez de Pisón y Francisco Quirantes en *El Teide* [MARTÍNEZ DE PISÓN Y QUIRANTES, 1981]:

> Tampoco parecen comprobables otros mecanismos morfogenéticos rápidos, como deslizamientos masivos, que no se insertan (en tales dimensiones) en los procesos propios de la evolución morfoclimática del Cuaternario en Canarias y que constituirían un insólito modelo de erosión.

En contadas ocasiones se recurrió a otros argumentos menos apriorísticos para discutirla. Por ejemplo, Vicente Araña [1971] señaló que la teoría de Bravo no explicaba por qué unas porciones de los flancos insulares –las correspondientes a los valles– habían deslizado sobre el mortalón y otras, también situadas sobre él, según Bravo, no lo habían hecho, o la causa de que el propio mortalón no hubiera deslizado también.

En todo caso, la dificultad que entraña el estudio del mortalón en las galerías –túneles de reducida sección sometidos en muchas ocasiones a condiciones ambientales incómodas e incluso peligrosas: altas temperaturas y presencia de dióxido de carbono de origen volcánico– fue una importante desventaja para la aceptación de la teoría. En este sentido, en nuestra opinión, resultó particularmente desafortunado que Bravo no estableciera en su artículo de 1962 una correlación más explícita entre el mortalón que observó en el subsuelo y las brechas poligénicas presentes en la base del acantilado marino de más de 3 km de longitud que forma la costa occidental del valle de la Orotava, al oeste del Puerto de la Cruz. Del mapa de distribución del mortalón de su trabajo de 1962, parece deducirse que el autor equiparaba ambas formaciones; de hecho, indica que el mortalón sólo se halla en los subsuelos de la porción occidental del valle, en consonancia con la extensión del afloramiento costero de las brechas.

Bravo era buen conocedor de las brechas aflorantes en el litoral, de gran importancia hidrogeológica ya que, debido a su naturaleza impermeable, en su techo se localizaron en su día nacientes y saltos de agua de considerable caudal. En su trabajo de 1952, Bravo identificó correctamente la naturaleza gravitacional de estas brechas, a las que ya denominó fanglomerado, y estableció que debían proceder de desprendimientos en la pared occidental del valle (pared de Tigaiga), aunque le extrañó que llegaran a aflorar a tres kilómetros de distancia de la misma. Sin embargo, después debió cambiar de opinión, para asignarles en 1962 un origen explosivo.

Para ponderar con objetividad este cambio en las ideas de Bravo sobre el origen del mortalón debe apuntarse que la primera identificación clara y unívoca de depósitos de avalancha rocosa originados por mega-deslizamientos volcánicos sólo fue posible tras el colapso de flanco sufrido por el volcán Mt. St. Helens, Washington, USA, el 18 de mayo de 1980, ante un numeroso grupo de vulcanólogos que lo presenciaron in situ [VOIGHT *et al*., 1981]. Por otro lado, la idea de que las brechas que afloran en la base del acantilado marino de la costa occidental del valle de la Orotava proceden de desprendimientos secundarios asociados a la pared de Tigaiga, y no del propio deslizamiento o deslizamientos que dieron lugar al valle de la Orotava, ha tenido un largo recorrido y no ha sido discutida hasta fechas muy recientes [COELLO y FERRER, 2008].

En cualquier caso, el origen gravitacional de los valles de La Orotava y Güímar -y de estructuras similares presentes en Canarias y otros archipiélagos volcánicos mundiales- solo fue admitido de manera generalizada cuando pudieron identificarse, mediante técnicas de cartografía y geofísica marinas, los depósitos submarinos de las avalanchas rocosas que los crearon. En el caso

del valle de la Orotava, dichos depósitos, que cubren un área de unos 800 km^2 en los fondos océanicos adyacentes a la depresión, fueron cartografiados y descritos por primera vez por A.B. Watts y D.G. Masson [1995].

6. CONCLUSIÓN

Se concluye que la isla de Tenerife es un lugar de gran importancia en la historia del descubrimiento y estudio de los mega-deslizamientos gravitacionales que afectan a los flancos emergidos y sumergidos de los grandes volcanes oceánicos, ya que en ella, por primera vez: a) se reconocieron estos fenómenos [BUCH, 1825]; b) se aportaron datos geológicos concretos que apoyaban su existencia [BRAVO, 1962] y c) se identificaron en tierra los depósitos masivos de avalancha rocosa por ellos originados [NAVARRO y COELLO, 1989].

NOTAS

1. Existe versión española de la edición francesa de 1836: DELGADO, J.A. (trad.) (1999) *Leopold von Buch: Descripción física de las Islas Canarias*. La Orotava, Tenerife, edición del traductor.

BIBLIOGRAFÍA

ANCOCHEA, E., FÚSTER, J.M., IBARROLA, E., CENDRERO, A., COELLO, J., HERNÁN, F., CANTAGREL, J.M. y JAMOND, C. (1990) "Volcanic evolution of the island of Tenerife (Canary Islands) in the light of new K-Ar data". *Journal of Volcanology and Geothermal Research, 44,* 231-249.

ARAÑA, V. (1971) "Litología y estructura del Edificio Cañadas, Tenerife". *Estudios Geológicos, 27,* 95-135.

ARAÑA, V. y CARRACEDO, J.C. (1978) *Los volcanes de las Islas Canarias: I. Tenerife.* Madrid, Editorial Rueda.

BRAVO BETHENCOURT, J. y BRAVO, T. (1989) "Esquema geológico de la pared de Las Cañadas". En: V. Araña y J. Coello (eds.) *Los volcanes y la Caldera del Parque Nacional del Teide (Tenerife, Islas Canarias)*. "Serie Técnica", 7. Madrid, ICONA, 85-100.

BRAVO, T. (1952) "Aportación al estudio geomorfológico y geológico de la costa de la fosa tectónica del Valle de La Orotava". *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural, 50*, 5-32.

BRAVO, T. (1962) "El circo de las Cañadas y sus dependencias". *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural, 60,* 93-108.

BRAVO, T. (1983) "Datos estructurales de los edificios volcánicos insulares canarios". En: *Ciclo de Conferencias Centenario 1er Año Polar, Cincuentenario 2º Año Polar, XXV Aniversario Año Geofísico Internacional*. Madrid, Comisión Nacional de Geodesia y Geofísica, 95-113.

BRAVO, T. Y BRAVO BETHENCOURT, J. (1988) "Aglomerados volcánicos en Tenerife, Canarias". En: *II Congreso Geológico de España, Comunicaciones*, 2. Granada, Sociedad Geológica de España, Universidad de Granada, CSIC, 11-14.

BUCH, L. von (1825) *Physikalische beschreibung der Canarischen Inseln*. Berlin, Hofdruckerei der Königlichen Akademie.

COELLO, J. (1973) "Las series volcánicas en los subsuelos de Tenerife". *Estudios Geológicos, 29(6),* 489-501.

COELLO, J. y BRAVO, T. (1989) "Correlación lito-estratigráfica de perforaciones (galerías) en la región central de Tenerife". En: V. Araña y J. Coello (eds.) *Los volcanes y la Caldera del Parque Nacional del Teide (Tenerife, Islas Canarias)*. "Serie Técnica", 7. Madrid, ICONA, 359-383.

COELLO, J.J. y FERRER, M. (2008) "Grandes deslizamientos gravitacionales en Tenerife". En: F.J. Pérez Torrado, y M.C. Cabrera (eds.) *Itinerarios Geológicos por las Islas Canarias (Fuerteventura, Tenerife y La Palma). Excursiones VII Congreso Geológico de España, Las Palmas de Gran Canaria, 2008.* "Geo-Guías", 4. Sociedad Geológica de España: 41-67.

FRITSCH, K. von y REISS, W. (1868) *Geologische Beschreibung der Insel Teneriffa*. Winterthur, Wurster and Co.

FERNÁNDEZ NAVARRO, L. (1924) *Estudios hidrogeológicos en el Valle de la Orotava*. Santa Cruz de Tenerife, Imp. A. Romero 98 p ilustraciones 20.

HAUSEN, H. (1960) "Las Calderas Canarias". *Anuario de Estudios Atlánticos, 6,* 133-194.

HUMBOLDT, A. von (1807-1834). *Voyages aux regions équinoxiales du Nouveau Continent, fait in 1799, 1800, 1801, 1802, 1803 et 1804 par Al. de Humbolt et A. Bonpland, rédigé par Alexandre de Humboldt; avec un atlas géographique et physique.* Paris, édition monumentale, 30 vols.

MARTÍNEZ de PISÓN, E. y QUIRANTES, F. (1981) *El Teide. Estudio Geográfico*. Tenerife, Editorial Interinsular Canaria.

NAVARRO, J.M. y COELLO, J. (1989) "Depressions originated by landslide processes in Tenerife". En: *ESF Meeting on Canarian Volcanism, Lanzarote, Abstracts,* 150-152.

PALACIOS, D. (1994) "The origin of certain wide valleys in the Canary Islands". *Geomorphology, 9,* 1-18.

RELANCIO, A. (2007) "Leopold von Buch en Canarias". En: J.M. Oliver y A. Relencio (eds.) *El descubrimiento científico de las Islas Canarias*. Tenerife, Fundación Canaria Orotava de Historia de la Ciencia, 123-131.

ROTHPLETZ, A. (1889) "Das thal von Orotava auf Tenerife". *Dr. A. Petermanns Mitteilungen aus Justus Perthes' Geographischer Anstalt, 35,* 237-251.

VOIGHT, B., GLICKEN, H., JANDA, R.J. y DOUGLASS, P.M. (1981) "Catastrophic rockslide avalanche of May 18". En: P.W. Lipman y D.R. Mullineaux (eds.) *The 1980 eruptions of Mount St. Helens, Washington*. "Professional Paper", 1250. U.S. Geological Survey, 347-377.

WATTS, A.B. y MASSON, D.G. (1995) "A giant landslide on the north flank of Tenerife, Canary Islands". *Journal of Geophysical Research, 100(B12),* 24487-24498.

WHELAN, F. y KELLETAT, D. (2003) "Submarine slides on volcanic islands-a source for mega-tsunamis in the Quaternary". *Progress in Physical Geography, 27(2),* 198-216.

GONZÁLEZ REDONDO, F. A. (coord.) (2015) *Ciencia y Técnica entre la Paz y la Guerra. 1714, 1814, 1914*. Madrid, SEHCYT, pp. 1001-1007.

UN MAPA GEOLÓGICO INÉDITO DE LA SIERRA DE ALBARRACÍN (C. IBÉRICA) DE SANTIAGO RODRÍGUEZ (1824-1876)

E. Boixereu Vila[(1)], O. Puche Riart[(2)] y F. López Olmedo[(3)]

(1) Instituto Geológico y Minero de España, Madrid (España) e.boixereu@igme.es
(2) ETSIM y E., Universidad Politécnica de Madrid, Madrid (España) Octavio.puche@upm.es
(3) Instituto Geológico y Minero de España, Madrid (España) fa.lopez@igme.es

Resumen

En la biblioteca del IGME, se encuentra un ejemplar de un mapa titulado *Plano geognóstico de una parte de las provincias de Teruel y Guadalajara* firmado por Santiago Rodríguez. Se trata de un documento inédito no fechado, por lo que, hasta ahora, no se había tenido en cuenta en la historiografía geológica española.

Santiago Rodríguez (1824-1876) fue un ingeniero de minas nacido en Zaragoza, que cursó sus estudios en la Escuela de Minas de Madrid. Desarrolló toda su carrera profesional en la Administración. Fue autor de numerosos artículos científicos sobre geología y minería y de varias cartografías geológicas.

Durante el otoño de 1848, en la Sierra de Albarracín se registraron una serie de terremotos que causaron considerables daños. Como ingeniero de minas destinado en el entonces denominado Distrito de Aragón, Rodríguez se desplazó a esa comarca para evaluar los daños. Realizó un estudio geológico de la zona y levantó un mapa geológico, redactando además una memoria sobre sus observaciones y conclusiones, un resumen de la cual fue publicado en 1851 en *Revista Minera*.

Este trabajo pretende, dar a conocer esta cartografía geológica de un sector de la Cordillera Ibérica, inédita hasta ahora.

Palabras Clave: Santiago Rodríguez, Historia de la geología, Albarracín

AN UNRELEASED GEOLOGICAL MAP OF SIERRA DE ALBARRACÍN (C. IBÉRICA) BY SANTIAGO RODRÍGUEZ (1824-1876)

Abstract

On the Map Library of the Library of IGME, is a copy of a map entitled geognostic plane part of the provinces of Teruel and Guadalajara signed by Santiago Rodríguez. This is an unpublished document undated, so that, until now, had not taken into account in the geological Spanish historiography.

Santiago Rodríguez (1824-1876), was a mining engineer born in Zaragoza, who studied at the Ecole des Mines de Madrid. He developed his professional career in the administration. He was the author of numerous scientific papers on geology and mining and various geological maps.

During the autumn of 1848 in the Sierra de Albarracin a series of earthquakes that caused significant damage were reported. Intended as a mining engineer in the then called District Aragon, Santiago Rodríguez traveled to the region to assess the damage. Conducted a geological survey of

the area and lifted a geological map, and writing a report on its findings and conclusions, a summary of which was published in 1851 in the *Revista Minera*.

This paper aims, to make this geological mapping of an area of the Iberian Range, unpublished until now the other.

Keywords: Santiago Rodríguez, History of Geology, Albarracín.

1. INTRODUCCIÓN

En la biblioteca del IGME, se encuentra un ejemplar de un mapa titulado: *Plano geognóstico de una parte de las provincias de Teruel y Guadalajara*, que ha sido reproducido en LÓPEZ OLMEDO *et al*. 2013. Se trata de un documento inédito y sin datar, por lo que, hasta ahora, no se ha tenido en cuenta en la historiografía geológica española.

Los primeros mapas geológicos aparecen en España con un notable retraso respecto a los países más avanzados de Europa. Cabe señalar que existió una iniciativa precoz, Angel Vallejo y Villalón (1778-1840), formado en Francia, recibió el encargo de Fausto Elhuyar, en el año 1831, para realizar el reconocimiento geológico de Cataluña y levantar su cartografía geológica; sin embargo, el trabajo no se finalizó, y, se desconoce si es que éste se plasmó finalmente en un mapa. En cualquier caso, los primeros mapas geológicos, parciales, de España, aparecen de forma prácticamente simultánea hacia 1834, de la mano de autores extranjeros. Así, Alberto Ferrero Della Marmora (1789-1863), militar y naturalista italiano, publicó en Turín un mapa geológico de Baleares 1:500.000, con cortes y columna estratigráfica. En el mismo año, Frédéric Le Play (1806-1882), ingeniero de minas francés, editó en París, un mapa geológico a escala 1:1.000.000, de Extremadura y el norte de Andalucía. Un año después, en 1835, Guillermo Schulz (1805-1877), por encargo de la Dirección General de Minas, dio a luz un mapa petrográfico del Reino de Galicia, que le había sido encomendado en 1831 (BOIXEREU, 2009). Poco a poco, van apareciendo tímidos intentos de realizar cartografías geológicas de distintos territorios, y cuya iniciativa se debe a intereses particulares, como el mapa de Burgos de Felipe Naranjo, en 1841; el de la Cuenca del Duero de Ezquerra del Bayo, de 1845, o el de la provincia de Vizcaya, realizado por el ingeniero belga Carlos Colette, en 1848. Pero el principal avance se debe a la creación en 1849 de la comisión para formar la Carta Geológica de Madrid y General del Reino, embrión del actual Instituto Geológico y Minero de España. Este era el contexto en que se encontraba la Geología en España cuando Santiago Rodríguez Ortiz realizó sus investigaciones geológicas por la provincia de Teruel y probablemente, levantó este mapa.

El autor, Santiago Rodríguez Ortiz, nació en Zaragoza en el año 1824. Hizo los estudios preparatorios a la Escuela de Minas de Madrid, e ingresó en la Escuela Especial de ingenieros de minas en 1843, dónde siguió la carrera con buenas notas. Ingresó de aspirante al Cuerpo a finales de 1845 y realizó las prácticas en la inspección de minas de Adra. Al año siguiente se trasladó a la Inspección de Granada y Almería, y después pasó a prestar sus servicios en el establecimiento de Almadén. En Almadén levantó un plano topográfico de las minas de Valdelazogue y El Entredicho, en el que incluyó referencias geológicas. En junio de 1848 es destinado a Teruel para atender dicha provincia y la de Zaragoza. En febrero de 1854 volvió a Almería y en mayo del mismo año, fue comisionado a las órdenes del ingeniero D. Amalio Maestre para hacer el estudio de las minas de carbón de San Joan de les Abadeses (Gerona). En 1857 ascendió a jefe de 2ª clase, siendo destinado a Granada. En Febrero de 1859 fue nombrado jefe del Distrito minero de Barcelona, y en abril del mismo año, fue nombrado director del establecimiento minero de Almadén. De allí pasó a la Jefatura de Burgos en Julio de 1860, y al año siguiente fue destinado al servicio del distrito de Zaragoza, del que fue nombrado Jefe en enero de 1863, ascendiendo en Julio de dicho año a

Ingeniero Jefe de 1ª clase del Cuerpo de minas.En la Exposición Aragonesa que se celebró en Zaragoza en 1868 obtuvo un premio por las colecciones y estudios que presentó acerca de la minería de la provincia. Falleció en Zaragoza, su ciudad natal, en 1876.

2. PLANO GEOGNÓSTICO DE UNA PARTE DE LAS PROVINCIAS DE TERUEL Y GUADALAJARA

En la biblioteca del IGME, se encuentra un ejemplar de un mapa titulado: "Plano geognóstico de una parte de las provincias de Teruel y Guadalajara", catalogado como *R-2595*, y con la referencia topográfica *IGNÍFUGO 6-49.* Se trata de un documento inédito.

Su autor es Santiago Rodríguez, según se observa en el rótulo situado en la parte interior izquierda. En el reverso, una etiqueta a lápiz indica *Mapa geológico de Albarracín, por S. Rodríguez*.

El mapa está dibujado en una hoja de un tamaño de 420 mm x 264 mm. En la hoja, se observan muy marcadas las huellas de haber sido doblada en cuatro partes. El dibujo es a tinta y está coloreado a la aguada. Un recuadro de 325 x 234 mm, trazado a tinta con doble línea continua, enmarca el dibujo. El mapa está orientado con el norte en un ángulo de 120º respecto a la orientación de la hoja de papel (Figura 1).

La zona cartografiada representa el sector NE de la provincia de Teruel en los Montes Universales y Sierra del Tremedal, si bien también incluye una pequeña porción de la provincia de Guadalajara. Abarca una superficie aproximada de 600 km^2, que comprende las localidades, que vienen indicadas en el mapa: Albarracín, Orihuela del Tremedal, Bronchales, Monterde, Motos, Royuela, Calomarde, Torres, Noguera, Tramacastilla, Calomarde y Villar del Cobo.

El relieve está representado por un sombreado a plumilla. La red hidrográfica se distingue por no estar sombreada. Los caminos están dibujados por una doble línea paralela. Los topónimos geográficos aparecen representados por letras, los pueblos con letras mayúsculas y los parajes y red fluvial con letra minúscula. La leyenda de los signos topográficos se encuentra en la parte superior derecha.

La escala, gráfica, está expresada en varas castellanas y aparece dibujada en la parte inferior derecha del mapa. El mapa está a una escala aproximadamente 1:100 000.

El contacto entre las distintas unidades resulta difícil de distinguir pues está enmascarado por el sombreado del relieve de la base topográfica. Las diferentes unidades tan solo se pueden reconocer por el color de la aguada. Además, debido a la antigüedad del documento original, los colores se han deteriorado.

En la parte superior derecha del mapa, se adjunta una leyenda en la que se indican los materiales cartografiados. El autor distingue quince unidades litológicas distintas, que luego agrupa en cinco sistemas. Está ordenada en orden inverso a los formatos convencionales actuales, con los materiales más antiguos en la parte superior. De todas formas, hay que reseñar que la leyenda es algo confusa, pues mezcla cronologías con las litologías. El pórfido aparece individualizado y no le asigna edad alguna.

La dirección de las capas y el buzamiento de las mismas aparecen representados en un gran número de puntos en el mapa con una simbología análoga a la que actualmente se utiliza.

En relación con el contenido geológico de la obra, queremos destacar, como ya se ha expuesto, que no aparece dibujado el contacto entre unidades y el límite entre ellas tan solo se puede distinguir por las distintas tonalidades de la aguada o por la ocasional presencia de una trama punteada. Por este motivo, la diferenciación de los "terrenos", ha sido difícil de apreciar, además, y el tipo de aguada utilizado y la propia antigüedad del mapa no facilitan la tarea.

3. LAS PUBLICACIONES SOBRE LA GEOLOGÍA DE LA SIERRA DE ALBARRACÍN DE S. RODRÍGUEZ EN 1851

Santiago Rodríguez publicó en la *Revista Minera* en 1851 dos artículos científicos. Como se ha indicado, éstos eran el resumen de una memoria más extensa realizada por el autor sobre los terremotos que afectaron esa comarca en 1848. El primero de ellos se titula: "Descripción geológica del antiguo corregimiento de Albarracín en la provincia de Teruel", *Revista Minera* t. II (1ª serie) pag. 39 y 65; y el segundo, "Efectos observados en Albarracín y otros pueblos de su partido dónde se han experimentado con mayor intensidad los terremotos acaecidos en el otoño de 1848". En el primero se hace una detallada descripción de la geología de la zona mediante itinerarios y con reiteradas referencias a las localidades de la región, lo que permite situar geográficamente, con gran precisión, sus observaciones de campo. Sin embargo, hay que señalar que en la publicación no se hace ninguna referencia al mapa, aunque ambos (publicación y mapa) coinciden exactamente en los límites de la zona estudiada, y la división litoestratigráfica de los materiales.

En los artículos de *Revista Minera*, se consideran las rocas más antiguas que afloran son las que constituyen la "parte culminante de la gran Sierra de Albarracín" y de parte de la Sierra del Tremedal (los relieves destacados de la zona central y de la parte derecha del Mapa y que son los esquistos, pizarras y cuarcitas que las atribuye al "Terreno siluriano y devoniano" y que actualmente se considera que corresponden al Ordovícico y Silúrico. El pórfido diorítico, al que considera ya como una roca eruptiva, lo describe afectando a las pizarras y cuarcitas. En la actualidad se sigue interpretando a este afloramiento como un pórfido andesítico-dacítico en Noguera y en Bronchales como coladas dacíticas y tobas riolíticas.

También incluye en este núcleo más antiguo los afloramientos de las denominadas "masas metamórficas aunque en su concepto pertenecen al miembro inferior de lo que se denomina arenisca roja moderna superior o trías de los alemanes". Es decir el autor sospecha ya que las areniscas rojas deben corresponder al Triásico en facies germánica. En la "arenisca roja moderna superior" diferencia un miembro inferior, al que le identifica con las facies Buntsandstein. Igualmente le ocurre con otros afloramientos similares y con "capas siliceo-margosas, amarillas y verdes, etc."; así como arcillas con niveles de yesos de la parte alta de esas areniscas y que dan paso a las calizas del Lías y a los que relaciona con la "parte superior de la arenisca roja moderna o el miembro keuper". Esta identificación que aparece descrita en el artículo no aparece en el mapa.

Aunque las facies Buntsandstein y Keuper estén identificadas, no lo están en sus trabajos las facies Muschelkalk, y que si están presentes en la zona. No obstante, en el mapa el autor diferencia una "caliza devoniana y de montaña" que por su posición estratigráfica podría corresponder a las calizas de la Facies Muschelkalk. En dicho texto el autor habla a veces de una caliza compacta, metamórfica y con falta de fósiles que quizás corresponda también al Triásico o a la base del Jurásico. Dentro de ese confusionismo también se debe destacar un tramo que en la leyenda denomina "Terreno permeano" y que aparece con la denominación de "Se sospecha", tramo que resulta difícil de identificar en el mapa y el autor probablemente debió dudar en asignarlo a la "arenisca roja moderna superior".

Llama la atención la diferenciación en el mapa así como la descripción en el citado artículo que Santiago Rodríguez hace sobre el Jurásico. En relación con los términos basales, destaca la existencia de un conjunto calcáreo sin apenas fósiles formado por "caliza compacta y metamórficas en muchos puntos" que se sitúa inmediatamente por encima del grupo de la "arenisca roja moderna superior" y que atribuye a la parte más baja de los terrenos jurásicos e insiste sobre los efectos del metamorfismo que estas rocas han sufrido e incluso hace referencia a "la caliza del Lías metamórfica". No se sabe bien si estas corresponden a los niveles carbonatados más bajos del Jurásico inferior o realmente son carbonatos de la facies Muschelkalk, no identificada en el trabajo.

El Jurásico recibe especial atención en la cartografía y su diferenciación se corresponde también con la parte descriptiva del artículo relacionado. Como ya se ha expuesto, cartográficamente se diferencian cinco grandes unidades: Lías, "Grande oolita", "Oxford", "Coralino" y "Portland".

El Lías corresponde al conjunto carbonatado azoico que se sitúa por encima de la "arenisca roja moderna superior" y que se extiende por todo el entorno que rodea a la llamada "parte culminante de la gran Sierra de Albarracín", extendiéndose por una buena parte del área abarcada por el mapa. No obstante el autor parece diferenciar dos conjuntos: un Lías afectado por un metamorfismo al parecer como consecuencia de las intrusiones del pórfido y otras rocas volcánicas y otro, al que denomina "Lías no influido", rico en fósiles que "careciendo de indicios metamórficos" sobre el que se ubica sobre la ciudad de Albarracín o los alrededores de Calomarde. Esta unidad se correspondería con la Fms. Imón, Cortes de Tajuña y Cuevas Labradas, y que sobre sus materiales se desarrollan algunas dolinas que para el autor son objeto de atención e incluso algunos de sus escarpes llega a relacionarlos con los movimientos sísmicos de la región que le obligaron a llevar a cabo los estudios.

La "Gran oolita", unidad que el autor la sitúa por encima del Lías parece corresponderse con el conjunto calcáreo atribuido a Gr Chelva. Correspondería al Jurásico medio en líneas generales, pudiendo llegar hasta el Calloviense inferior es decir al Jurásico medio y su litología calizas tableadas, oolíticas en ocasiones y a veces con sílex es un claro referente en la región.

El denominado "Oxford" por las referencias dadas se corresponde con la formación basal del Gr Turia, por lo que el tramo de las margas, arcillas y limolitas correspondería a la Fm Arroyo Frío, y, el "Coralino" seria el equivalente a las calizas con esponjas también del Oxfordiense, por lo que el denominado Pordtland correspondería al resto del Jurásico superior e incluiría la ritmita calcárea de Loriguilla, y las calizas oolíticas y oncolíticas de la Fm Higueruelas.

En relación con el Cretácico, el autor en la cartografía diferencia dos tramos sin hacer referencia a su litología: el "Cretáceo inferior" y el "Cretáceo superior". En el artículo de la *Revista Minera* hace referencia al "grupo cretáceo representado por la arenisca verde" aflorando por encima de los terrenos jurásicos al S. y SO de Calomarde; sin embargo, en dicho artículo puntualiza las características de cada uno de ellos. Así, el Cretáceo inferior seria detrítico y estaría representado por bancos de areniscas y arenas blancas y amarillentas con niveles ferruginosos y que hacia techo parecen contener fósiles marinos de carácter litoral. Estos niveles corresponderían a la facies Utrillas y quizás en algunas zonas los más inferiores a la facies Weald, litosomas tan característicos de esta región de la C. Ibérica. El Cretácico superior es calcáreo al igual que en otros puntos y contiene abundantes fósiles marinos característicos de este periodo.

La descripción de los materiales se realiza en dos partes. En primer lugar describe los materiales en forma de itinerario describiendo la geología zona a zona; en la segunda parte del artículo, describe las unidades litológicas según la edad que les atribuye, el orden de descripción es de más antiguo a más moderno.

Respecto a la estructura de los terrenos, Rodríguez observa y describe que los estratos se encuentran inclinados, y que existen estructuras plegadas. Como explicación, en la página 71, sostiene que las *sublevaciones* de los terrenos se han producido por la intrusión de rocas ígneas, en este caso pórfidos dioríticos. El autor cita un gran número de especies fósiles del Jurásico que fueron clasificadas por Ramón Pellico.

Respecto a los recursos minerales, Rodriguez da noticia de las minas y salinas que se encuentran en la zona estudiada, así como las ferrerías. Menciona también la presencia de cristales de cuarzo (jacintos de Compostela) y teruelita en las facies Keuper.

En la descripción dedica especial atención a las dolinas, muy frecuentes en la Sierra de Albarracín, pues atribuye su formación a los fenómenos sísmicos. Con mayor detalle describe las dolinas de la zona de "Hoyos de Bronchales", que se encuentran en las calizas jurásicas. El autor

desconoce el fenómeno de karstificación y asocia su génesis a hundimientos parciales que sucedieron en época lejanas. Considera que se han formado como consecuencia de los seísmos (recientes y antiguos), y a consecuencia de la explosión de gases. Tambioén hace referencia a la disyunción columnar en los sills andesíticos de las inmediaciones de Noguera

El segundo artículo que Rodríguez publica en *Revista Minera* consiste en una relación de los efectos producidos por los terremotos ocurridos en la Sierra de Albarracín los días 2 y 3 de octubre de 1848. El autor hace una descripción de los daños causados en edificios, y anota cuidadosamente todos los efectos producidos por el seísmo y que le han referido los habitantes de la zona. Rodríguez también recogió testimonios de terremotos sucedidos en la zona en años anteriores.

En la época en que Santiago Rodríguez realizó sus trabajos geológicos en Albarracín, se estaban definiendo en Europa los sistemas geológicos en base a la paleontología, y en España se empiezan a identificar éstos. El trabajo de Santiago Rodriguez intenta poner en práctica estos avances.

En este sentido, la publicación de los *Elementos de Geología* de Charles Lyell, por parte de Joaquín Ezquerra del Bayo, influyeron en Rodríguez poderosamente. En numerosos párrafos de su obra se puede comprobar cómo interpreta los fenómenos geológicos de acuerdo con Lyell. Así, considera que el levantamiento de las montañas puede estar influido por la existencia de rocas ígneas, que aunque no afloren, deforman las capas, y las levantan. Del mismo modo, interpreta que las causas de los terremotos pueden estar en los hundimientos producidos en cavidades kársticas, muy abundantes en la región.

El ámbito geográfico de las publicaciones de Santiago Rodríguez sobre la geología de la Sierra de Albarracín, y los terremotos que allí sucedieron, publicados en *Revista Minera,* y el mapa *R-2595*, de la biblioteca del IGME, *Plano geognóstico de una parte de la provincia de Teruel y Guadalajara*, coinciden completamente en el ámbito geográfico de estudio. Así mismo, la leyenda litológica del mapa concuerda con la diferenciación de las litologías que el autor hace en sus artículos. Además, el autor indica que ambos artículos forman parte de una memoria, más extensa, realizada para estudiar los terremotos ocurridos en aquella comarca en 1848. Son estos los motivos que nos indican que, con toda probabilidad, el mapa se realizó en aquella época y debió acompañar esa memoria inédita, que hoy permanece extraviada.

De todas formas**,** queda pendiente descubrir el motivo por el que Rodríguez decidió no publicar el mapa junto a la memoria en sus publicaciones de *Revista Minera*. Nos atrevemos a pensar que quizás al hacer una leyenda tan extensa, en el mapa se hacían muy visibles las carencias de éste y quizás no se atrevió, pero tan sólo es una conjetura. No es probable que se trataran de problemas de edición, ya que dicha publicación se acompañaba habitualmente de ilustraciones.

4. CONCLUSIONES

El mapa de la Sierra de Albarracín fue realizado hacia 1849 y acompañaba a una memoria sobre los efectos de los terremotos de 1848. Por lo tanto, debe considerarse un trabajo precursor en la realización de cartografía geológica para riesgos geológicos

Santiago Rodriguez, su autor, publicó entre 1851 y 1855 una serie de trabajos geológicos muy notables. La cartografía de la Sierra de Albarracín es muy precisa, y detallada, con una escala no usual en los trabajos de esa época. Define los principales rasgos geológicos de la Sierra de Albarracín, destacando la diferenciación de unidades jurásicas utilizando la paleontología.

Al quedar inédito el mapa, se perdió una importante información, que hubiese contribuido al conocimiento geológico de este sector de la Cordillera Ibérica.

BIBLIOGRAFÍA

BOIXEREU, E. 2009. Boixereu, E. (2009) "El boceto de un mapa geológico de Extremadura y Norte de Andalucía de Fréderic Le Play (1834): Primer mapa geológico realizado en España". *Boletín Geológico y Minero* 119 (4): 495- 508

FÓPEZ OLMEDO, F., SEGURA, M. y GIL GIL, J. F. (2013) *Revista de la Sociedad Geológica de España* 26: 65-84

FERNÁNDEZ DE CASTRO, M. (1876) *Boletín de la Comisión del Mapa Geológico de España*, 3: 1-89.

RODRIGUEZ, S. (1851) "Descripción Geológica del antiguo corregimiento de Albarracín en la provincia de Teruel". *Revista Minera* (2)*:* 39-53 y 65-7.

RODRIGUEZ, S. (1851) "Efectos observados en Albarracín y otros pueblos de su partido donde se han experimentado con mayor intensidad los terremotos acaecidos en el otoño de 1848". *Revista Minera* (2): 461-471.

VILLALÓN DÁVILA, C., TRIGUEROS MOLINA, E. y NAVARRO, A. (1959) *Mapa Geológico de España a escala 1:50 000. Explicación de la hoja nº 541 Santa Eulalia (Teruel)*. IGME.

GONZÁLEZ REDONDO, F. A. (coord.) (2015) *Ciencia y Técnica entre la Paz y la Guerra. 1714, 1814, 1914*. Madrid, SEHCYT, pp. 1009-1016.

EL CONTENIDO GEOLÓGICO EN REVISTAS CIENTÍFICAS MEXICANAS DEL SIGLO XX: UNA REVISIÓN TEMÁTICA

Oscar H. Jiménez Salas[(1)]

(1) Instituto Nacional de Antropología e Historia, México D.F., México, oscar_jimenez@inah.gob.mx

Resumen

En este trabajo se presenta y discute una revisión de diferentes revistas científicas aparecidas en el siglo XX en México, cuya temática geológica refleja el desarrollo de la geología en este periodo histórico reciente. En primer lugar, se observa la separación de la geología de otras ciencias naturales y sociales, tales como la química, la biología, la antropología, entre otras. Luego, la geología se consolida como una ciencia aplicada, al insertarse en el campo de las ciencias exactas e ingenieriles. Finalmente, varias disciplinas de la geología se reclaman, ellas mismas, ciencias independientes y se agrupan en las denominadas ciencias de la Tierra o ciencias geológicas.

Palabras Clave: Revistas científicas mexicanas, Historia de la Geología, México, Siglo XX.

THE GEOLOGICAL CONTENT IN MEXICAN SCIENTIFIC JOURNALS FROM THE TWENTIETH CENTURY: A THEMATIC REVIEW

Abstract

In this paper is presented a thematic review about the geological content in different scientific periodicals that were published in the twentieth century in Mexico. First, it is found a separation of the geological disciplines from others natural and social sciences, such as chemistry, biology, and anthropology. Second, the pragmatic practice of geology enabled it to become a mainly part of the engineering and experimental sciences. Finally, there was a tendency of the geological disciplines to become independent sciences although it was not achieved. These interpretations are significant in the understanding of the historical development of geology in Mexico, during the twentieth century.

Keywords: Mexican scientific journals, History of geology, Mexico, Twentieth Century.

1. INTRODUCCIÓN

En México, durante la segunda y tercera parte del s. XIX, y primeras décadas del s. XX, aparecieron diferentes publicaciones periódicas que trataban temas literarios, religiosos, políticos, económicos, filosóficos, periodísticos, divulgativos y, desde luego, científicos [LANDA LANDA, 2006]. Entre éstos últimos se incluían aspectos zoológicos, botánicos, geográficos, médicos, astronómicos, geológicos, agrícolas, arqueológicos, y antropológicos. Eran tiempos en que los límites entre las diferentes actividades científicas no se distinguían claramente. En el caso de las ciencias naturales se ponía énfasis en la recolección, descripción, clasificación y explotación de la naturaleza como una

herencia que provino desde el s. XVIII y siguió en el s. XIX. De su parte, las ciencias sociales y/o humanas, trataban de parecerse a las ciencias naturales concediéndose un estatuto científico. En el caso particular de la geología mexicana esta etapa decimonónica fue muy clara pues la geología se profesionaliza al final del s. XIX [TRABULSE, 2005; AZUELA BERNAL, 2011; URIBE SALAS, 2013]. También surge el interés por publicar periódicamente resultados científicos y técnicos en documentos, tales como anales, revistas, monografías, y boletines[1]. En este contexto, presentamos una breve revisión de algunas de las más importantes publicaciones de carácter científico, impresas en el s. XX de México, que contienen temas de geología. El análisis general comprende aproximadamente 27 publicaciones científicas, referidas a instituciones o asociaciones y a sus órganos de difusión, las cuales pueden ser agrupadas en tres temporalidades: 1) los dos últimos tercios del s. XIX; 2) la primera mitad del s. XX; 3) la segunda mitad del s. XX.

2. ÚLTIMOS TERCIOS DEL S. XIX

Una de las instituciones más antiguas en el continente americano es el *Instituto Nacional de Geografía y Estadística* (INGE) creado en el año de 1833[2]. Este instituto publicó en marzo de 1839 su órgano informativo: *Boletín del Instituto Nacional de Geografía y Estadística* (BINGE). Pero, en 1850, este instituto gubernamental se transformó en la *Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística* (SMGE), la cual publicó en 1851, el primer número de su *Boletín de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística* (BSMGE). El BSMGE se caracterizó por su contenido estadístico, geográfico, geológico, arqueológico, cartográfico, además de inventarios sobre recursos naturales, lenguas indígenas, costumbres, tradiciones y culturas.

La *Sociedad Mexicana de Historia Natural* (SMHN) se fundó en 1868 y desapareció en 1914, volviendo a resurgir en 1939 [HERRERA, 1939]. Desde su creación y a lo largo de tres series, la SMHN comenzó a editar el periódico científico *La Naturaleza* (1868-1914) cuyos contenidos trataban temas geológicos, paleontológicos, botánicos, mineralógicos, zoológicos, y misceláneos. Después de una interrupción forzada, este periódico ya no siguió publicándose, y en 1939 nació en su lugar la *Revista Mexicana de Historia Natural* (RMHN) con el objetivo de presentar trabajos de las Ciencias Naturales [BELTRÁN, 1948], aunque se concentró más en temas de biodiversidad, ciencias ambientales, ecología y agronomía [GÍO ARGAÉZ and LÓPEZ OCHOTERNA, 2001]. Desde el año 2005, tanto la RMHN como la misma SMHN se encuentran sin actividad notoria[3].

La *Sociedad Científica Antonio Alzate* (SCAA) fue fundada en 1884 por iniciativa de compañeros procedentes de otra asociación denominada *Sociedad Científica Franklin*, y de miembros del *Instituto Anglo-Franco-Americano* [AZUELA BERNAL, 1996]. La SCAA empezó a publicar en 1887 su órgano de divulgación denominado *Memorias y Revista de la Sociedad Científica Antonio Alzate* (MRSCAA). Las MRSCAA fueron publicadas hasta el año 1925, después fueron suspendidas y reiniciaron en 1934. El nombre de la SCAA cambió al de *Academia Nacional de Ciencias Antonio Alzate* (1934-1942). Las MRSCAA tuvieron una amplia riqueza temática: matemáticas, física, química, astronomía, geografía, arqueología, historia, geología, mineralogía, botánica, zoología, antropología, medicina, farmacia, educación y ciencias sociales, situación que duró aparentemente hasta 1964[4].

Otra importante publicación fue la llamada *Anales del Museo Nacional de Arqueología, Historia y Etnografía* (AMNAHE). Los AMNAHE en su primera época, de 1877 a 1903, abarcaron temas de historia, arqueología, etnología, lingüística, paleontología, zoología y mineralogía, entre otras más

[1] El término *boletín* tuvo la acepción común de referirse a los documentos científicos impresos periódicamente durante los siglos XIX y XX mexicanos, aunque llegó también a tener el significado de noticia o información general.
[2] Véase https://www.lavozdelnorte.com.mx/semanario/2013/03/24/juarez-y-la-sociedad-mexicana-de-geografía-y-estadistica/ .
[3] El enlace electrónico https://smhn.org.tripod.com/ está inactivo desde el año 2000, aproximadamente.
[4] Véase para algunos detalles https://www.palaciomineria.unam.mx/eventos/ant_memorias_y_revistas.htm/.

[MONZÓN, 1948]. En su segunda época, de 1903 a 1909, continuaron con la misma temática y agregaron botánica y geología. Su tercera época comenzó en 1909 y terminó en 1913, pero sus temáticas se concentraron en historia, biografía, arqueología, lingüística y etnología. Se suspendió su publicación de 1913 hasta 1922, año en el que se reanuda una cuarta época que termina en 1933. En 1934 se inició la quinta época que terminó en 1938 con la publicación de tres tomos. Mientras tanto, en 1939 fue creado el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) [YÁÑEZ REYES, 2006] y, entonces, la publicación de los AMNAHE fue sustituida por los *Anales del Instituto Nacional de Antropología e Historia* (AINAH)[5] [MONZÓN, 1948a].

3. PRIMERA MITAD DEL S. XX

Durante la primera mitad del s. XX continuó la costumbre de publicar en una sola revista temas científicos variados, pero pronto se inició la edición de publicaciones con temáticas específicas. En ese contexto, el gobierno mexicano promovía a través de miembros destacados de organismos estatales, educativos y empresariales, el surgimiento de nuevas publicaciones científicas. Un ejemplo de ello es la creación en 1888 de la *Comisión Geológica*, la cual se encargaría del estudio geológico del territorio nacional y de sus recursos minerales [AGUILERA, 1905]. Dicha comisión se convirtió en 1895, por decreto del Congreso General, en el *Instituto Geológico de México*, y se creó la publicación oficial denominada *Boletín del Instituto Geológico de México* (BIGM) [GÓMEZ CABALLERO, 2004]. El BIGM incluía temas geológicos, mineralógicos, sismológicos, mineros y químicos, principalmente.

En 1904 se formó la *Sociedad Geológica Mexicana* (SGM) junto con su órgano informativo, el *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana* (BSGM)[6]. El BSGM incluyó, desde sus inicios, artículos de geología básica y aplicada, y de divulgación científica.

La *Revista Mexicana de Estudios Históricos* (RMEH) se inauguró en 1927 con temas históricos, arqueológicos, y prehistóricos, muchos de ellos ligados con aspectos geológicos. Posteriormente, su temática se concentró en los estudios antropológicos, por lo que en 1937 cambia su nombre al de *Revista Mexicana de Estudios Antropológicos* (RMEA), convirtiéndose en el órgano de difusión de la *Sociedad Mexicana de Antropología* (SMA).

Los *Anales del Instituto de Biología* (AIB) son creados en 1930 por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), los cuales abordaron temas biológicos, paleontológicos y geológicos. En la segunda parte del s. XX, los AIB ajustaron sus temáticas hacia la biología y la ecología, y en 2005, cambian su nombre al de *Revista Mexicana de Biodiversidad* (RMB).

La publicación *Ciencia-Revista hispano americana de ciencias puras y aplicadas* (C-RHACPA) se editó desde 1940 hasta 1975[7], y tuvo un impacto muy grande en México y en el extranjero. En ella se publicaron trabajos de biología y medicina, entre otros, aunque se incluyeron también aspectos geológicos. La C-RHACPA fue generada e impulsada por los científicos españoles del exilio en México y aportó una producción científica de alto nivel [CARAPETO, PULGARÍN, y COBOS, 2002; ARGUETA PRADO, 2008; LANDA LANDA *et al*., 2009].

4. SEGUNDA MITAD DEL S. XX

En la segunda mitad del s. XX se consolidan una gran variedad de revistas con temáticas específicas, iniciándose con ello un viraje hacia la aplicación de las ciencias básicas en las

[5] Véase http://www.mna.inah.gob.mx/anales.html.
[6] Véase http://www.sociedadgeologica.org.mx/historia.html.
[7] Véase la editorial del primer número de la revista en: http://www.edaddeplata.org/tierrafirme_jae/revistaciencia/index.html/.

actividades industriales y de desarrollo económico. Así, aparecen revistas de contenido geológico aplicado, algunas de las cuales mantienen su periodicidad, otras se publican irregularmente, y unas más desaparecen. Entre las publicaciones se tienen las siguientes.

El *Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros* (BAMGP) que nació en 1949 con la finalidad de publicar estudios geológicos y geofísicos ligados a la industria petrolera. El BAMGP ha sido publicado por medio de la *Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros* (AMGP)[8] y sigue apareciendo aunque de manera irregular.

La revista *Geotecnia* órgano oficial de la *Sociedad Mexicana de Ingeniería Geotécnica* (SMIG)[9] (antes llamada *Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos*) se fundó en 1957 para publicar, hasta la fecha, temáticas vinculadas a las ingenierías civil, geológica y geofísica.

Por su parte, el *Boletín de la Asociación Mexicana de Geofísicos de Exploración* (BAMGE) aparecido en 1960 como parte de la *Asociación Mexicana de Geofísicos de Exploración* (AMGE), publica estudios de carácter y aplicación geofísica, particularmente sobre métodos de exploración[10].

En 1961 nace la revista *Geofísica Internacional* (GI)[11] y un boletín informativo denominado revista *GEOS*, ambos auspiciados por el *Instituto de Geofísica* de la UNAM. Las dos revistas aparecen poco después de que en 1960 se fundara la asociación *Unión Geofísica Mexicana* (UGM)[12].

Los *Anales de Antropología* (AA) se inician en 1964 en una sección del *Instituto de Investigaciones Históricas* de la UNAM, para publicar tópicos de antropología física, arqueología, etnología y lingüística [VILLANUEVA, 2001]. Luego, en 1973, la sección se convirtió en el *Instituto de Investigaciones Antropológicas* [NIETO HERNÁNDEZ, 1988], donde se continúan publicando los AA.

El *Boletín del Instituto de Geografía* (BIG) apareció en 1969 con la finalidad de publicar estudios geográficos de índole económica, humana, social y física, realizados en el *Instituto de Geografía* de la UNAM. En 1990, el BIG cambió al nombre de *Investigaciones Geográficas*[13].

La *Asociación Geohidrológica Mexicana* (AGM)[14] se constituyó en 1973 con el objetivo de reunir a los estudiosos del agua subterránea en México [ARREGUÍN, 1989]. Aparentemente tuvo un órgano informativo propio denominado *El Manantial*, pero no se tiene información verídica sobre ello.

La *Revista del Instituto de Geología* (RIG) perteneciente al *Instituto de Geología* de la UNAM, publicó temas geológicos desde 1973, año de su primer número, hasta 1994 cuando cambió su nombre a *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas* (RMCG)[15], la cual se edita hasta el presente.

Los *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología* (AICML) iniciaron su publicación en 1981, y tuvieron como antecedente a los *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología* que se publicaron desde 1974, después de haberse fundado dicho centro de la UNAM, en 1973. El objetivo fue realizar y publicar investigaciones de ecosistemas, de recursos acuáticos y de geología marina[16].

El folleto *Minería y Metalurgia* (MM) fue el órgano de difusión de la *Asociación de Mineros, Metalurgistas y Geólogos de México* (AMMGM)[17], la cual surge en 1955 para tratar temas de geología minera y de minería en general. La MM publica 60 números para luego ser sustituida, en 1973, por la revista denominada *Geomimet*, la cual aparece en su primer ejemplar con el número 61.

En 1949, se fundó el *Instituto Nacional para la Investigación de los Recursos Minerales* (INIRM). En 1955, el INIRM se transformó en el *Consejo de Recursos Naturales No Renovables* (CRNNR), el cual en 1976, fue sustituido por el *Consejo de Recursos Minerales* (CoReMi o CRM). El CoReMi fundó, en 1994, el *Boletín Técnico COREMI* (BTCOREMI) como una publicación de carácter

[8] Véase: http://www.amgp.org/.
[9] Véase https://www.smig.org.mx/.
[10] Véase https://www.amge.org/.
[11] Véase http://www.raugm.org.mx/publicaciones/GeofisicaInternacional/.
[12] Véase https://www.ugm.org.mx/.
[13] Véase http://www.journals.unam.mx/index.php/rig.
[14] Véase http://www.agm.org.mx/.
[15] Véase http://satori.geociencias.unam.mx/index.html.
[16] Véase http://www.icmyl.unam.mx/.

interno. Después, en 2005, se inició la transformación de CoReMi en una nueva institución denominada *Servicio Geológico Mexicano* (SeGeMex)[18], el cual funda la revista *Geociencia*, y cuyo primer número se publicó en 2007[19]. Dicha revista se publicó cuatrimestralmente hasta 2009, pero en la actualidad se encuentra interrumpida.

La *Asociación Geotérmica Mexicana* (AGM)[20], ha tenido como órgano de información técnica la publicación *Geotermia-Revista Mexicana de Geoenergía* (GRMG), anteriormente denominada *Revista Geotermia* (1986-2004)[21]. La GRMG ha tenido varias épocas de edición semestral (1986-2004, 2004-2012 y 2013 hasta el presente) vinculadas con la *Gerencia de Proyectos Geotermoeléctricos* de la *Comisión Federal de Electricidad*.

La *Sociedad Mexicana de Paleontología* (SOMEXPAL) se fundó en el año de 1986 y con ella salió el primer número de la *Revista de la Sociedad Mexicana de Paleontología* (RSMP) que incluyó investigaciones paleontológicas. La RSMP desapareció en 2001 debido a la falta de comunicaciones.

La *Sociedad Mexicana de Mineralogía* (SMM) se fundó en 1984 con el propósito de difundir y comunicar conocimientos sobre mineralogía y minerales principalmente mexicanos. Su órgano de difusión surgió en 1985 y se denominó *Boletín de Mineralogía* (BM)[22], el cual se publicaba de forma no periódica y, actualmente, está suspendido.

La asociación *Instituto Nacional de Geoquímica* es una de las más importantes en México[23] desde 1990, y publica únicamente las actas de sus congresos nacionales que iniciaron en 1995.

La *Sociedad Mexicana de Geomorfología* (SMG) apareció en 1994, aunque con antecedentes desde 1986[24]. La SMG no tiene un órgano de difusión en forma de revista, sino que publica las comunicaciones de temática geomorfológica que se presentan en sus reuniones oficiales.

La *Asociación Mexicana de Limnología* (AML) surgió en el año de 1998 en respuesta al deterioro de los ecosistemas continentales acuáticos mexicanos[25]. La AML no tiene una revista pero ha editado un boletín de noticias, cuyo primer número empezó en 2012, en formato electrónico.

En 1984 se fundó la *Asociación de Oceanólogos de México* (ASOCEAN)[26] con el fin de promover los océanos y el uso racional de los recursos marinos mexicanos. En 2010 publicó el *Boletín ASOCEAN* (BASOCEAN), para aportar notas informativas a sus socios. La ASOCEAN impulsa estudios de oceanografía física, biológica, química y geológica a través de sus congresos.

5. DELIMITACIÓN TEMÁTICA DURANTE EL SIGLO XX

A manera de conclusión se presenta una serie de tres tablas en las que se muestra el nombre de la asociación y su revista, luego el desarrollo temporal de esta última y, por último, su temática principal. En la tabla 1 se observan las principales publicaciones que surgieron en el s. XIX, pero que a lo largo del s. XX modificaron su periodicidad o desaparecieron.

También, se presentan revistas que aparecen en la primera mitad del s. XX, en las que es notorio su carácter multitemático tanto en disciplinas de las ciencias naturales como en las de ciencias sociales. Solamente dos boletines conservan su misma temática geológica: el *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana* y el *Boletín del Instituto Geológico de México*.

[17] Véase https://www.geomin.com.mx.
[18] Véase https://www.sgm.org.mx/.
[19] Véase *Editorial* de la *Revista Geociencias* del Servicio Geológico Mexicano nº, 2007, año 1, nº.1, p.2.
[20] Véase https://www.geotermia.org.mx/.
[21] Véase *Editorial* de la *Revista Mexicana de Geoenergía*, 2004, vol. 17, n1. 1, julio-diciembre, p.1.
[22] Véase http://www.geocities.ws/smexmineralogia/boletin.htm.
[23] Véase http://www.inageq.org.mx/.
[24] Véase http://www.smg.igg.unam.mx/.
[25] Véase https://amlac.mx/.

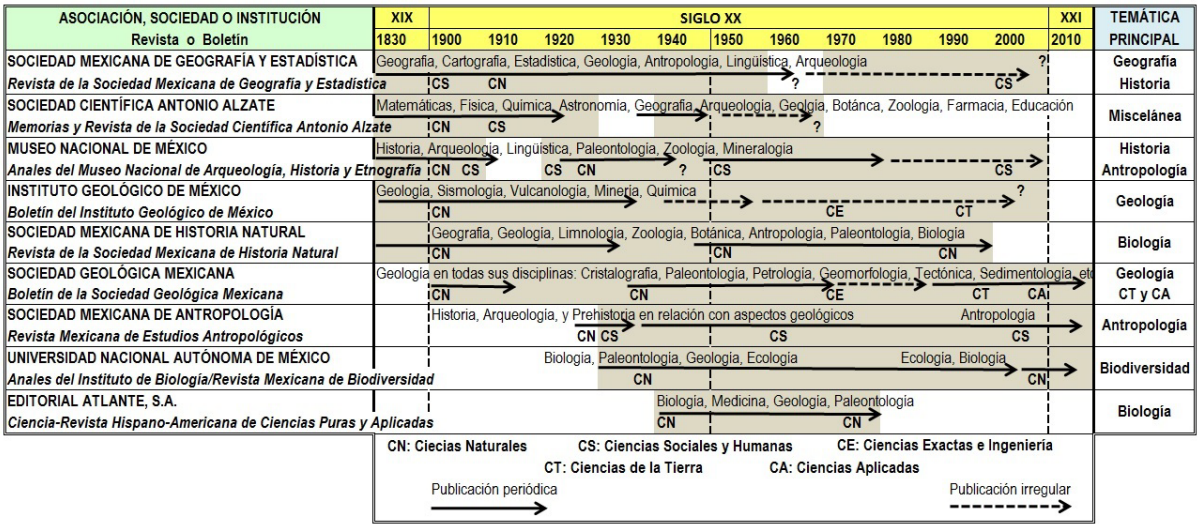


Tabla 1. Asociaciones y sus respectivos órganos de difusión que se originaron en el siglo XIX y primera mitad del s. XX, los cuales incluyeron temas geológicos.

En contraste, las publicaciones aparecidas en la segunda mitad del s. XX tendieron a una sola temática o se ajustaron a una ciencia aplicada, por ejemplo, la geología del petróleo o la geotecnia (tablas 1 y 2). No obstante, las revistas *Geofísica Internacional* y la *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas* conservaron el amplio espectro de la investigación geológica y geofísica (tabla 2). También, durante la segunda parte del s. XX, hubo revistas que preservaron su contenido de ciencias sociales, tales como las revistas *Anales de Antropología*, e *Investigaciones Geográficas*, aun cuando incluyeron tópicos que pueden circunscribirse en la temática geológica.

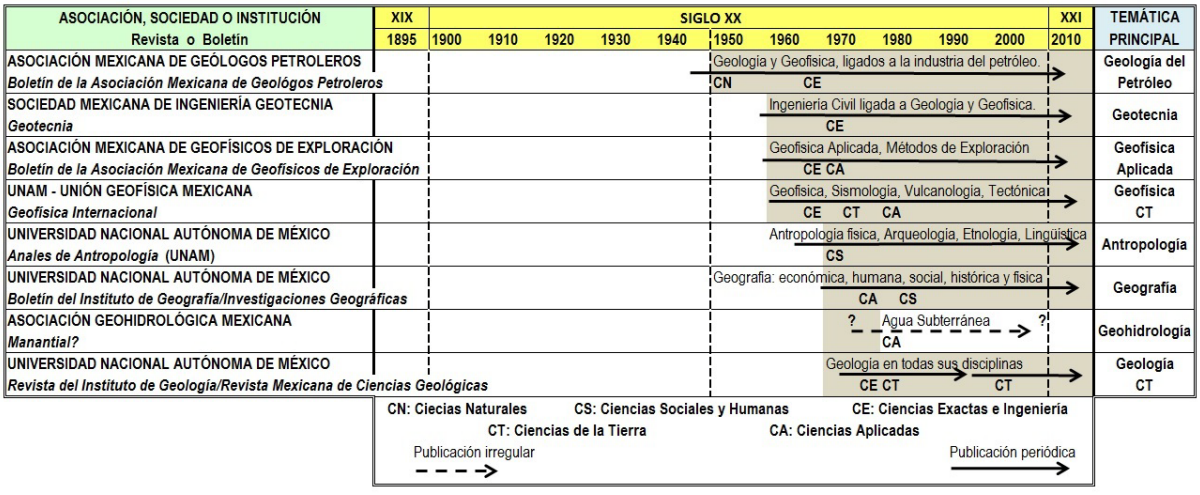


Tabla 2. Asociaciones y sus respectivos órganos de difusión que se originaron en la segunda mitad el siglo XX, y que incluyeron temas geológicos.

En el último cuarto del s. XX, continuaron saliendo revistas de contenido geológico perteneciente a las ciencias aplicadas o ingenieriles, por ejemplo, *Geoenergía-Revista Mexicana de*

[26] Véase http://www.asocean.org/.

Geotermia, o la revista *Geomimet*. Aunado a lo anterior, se nota claramente un intento de generar publicaciones en disciplinas que se consideraban anteriormente parte de las ciencias naturales, o de la geología misma, y que ahora se asumen como ciencias independientes, entre ellas se pueden mencionar a la mineralogía, la paleontología e, incluso, la geomorfología (tabla 3).

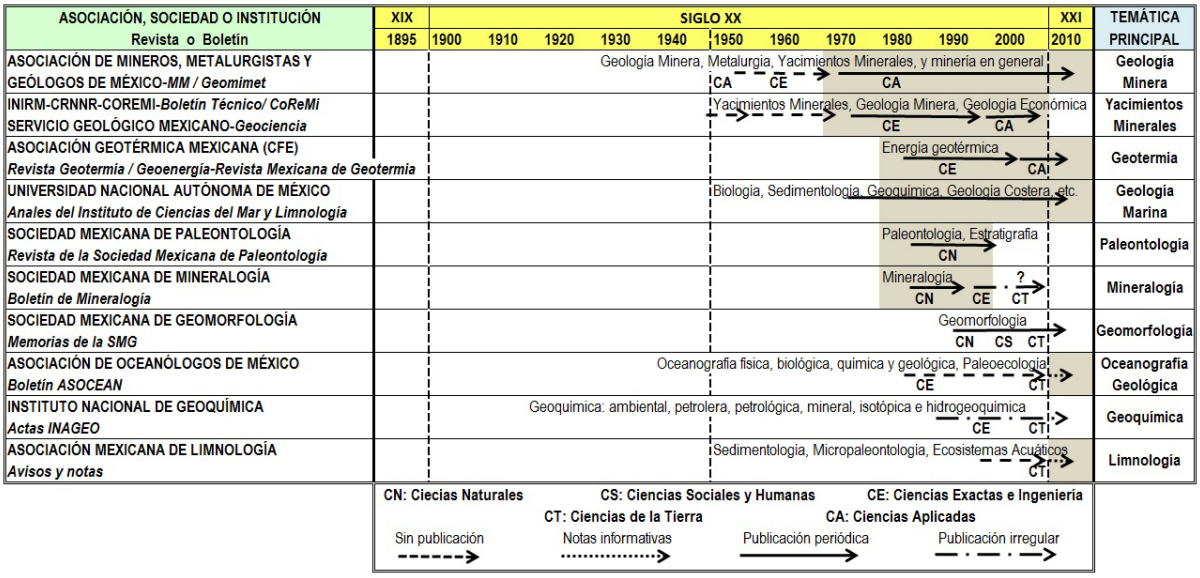


Tabla 3. Asociaciones y sus respectivos órganos de difusión que se originaron en el último cuarto del s. XX mexicano, cuya temática geológica puede estar tanto en las ciencias aplicadas como en las ciencias de la tierra.

En resumen, durante más de un siglo se han editado y distribuido boletines y revistas cuyo contenido geológico se ha ajustado al pasar de la *geología* como ciencia natural, a la *geología aplicada* como parte de las ciencias exactas e ingenieriles y, de ellas, a las *Ciencias de la Tierra*, consideradas ahora como un amplio campo del espectro académico y de aplicación práctica.

5. COMENTARIOS FINALES

De las 27 asociaciones consideradas, 10 ya no editan una revista o se encuentra suspendida su publicación, y dos de ellas publican *memorias* o *actas* de sus eventos nacionales. En las revistas que han publicado aspectos geológicos es evidente el incremento en temas de las ciencias aplicadas y de la ingeniería.

Por último, las revistas mexicanas aparecidas durante el s. XX, cuyo contenido es primordialmente académico, fueron auspiciadas por instituciones educativas y gubernamentales, mientras que las de aplicación práctica han recibido apoyo de las empresas, de las respectivas asociaciones civiles, y/o del gobierno mismo.

Las comunicaciones o artículos publicados se refirieron principalmente a estudios de regiones mexicanas, aunque en el tercio final del s. XX, se incluyeron con frecuencia trabajos de otras regiones del mundo. La investigación básica y de divulgación fue una característica de las primeras décadas, en contraste con la mayor influencia de la investigación aplicada en el sector industrial y de desarrollo económico durante la segunda mitad del s. XX.

BIBLIOGRAFÍA

AGUILERA, J. G. (1905) Reseña del desarrollo de la geología en México. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, I*, 35-117.

ARGUETA PRADO, J. Q. (2008) *La revista Ciencia (1940-1975). Contribuciones a la ciencia mexicana del siglo XX.* Tesis Licenciatura, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, México.

ARREGUÍN, J. (1989) *Aportes a la historia de la geohidrología en México, 1890-1995.* México: Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social-Asociación Geohidrológica Mexicana.

AZUELA BERNAL, L. F. (1996) *Tres Sociedades Científicas en el Porfiriato.* México: Sociedad Mexicana de Historia de la Ciencia y la Tecnología-Universidad Tecnológica de Nezahualcóyotl-UNAM.

AZUELA BERNAL, L. F. (2011) La emergencia de la geología en el horizonte disciplinario del siglo XIX. En: J. Bartolucci, *La saga de la ciencia mexicana. Estudios sociales de sus comunidades, siglos XVII al XX* (págs. 55-77). México: Universidad Nacional Autónoma de México.

BELTRÁN, E. (1948) "La Naturaleza", periódico científico de la Sociedad Mexicana de Historia Natural, 1869-1914. Reseña bibliográfica e índice general. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural, IX* (1 y 2), 145-174.

CARAPETO, C., PULGARÍN, A., y COBOS, J. M. (2002) Ciencia. Revista hispano-americana de ciencias puras y aplicadas (1940-1975). *LLULL, 25*, 329-368.

GÍO ARGAÉZ, R., y LÓPEZ OCHOTERENA, E. (2001) La Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural (1939-2000): Presentación. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural, 50*, 1-4.

GÓMEZ CABALLERO, J. A. (2004) Historia e índice comentado del Boletín del Instituto de Geología de la UNAM. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, LVII*(2), 149-185.

HERRERA, A. L. (1939) La primitiva Sociedad Mexicana de Historia Natural. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, *I*(1), 7-14.

LANDA LANDA, M. G. (2006) Publicaciones antiguas mexicanas (1805-1950). *Biblioteca Universitaria, 9*(1), 9-15.

LANDA LANDA, M. G., BRIONES HUERTA, A., y SÁNCHEZ HERNÁNDEZ, A. (2009) El legado científico del exilio español en México a través de Ciencia: Revista Hispano-americana de ciencias puras y aplicadas. *Ibersid*, 87-93.

MONZÓN, A. (1948) Los Anales del Museo Nacional de Arqueología, Historia y Etnografía. *Boletín Bibliográfico de Antropología Americana (1937-1948), 8*(1-3), 118-121.

MONZÓN, A. (1948a) Anales del Instituto Nacional de Antropología e Historia, Tomo I, 1939-1940. *Boletín Bibliográfico de Antropología Americana (1937-1948), 8*(1-3), 121-123.

NIETO HERNÁNDEZ, R. (1988) Anales de Antropología. En: *La antropología en México. Panorama histórico* (págs. 195-206). México: Instituto Nacional de Antropología e Historia.

TRABULSE, E. (2005) *Historia de la Ciencia en México (versión abreviada).* México: Fondo de Cultura Económica.

URIBE SALAS, J. A. (2013) De la aclimatación de la mineralogía al desarrollo de la Geología o la promoción del conocimiento para el desarrollo de México, siglo XIX. En: L. Calvo, Á. Girón, y M. Á. Puig-Samper, *Naturaleza y Laboratorio* (págs. 117-142). Barcelona: CSIC-Generalitat de Catalunya.

VILLANUEVA, M. (2001) Breve historia de los anales de antropología (1964-2000). *Historia Mexicana, L*(4), 743-777.

YÁÑEZ REYES, S. L. (2006) El Instituto Nacional de Antropología e Historia: antecedentes, trayectoria y cambios a partir de la cración del Consejo Nacional para la Cultura y las Artes. *Cuicuilco*, 47-72.

CAPÍTULO 13

CIENCIA Y CREENCIA EN LA GRAN GUERRA: ESTÁNDARES Y PROPAGANDA

SCIENCE AND BELIEF IN THE GREAT WAR: STANDARDS AND PROPAGANDA

GONZÁLEZ REDONDO, F. A. (coord.) (2015) *Ciencia y Técnica entre la Paz y la Guerra. 1714, 1814, 1914*. Madrid, SEHCYT, pp. 1019-1026.

LAS ENFERMERAS TAMBIÉN POSAN: REPRESENTACIONES DE LOS CUIDADOS EN LA GRAN GUERRA

Dolores Martín Moruno(1)

(1) Institut Ethique, Histoire et Humanités, Université de Genève, Suiza, dolores.martinmoruno@unige.ch

Resumen

Este estudio examina la experiencia de las mujeres como enfermeras voluntarias durante la Gran Guerra basándose, para ello, en el material fotográfico conservado en el CICR. La importancia que adquirió la representación de la enfermera en la cultura visual producida durante esta guerra se explica por la campaña de reclutamiento puesta en marcha por los comités nacionales de la cruz roja destinada a formar la población femenina como personal sanitario.

Un análisis de los temas más recurrentes asociados a las fotografías en las que fueron retratadas las enfermeras durante la Primera Guerra Mundial nos permite no sólo valorar el impacto que tuvo este conflicto en la estandarización de los cuidados enfermeros, sino reflexionar sobre la dimensión propagandística que adquirió la representación de la mujer que sacrificaba su vida por curar a los soldados heridos en el frente.

Palabras Clave: Gran Guerra; Cultura Visual; Historia de la enfermería; Estándares; Propaganda; CICR.

NURSES ALSO POSE: REPRESENTATIONS OF CARE DURING THE GREAT WAR

Abstract

Drawing on the photographic material preserved at the ICRC, this study examines women's experience as voluntary nurses during the Great War. The importance that the representation of the nurse acquired in the visual culture produced in warfare is explained, as is the setting up of a recruiting campaign launched by the national Red Cross committees that was aimed at training the female population as sanitary staff.

An analysis of the most recurrent issues associated with the photographs in which nurses were portrayed during WWI will allow us not only to evaluate the impact that this conflict had in the standardisation of nursing care practices, but also to think about the propagandistic dimension involved in the representation of the women, who sacrificed their lives to nurse the wounded soldiers on the front.

Keywords: Great War; Visual Culture; History of nursing; Standards; Propaganda; ICRC.

1. INTRODUCCIÓN

En 1918, Léon Daudet definía la Primera Guerra Mundial como una "guerra total" que consistía "en la extensión de la lucha, tanto en sus fases agudas como crónicas, a los aspectos políticos, económicos, comerciales, industriales, intelectuales, jurídicos y financieros" [DAUDET, 1918, p. 8][1]. Sin entrar en la controversia sobre qué conflicto detenta la prioridad de guerra total, lo que no cabe duda es que la Primera Guerra Mundial ejemplificó este tipo de contienda al conllevar la movilización de todos los sectores de la sociedad, reuniendo al conjunto de la población en un esfuerzo bélico colectivo. Los actores principales de esta guerra no fueron únicamente aquellos jovencitos que marchaban hacia el frente sin saber muy bien lo que les esperaba, sino también las mujeres, un sector de la población que se consideraba fundamentalmente antimilitarista. El universo bélico se había definido, hasta entonces, como un espacio masculino en el que las mujeres sólo se habrían visto implicadas como víctimas que lloraron la muerte de sus padres, compañeros e hijos [MOSSE, 1986, pp. 491-513]. Sin embargo, si algo demostró la Primera Guerra Mundial es que no eran los agentes pacifistas que habían poblado la imaginación de los europeos.

Imbuidas de un fiero espíritu patriótico, las mujeres contribuyeron al movimiento de defensa nacional conduciendo tranvías, fabricando armamento o cultivando las tierras. El poeta D. H. Lawrence se hizo eco de esta movilización cuando escribía aquellos versos en los que se preguntaba, con un cierto aire de resentimiento, porqué las mujeres habían apoyado a los hombres en la decisión de continuar la guerra más mortífera que había tenido lugar hasta el momento, en Europa [LAWRENCE, 1915, pp. 75-76]:

> ¿Por qué nos siguieron las mujeres, satisfechas
> se alimentaron de nuestras heridas como si fueran pan,
> recibieron sobre ellas, nuestra sangre
> como si fuera una semilla brillante para su plenitud?[2]

Las palabras de Lawrence parecían formular un reproche contra aquellas mujeres que se habían dejado seducir por las promesas libertadoras de la guerra [GILBERT, 1983, p.424]. En efecto, esta guerra fue una oportunidad única para que ellas se pusieran literalmente los pantalones, una prenda de vestir que se convirtió en una de las tendencias del momento reflejando la libertad de movimiento del cuerpo femenino. A pesar de que este conflicto no pueda ser considerado como el contexto en el que la mujer europea logró su emancipación, ya que su integración en el mundo laboral se consideró como algo excepcional, la población femenina disfrutó de una autonomía que contaba con pocos precedentes históricos. Incluso, algunas de estas mujeres desafiaron los límites que habían definido tradicionalmente el espacio femenino en tiempos de guerra, es decir, la retaguardia, al inscribirse como enfermeras voluntarias que se convertirían en heroínas como la británica Edith Cavell, símbolo de la propaganda de los aliados tras haber sido fusilada, la francesa Charlotte Maître, que fue condecorada como una patriota más en el Panteón, o las intrépidas ambulancieras Elsie Knocker y Mairi Chisholm, que utilizaban su moto para trasladar con más rapidez a los heridos.

A diferencia de los estudios realizados sobre las enfermeras durante la Gran Guerra basados en fuentes escritas [DARROW, 1996, pp. 80-106; SUMMERS, 1988; y FELL Y HALLETT, 2013], este estudio analiza la representación de la enfermera voluntaria apoyándose en los documentos fotográficos producidos durante este conflicto y en particular, en aquellos conservados en el CICR. A pesar de que las mujeres ya hubiesen sido fotografiadas socorriendo a los soldados heridos durante

[1] Traducción al castellano de la autora.
[2] Traducción al castellano de la autora.

la Guerra de Crimea y la Guerra Civil Americana, los documentos de esta naturaleza eran escasos debido, de una parte, al complicado proceso que suponía hacer una fotografía y, de otra, a que la enfermera no podía ser considerada una profesional integrada en los servicios médicos de los ejércitos.

Si bien es cierto que personalidades como Florence Nightingale y Clara Barton ya, habían llamado la atención sobre la necesidad de crear cuerpos de enfermeras profesionales, el estatus de la enfermería continuaba siendo ambiguo al comienzo de la Primera Guerra Mundial. Mientras esta actividad había adquirido un cierto reconocimiento en Inglaterra gracias a la creación de escuelas y de unidades militares, en Francia todavía se discutía la conveniencia de reclutar a voluntarias. La visibilidad que adquirió la figura de la enfermera en la cultura visual de la Gran Guerra no se debió al apoyo de las autoridades militares, sino a que organizaciones humanitarias como la Cruz roja pusieron en marcha campañas para convencer a la opinión pública de la utilidad que suponía reclutar personal sanitario femenino.

Basándonos en estas premisas históricas, discutiremos a continuación los temas más recurrentes asociados a la enfermería en la cultura visual producida durante la Gran Guerra con un doble objetivo. De una parte, intentaremos reflexionar sobre el impacto que tuvo este conflicto en la estandarización de los cuidados enfermeros mediante la reconstrucción histórica de las prácticas, el material sanitario y los espacios en los que se ambientaban estas fotografías. De otro lado, un estudio de este tipo nos ofrece la oportunidad de examinar el significado propagandístico que adquirió la representación visual de la enfermera en una guerra total, como fue la Primera Guerra Mundial.

2. EL CARÁCTER MORAL DE LA ENFERMERA

La primera fotografía [Figura 1] nos propone abordar la discusión, que se libró en el contexto de la Gran Guerra, sobre las virtudes que debía encarnar una buena enfermera y que la diferenciaban de aquellas mujeres frívolas que se habían enrolado como voluntarias con la idea de vivir un idilio amoroso [DIXON VUIC, 2013, p. 29]. Lejos de la imagen edulcorada que han reproducido muchas novelas y películas hollywoodenses, esta fotografía nos muestra la preocupación por representar a las voluntarias de acuerdo a ciertos códigos de conducta, que Nightingale ya había denominado “el carácter moral de la enfermera” [NIGHTINGALE, 2009, p. 526; y SELLMAN, 1997, pp. 3-11].

En particular, esta imagen se refería a uno de los aspectos más controvertidos del comportamiento de la enfermera, su sexualidad, al colocar en primer plano a una joven rubia y sonriente que está rodeada de un grupo de soldados cuyas miradas la convierten en un objeto de deseo destinado a ser consumido por la visión masculina. Recluidos en un campo de prisioneros, podemos imaginar que estos soldados rusos habían pasado mucho tiempo sin tener contacto con alguna mujer y que, por esto, la enfermera aparecía en el punto de mira de la composición visual: porque las autoridades militares habían señalado su presencia como un indicio del desorden que podía producirse en los ejércitos.

El peligro de un comportamiento sexual inapropiado no sólo se explicaba por las pulsiones sexuales de los soldados sino por la propia tarea desempeñada por las enfermeras, ya que muchas de ellas se vieron confrontadas, por vez primera, a observar un cuerpo masculino desnudo. En relación a esta problemática, Vera Brittain, miembro de la sección de enfermeras voluntarias británica, intentaba desmitificar la reputación de chicas fáciles que se habían ganado las voluntarias [BRITTAIN, 2005, p. 165]:

> A lo largo de las dos décadas de mi vida, nunca había observado el cuerpo desnudo de un hombre adulto; incluso, no había vuelto a ver a un niño desnudo desde los años del jardín de

infancia, cuando a la edad de cuatro o cinco años solía compartir mis baños por las tardes con Edward. Por esto, cuando comencé por vez primera a practicar la enfermería había imaginado verme superada por el nerviosismo y el bochorno pero, para mi alivio, no fui consciente de nada de esto.



Figura 1. Prisioneros rusos de guerra en un campo alemán cerca de Cracovia. Visita de una enfermera alemana (*Photothèque du CICR*, Ginebra, Suiza).

La importancia de la disciplina para forjar el carácter moral no sólo era patente en escritos como los de Brittain, sino que también era un aspecto apreciable en la representación visual de las enfermeras ya que los códigos de comportamiento se inscribían de manera simbólica en el uniforme que vestían. El uniforme de las enfermeras era una manera de imponer la disciplina entre las voluntarias y de ofrecerles una cierta autoridad frente a los soldados al distinguirlas de las cocineras, las lavanderas o las prostitutas que frecuentaban los campamentos [SPRAGLEY Y FRANCIS, 2005, p.58].

Un análisis de la indumentaria de las enfermeras durante la Primera Guerra Mundial nos muestra que guardaba ciertas reminiscencias con los hábitos de la religiosa. Elementos como el velo, que explicaban su existencia por razones de higiene ayudaban, además, a construir un significado de la enfermería como una especie de religión secular. Esta insistencia en la retórica religiosa trataba de presentar la imagen de una enfermera devota, abnegada y sacrificada por cuidar a los hijos de la nación. El vestido largo era otro componente interesante del uniforme puesto que servía de vehículo simbólico de ciertas virtudes propiamente femeninas como la paciencia y la obediencia. Durante la Gran Guerra, el vestido fue acortándose para facilitar la libertad de movimiento y se eliminó el delantal, un vestigio de la época victoriana que nos recordaba que las mujeres dedicadas a los cuidados habían sido las sirvientas domésticas [HOUWELING, 2004, p.41].

En resumen, un análisis de esta fotografía revela que uno de los temas que cobraron más importancia durante la guerra fue la discusión generada en torno al carácter moral de la enfermera.

La presencia femenina en el frente implicó el establecimiento de ciertas pautas que aseguraran el funcionamiento correcto de los ejércitos. Estas pautas no sólo aparecieron indicadas en los manuales de enfermeras, sino que quedaron inscritas simbólicamente en sus uniformes: una vestimenta que les otorgaba autoridad sanitaria y distinción militar a cambio de subrayar ciertas virtudes como la obediencia y la abnegación, que eran consideradas como una extensión de la feminidad.

3. LA PRODUCCIÓN Y EL USO DE LAS VENDAS

La segunda fotografía [Figura 2], objeto de análisis de este estudio, capta seis enfermeras pertenecientes a la Cruz roja austriaca almacenando vendas en el hospital provisional situado en la Universidad de Viena. El interés de esta imagen reside en que asocia la figura de la enfermera a las vendas, el material sanitario que las voluntarias aprendían a utilizar durante las formaciones rápidas que la Cruz roja impartía a nivel nacional [BERNARD, 2002, p. 418]. A pesar de que podamos pensar que esta fotografía retrata una escena banal, el hecho de que las enfermeras estén trabajando en cadena nos induce a pensar que el tratamiento de las vendas se realizaba de acuerdo a ciertas pautas inscritas en la vida hospitalaria.

Mientras que las enfermeras situadas a la izquierda de la fotografía están cortando el tejido de las vendas, las que aparecen a la derecha lo embalan en cajas que, probablemente, serían distribuidas entre los hospitales de la retaguardia, los puestos de socorro e, incluso, entre los mismos soldados que estaban obligados a llevar consigo un paquete de primeros auxilios. La provisión de vendas era algo que cobró tanta trascendencia, que los servicios médicos de los aliados crearon una escuadra de perros-ambulancia encargados de facilitar este material entre los heridos en lugares de difícil acceso [COHEN, 2014, p.30].



Figura 2. Viena. Hospital Universitario, Enfermeras trabajando en el alemacén de vendas. (*Photothèque du CICR*).

Aunque podamos pensar que una venda no tiene historia, las transformaciones que experimentó el uso de este material durante la Gran Guerra nos muestran todo lo contrario. Por ejemplo, una de las habilidades que debían aprender las voluntarias era la esterilización del material sanitario; un procedimiento al que no se había dado importancia en guerras anteriores. También se crearon nuevos tipos de vendajes como la *tulle gras lumière*, compresas estériles humedecidas en una disolución desinfectante que favorecía la cicatrización de las heridas [SCALES, 1963, p. 84].

Además, la falta de algodón y lino obligó a que empresas como la norteamericana Kimberly Clark investigaran la posibilidad de fabricar vendas con otro tipo de materiales más absorbentes como la celulosa. A pesar de que las primeras compresas fuesen ideadas para curar las heridas de los soldados, este tipo de material pronto llamaría la atención de las enfermeras por su utilidad para la higiene femenina. Una vez terminado el conflicto, Kimberly Clark lanzó la primera campaña anunciando las compresas *kotex* como un producto destinado a mejorar el confort de la mujer durante la menstruación [HEINRICH Y BATCHELOR, 2005, pp. 37-68].

Como hemos podido comprobar, incluso algo tan anodino como una venda tiene una historia que, además, guarda estrechas relaciones con la Primera Guerra Mundial. En este contexto histórico, la producción en masa de material sanitario así como su posterior utilización en los puestos de socorro y los hospitales de campaña, conllevó el establecimiento de una serie de procedimientos para su correcta distribución y uso.

4. TRENES-HOSPITAL

La siguiente fotografía [Figura 3] plantea otro de los temas recurrentes de esta guerra: la representación de los espacios donde las enfermeras dispensaban sus cuidados. Las enfermeras no sólo fueron fotografiadas en los hospitales de campaña, sino junto a los trenes que transportaban a los soldados heridos a los hospitales de la retaguardia. Estas enfermeras, que eran comúnmente conocidas como enfermeras de estación, solían ser fotografiadas esperando en el andén para ofrecer sus cuidados, distribuir comida o esbozar una sonrisa que sirviese de apoyo moral a los soldados que debían continuar la travesía.

Aunque los trenes ya habían sido utilizados para evacuar a los heridos durante la Guerra de Crimea, la Guerra Civil Americana y la Guerra Franco-Prusiana, entonces se diferenciaban poco de un medio para transportar mercancías. Sin embargo, durante la Gran Guerra se transformaron en auténticas instalaciones sanitarias. Los trenes más modernos, que fueron organizados en su mayoría por los servicios militares británicos para repatriar a los heridos en el frente occidental, fueron equipados para que sus vagones funcionasen como salas de operaciones [COHEN, 2014, p. 42].

Estos trenes-hospital tenían frecuentemente conexiones con otro tipo de instalaciones móviles: los barcos o ambulancias flotantes, un medio de transporte con mejor ventilación pero que, tampoco estaba exento del peligro que suponían los ataques en alta mar[3]. El perfeccionamiento de las instalaciones médicas móviles, donde las voluntarias jugaron un papel decisivo atendiendo a los pacientes más graves, mostraba el impacto de la dimensión internacional de este conflicto en la regulación de procedimientos estandarizados para evacuar a los heridos.

[3] Véase la misión humanitaria liderada por la Cruz roja japonesa en DANIELS [2005, p. 224].



Figura 3. Alemania. Frente oeste. Tren sanitario para el transporte de heridos
(*Photothèque du CICR*)

5. CONCLUSIONES

Tras haber realizado este estudio sobre la cultura visual de la Gran Guerra, podemos concluir que las voluntarias de la Cruz roja posaron orgullosas atendiendo a los soldados en los puestos de socorro, fabricando vendas en los hospitales así como ofreciendo cuidados a los heridos que viajaban en los trenes del frente occidental. De una parte, estas fotografías nos han permitido examinar esta guerra desde una perspectiva de género reconstruyendo una narrativa alternativa a la protagonizada por el soldado basada en las prácticas, objetos y espacios que se relacionaron con la figura de la enfermera. De otro lado, nos han aportado un material excepcional para valorar la historia de la enfermería no sólo como una profesión que ha sido gradualmente introducida en los hospitales, sino como un conjunto de prácticas que se han ido transformando como respuesta a los desafíos planteados por las guerras modernas.

En el caso de la Primera Guerra Mundial, las representaciones de los cuidados que se barajaban en estas fotografías no sólo muestran una cierta estandarización de las prácticas sanitarias sino también, el valor propagandístico de estas imágenes cuando eran utilizadas para poner de manifiesto la superioridad de cada país beligerante frente al enemigo. La promoción de una imagen positiva de la enfermera hacía parte de la campaña lanzada por organizaciones humanitarias como la Cruz Roja para reclutar a nuevas voluntarias. Aunque el objetivo de este tipo de organizaciones se hubiera fijado en humanizar la guerra, lo cierto es que se convirtieron en un símbolo de patriotismo que contribuyó de manera decisiva a la movilización total de la sociedad acelerando su militarización progresiva [HUTCHINSON, 1996, p. 6].

Este proceso de militarización de la sociedad se ponía de manifiesto en las fotografías que retrataron a las enfermeras voluntarias durante la Gran Guerra porque mostraban hasta qué punto este conflicto había sido una ocasión única para que las mujeres demostraran su compromiso con la nación. Las enfermeras no dudaron en posar orgullosas frente a las cámaras convirtiéndose, de esta manera, en las protagonistas femeninas de una guerra que, en un principio, parecía haberles

prometido su emancipación pero que, poco a poco, les mostró que sólo se había tratado de un espejismo más en la historia de las mujeres europeas [WOLF, 2006].

BIBLIOGRAFÍA

BERNARD, M. (2002) "Les infirmières dans les premiers temps de la guerre de 1914-1918". *Histoire des sciences médicales, 36(4)*, 409-421.

BRITTAIN, V. (2005) *Testament of Youth. An Autobiographical Study of the Years 1900-1925*, New York, Penguin.

COHEN, S. (2014) *Medical Services in the First World War*. Oxford, New York, Shire Publications.

DANIELS, G. (2005) "Humanitarianism or Politics?: Japanese Red Cross Nurses in Britain". En: H. Tomida y G. Daniels (eds.) *Japanese women: emerging from subservience, 1868- 1945*. Kent. Global Oriental, 222-231.

DARROW, M. H. (1996) "French Volunteer Nursing and the Myth of the War Experience in the WWI", *The American Historical Review, 101(1)*, 80-106.

DAUDET, L. (1918) *La Guerre Totale*. Paris, Nouvelle Librairie Nationale.

DIXON VUIC, K. (2013) "Wartime Nursing and Power". En: P. D'Antonio, J. A. Fairman y J. C. Whelan (eds.) *Routledge Handbook on the Global History of Nursing.* New York, Routledge, 22-34.

FELL, A. S. Y HALLET, CH. E. (2013) *First World War Nursing. New Perspectives*. New York, Routledge.

GILBERT, S. M. (1983) "Soldier's Heart: Literary Men, Literary Women, and the Great War". *Signs: Journal of Women in Culture and Society*, *8(3)*, 422-450.

HEINRICH, T. Y BATCHELOR, B. (2004) *Kotex, Kleenex, Huggies: Kimberly-Clark and the Consumer Revolution in American Business*. Columbus, Ohio University Press.

HOUWELING, L. (2004) "Image, Function, and Style". *The American Journal of Nursing, 104(4),* 40-48.

HUTCHINSON, J. F. (1996) *Champion of Charity. War and the rise of the Red Cross*. Colorado, Westview Press.

LAWRENCE, D. H. (1915) "Eloi, Eloi, Lama Sabachtani?", *Egoist*, 75-76.

MOSSE, G. (1986) "Two World Wars and the Myth of the War Experience". *Journal of Contemporary History, 21(4)*, 491-513.

NIGHTINGALE, F. (2009) *Florence Nightingale: Collected Works of Florence Nightingale*. Waterloo, Ontario, Wilfried Laurier University Press.

SELLMAN, D. "The virtues in the moral education of nurses: Florence Nightingale revisited". *Nursing Ethics 4(1)*, 3-11.

SCALES, J. T. (1963) "Wound Healing and Dressing". *British Journal of Industrial Medicine, 20(2),* 82-94.

SPRAGLEY, F. Y FRANCIS, K. (2005) "Nursing uniforms: Professional symbol or outdated relic?". *Nursing Management 37(10)*, 55-58.

SUMMERS, A. (1998) *Angels and Citizens British Women as Military Nurses, 1854-1914*. London and New York, Routledge and Kegan & Paul.

WOLF, V. (2006) *Three Guineas*, Orlando, Harcourt. First Published 1938.

GONZÁLEZ REDONDO, F. A. (coord.) (2015) *Ciencia y Técnica entre la Paz y la Guerra. 1714, 1814, 1914*. Madrid, SEHCYT, pp. 1027-1033.

DE LA *SPA* A LOS FOTÓGRAFOS AMATEUR LA CÁMARA COMO INSTRUMENTO DE APROPIACIÓN DE LA GUERRA

Beatriz Pichel Pérez[(1)]

(1) PHRC, de Montfort University, Leicester, UK, beatriz.pichel@dmu.ac.uk

Resumen

La Gran Guerra conllevó transformaciones políticas, sociales y tecnológicas que afectaron el desarrollo posterior de los conflictos en Europa. Sin embargo, no todas las novedades tecnológicas se relacionaron con el armamento. En esta comunicación se examinará precisamente el impacto que tuvo la guerra en el avance de una tecnología relativamente nueva entonces, la fotografía, y cómo estas prácticas fotográficas permitieron diferentes experiencias de la guerra entre la población.

Con este propósito, esta presentación analizará los diferentes usos militares y civiles de la fotografía en Francia, concentrándose principalmente en dos colectivos: la *section photographique de l'armée* (SPA), un servicio militar fotográfico constituido en 1915 para realizar las imágenes oficiales de la guerra, y los fotógrafos amateur, soldados y oficiales equipados con sus propias cámaras en el frente y zonas del interior. En ambos casos se examinará la manera en que la propaganda se sirvió de la fotografía para construir y diseminar su mensaje. En particular, se analizará cómo los servicios militares trataron de controlas las prácticas fotografías, y cómo éstas penetraron en la población civil, que finalmente se apropió de ellas.

De esta manera, esta comunicación mostrará que la fotografía se convirtió en una tecnología fundamental para la población francesa durante la guerra, no sólo porque las imágenes permitieron *ver* qué pasaba en otras zonas lejanas, sino sobre todo porque los diferentes usos de las fotografías y las cámaras les permitieron apropiarse del conflicto e integrarlo, como muestran algunos álbumes amateur, en su memoria familiar.

Palabras clave: Primera Guerra Mundial, fotografía, propaganda

FROM THE SPA TO THE AMATEUR PHOTOGRAPHERS THE CAMERA AS A TECHNOLOGY OF WAR'S APPROPRIATION

Abstract

The Great War led to political, social and technological transformations that affected the development of late conflicts in Europe. But not all transformations were related to weaponry. This paper will examine the impact that the war had in the improvement of the relatively new technology of photography, and the ways in which photographic practices framed different war experiences.

With this aim in mind, this paper will analysis several military and civil uses of photography in France, focusing on the two main collectives: the section photographique de l'armée, the military photographic service created in 1915 with the purpose of taken official images of the war, and the amateur photographers, which were soldiers and officers who brought their own cameras to the front. In both cases, this paper will examine the ways in which the military propaganda used photography to

build and disseminate its messages. In particular, the focus of the analysis will be on how military services tried to control photographic practices, and how these practices penetrated into the civil society, who appropriated them.

In this way, this paper will show that photography became a key technology for the French population during the war not only because photographs allowed the population to see what was happening. Above all, photography became essential because the uses of photographs and cameras allowed the appropriation of the conflict and its integration into family memory by means of the albums.

Keywords: First World War, photography, propaganda

1. INTRODUCCIÓN

Cuando pensamos en una guerra fotogénica, una guerra que haya sido cubierta por el fotoperiodismo en el sentido moderno, solemos pensar en la Guerra Civil española, o en la Segunda Guerra Mundial [BROTHERS, 1996; SONTAG, 2003]. Sin embargo, como se verá más adelante, las imágenes, ya fueran éstas fotografías, posters, ilustraciones, postales o incluso filmes, también jugaron un papel fundamental durante la Gran Guerra. Esta presentación se centrará precisamente en la producción fotográfica relacionada con la guerra que se realizó en Francia entre 1914 y 1918. El objetivo es demostrar que la fotografía adquirió una gran importancia no sólo por la omnipresencia de sus imágenes, sino especialmente por las prácticas que puso en marcha.

A través de un análisis visual y material de la fotografía [EDWARDS AND HART, 2004; EDWARDS, 2012], esta presentación pretende ofrecer una nueva perspectiva para examinar la influencia de las relaciones entre la tecnología y la guerra en la población francesa. En particular, se argumentará que la fotografía se convirtió en una tecnología esencial en la apropiación estatal y personal de la guerra.

2. LA SECTION PHOTOGRAPHIQUE DE L'ARMÉE

En agosto de 1914, Francia contaba con una extensa tradición fotográfica. No sólo se habían abierto multitud de estudios fotográficos en las principales ciudades y se habían creado agencias de prensa, sino que también se habían formado un sindicato, e incluso servicios fotográficos que dependían del Estado, como el llamado Servicio de Monumentos Históricos, encargado de fotografiar el patrimonio francés [AUDUC, 2008]. Este uso político de la fotografía no fue algo anecdótico, como ha mostrado Donald English [1981], sino una constante a lo largo de la Tercera República.

A pesar de esta tradición, cuando estalló la guerra en 1914 apenas había fotógrafos que la retrataran. Sólo algunas agencias de prensa obtuvieron permisos para fotografiar ciertas zonas en guerra, aunque sin acercarse demasiado a las zonas de combate. Este hecho no se interpretó como un problema hasta marzo de 1915, cuando Théophile Delcassé, ministro de asuntos exteriores, envió una carta a Albert Dalimer, su homólogo en Bellas Artes, a propósito de unas fotografías tomadas precisamente por el Servicio de Monumentos Históricos que documentaban los daños ocasionados a ciertos monumentos artísticos. En ella, solicitaba "extender esta investigación fotográfica…para recopilar reproducciones de escenas de las devastaciones de guerra."[1] La razón que argüía era que "los servicios de propaganda de mi ministerio, nuestros agentes y amigos en el extranjero, nos piden constantemente que les entreguemos documentos fotográficos sobre la guerra y especialmente sobre las devastaciones artísticas". La misiva continuaba diciendo que se consideraba "deseable la

[1] Rapport Jaillet, "Lettre de Delcassé à Dalimier", 10 mars 1915, 21. BDIC-MHC.

publicación o la exposición de dichos documentos para actuar sobre la opinión de los neutrales."[2] Como ellos mismos reconocían, este preocupación surgió porque Alemania ya estaba enviando fotografías para acusar a los franceses, gracias a la creación de un organismo de prensa específico para ello. De esta manera, la batalla ideológica pasó, en pocos meses, a librarse en las imágenes.

El resultado de este intercambio postal fue la creación de la Section photographique de l'armée (SPA en adelante), dependiente del Ministerio de asuntos exteriores, el Ministerio de la guerra y el Ministerio de Bellas Artes. Fue precisamente el modo como se creó la SPA lo que determinó tanto sus funciones como el tipo de producción fotográfica que generó.

En primer lugar, la SPA se constituyó como un servicio fotográfico estatal, dependiente del gobierno y centralizado. Todo su personal debía ser militar, aunque sólo podían ser fotógrafos u operarios en el laboratorio los hombres que no fueran aptos para el servicio militar, lo que llevó a la contratación de mujeres para las salas de revelado y las oficinas. La integración de la SPA con la Section cinématographique de l'armée (SCA), también creada en 1915, potenció el carácter centralizador de este organismo, ya que la creación de la Section photographique et cinématographique de l'armée (SPCA) en 1917 significaba unificar los relatos que se estaban contando en el cine y la fotografía. De ahí que muchas veces se enviaran tanto operadores de cine como de fotografía a cubrir los mismos eventos [LEVITCH, 2008, p. 54). De esta manera, se intentaba garantizar un relato monolítico sobre la guerra.

En segundo lugar, las razones esgrimidas para su fundación (principalmente, enviar fotografías a los países neutrales) determinó las funciones de la SPA. En 1915 se decidió que los fotógrafos debían retratar todo lo que fuera interesante:

> 1º Desde el punto de vista histórico (destrucción, ruinas)
> 2º Desde el punto de vista de la propaganda por la imagen en los países neutrales
> 3º desde el punto de vista de las operaciones militares para la constitución de los archivos documentales del Ministerio de la guerra.[3]

Según esta enumeración, y a pesar de la carta inicial, la propaganda no fue el único objetivo de la fotografía oficial. Igual de importante era constituir unos archivos de la guerra que fueran adecuados, es decir, que incluyeran todos los aspectos importantes relacionados con la guerra, como infraestructuras, armamento, la vida del soldado, los equipos sanitarios, y las regiones devastadas, así como la destrucción del patrimonio artístico francés, de modo que el futuro historiador pudiera encontrar en ellos información precisa acerca de los sucesos de la guerra.

Podría parecer que ambos objetivos son contradictorios. Sin embargo, la propaganda y el archivo fueron compatibles porque, en Francia, el término "propaganda" fue empleado de manera ambigua. Los historiadores Stéphane Audoin-Rouzeau y Annette Becker hablan de una "propaganda horizontal" [2000, p. 31], puesto que los mensajes transmitidos desde las autoridades militares y gubernamentales fueron rápidamente asumidos por la población, que los reprodujo en sus prácticas. Esta horizontalidad fue posible porque la propaganda se sirvió del apoyo existente de la población para dar forma a su discurso nacionalista y belicista. En este sentido, la propaganda fue más bien la presentación únicamente de información veraz que fuera favorable a los intereses de Francia. De hecho, en documentos internos, la expresión "propaganda por la imagen" se sustituía por "información por la imagen" [RAPPORT JAILLET].

El principal problema al que se enfrentó esta "propaganda por la imagen" fue la multiplicidad de significados que podían tener las fotografías. De ahí que una de las estrategias que utilizó la SPA fue la adaptación de los mensajes a los distintos públicos que los recibirían. Por ejemplo, mientras que a

[2] "Lettre de Delcassé à Dalimier", 21.
[3] Note n. 3527, 9 mai 1915, Médiathèque de l'Architecture et du Patrimoine.

la población francesa se le debía mostrar imágenes de la vida apacible en campaña para tranquilizar a las familias y asegurarles de que se encontraban en buenas condiciones, estas imágenes no podían ser enviadas al exterior, ya que, según reconocían las propias autoridades militares, esta actitud "no estaba exenta de crítica desde el punto de vista militar."[4] Lo mismo ocurría en el caso de las fotografías que mostraran soldados coloniales, ya que su presencia podía ser exagerada en el exterior, lo que minaría la imagen del ejército francés, pues en ese contexto se interpretaba como una señal de debilidad.

Otro de los mecanismos para contrarrestar esta ambigüedad de las imágenes fue la reproducción de las fotografías en diferentes objetos y formatos con el objetivo de que fuera el contexto en el que se reproducían la clave para interpretar su significado. Así, además de fotografías sueltas que se enviaban semanalmente a diplomáticos y personas relacionadas con el gobierno en España, Suiza y Estados Unidos, se organizaron exposiciones fotográficas itinerantes tanto en el exterior como en el interior de Francia, se editaron álbumes fotográficos dedicados a batallas como *La bataille de Champagne* (1915) o coleccionables como *La Guerre* (1916/ 1917), se lanzaron periódicos exclusivos para ciertas zonas, como *Latinoamérica* o *Panorama*, se enviaron cartas postales e incluso marcapáginas [RAPPORT JAILLET]. Esta diversidad de medios es interesante no sólo porque permite analizar qué nociones se querían transmitir a los distintos grupos, sino también porque muestra que fueron las fotografías en tanto objetos las encargadas de transmitir esos mensajes. Aunque en todas las fotografías subyacía una idea patriótica, los mecanismos a través de los cuales ésta se constituía y transmitía eran diferentes si, por ejemplo, las fotografías estaban impresas en revistas que alternaban texto e imagen o formaban parte de una exposición en un liceo francés. Mientras que a las primeras se les otorgaba un valor informativo, las segundas tenían un valor pedagógico.

Es interesante analizar este tipo de propaganda porque es un claro ejemplo no sólo de la incapacidad estatal de fijar en las imágenes fotográficas unos significados únicos, sino también de las posibilidades que ofrecía la fotografía como medio. Así, esta diversidad de medios materiales no sólo buscaba hacer omnipresentes las imágenes creadas por la SPA, sino también controlar sus significados. Es en este punto donde más claramente puede verse la fotografía como una tecnología estatal de apropiación de la guerra. Sin embargo, este proyecto no pudo realizarse completamente, ya que además de controlar los significados de las imágenes, la SPA tendría que haber controlado también su producción.

El único documento al respecto que se conserva es la "Instruction relative au choix des Films et clichés", elaborado por el Bureau des Informations à la Presse el 1 de noviembre de 1915, meses después de la creación de la SPA. Esta nota trataba de determinar el tipo de vistas que se debían tomar para cumplir cada uno de los objetivos, aunque no pasó de consideraciones generales. Por ejemplo, para las escenas de propaganda, recomendaba "multiplicar los desfiles de todos los ejércitos, en particular de la artillería, las agrupaciones, las manifestaciones de infantería… que dan la impresión de fuerza material". Del mismo modo, prohibía tomar fotografías que pudieran servir a los intereses del enemigo, por ejemplo dando referencias sobre lugares de ataque o estrategias, pero no especificaba qué sujetos en concreto debían quedar fuera de la representación, o qué perspectivas se deberían evitar [BLONDET-BISCH, 2001].

Los fotógrafos de la SPA siguieron este tipo de recomendaciones, pero, dada su falta de especificidad, fueron ellos los que debían decidir en cada caso si la vista que querían tomar sería aceptable o no, si cumpliría las expectativas o no. En estas decisiones pesaban también otros dos factores: la censura y el equipo fotográfico.

[4] Bureau des Informations à la Presse, "Instruction relative au choix des films ou clichés", Médiathèque de l'Architecture et du Patrimoine.

Todas las fotografías debían pasar por la censura, que determinaría si esa imagen podía ser publicada o no. Sin embargo, los criterios que seguía eran, de nuevo, imprecisos [BEURIER, 2008]. Además, que una fotografía fuera censurada significaba que no podía ser mostrada públicamente, pero eso no impedía que no terminara formando parte de los archivos. De hecho, actualmente se conservan multitud de fotografías que llevan esta inscripción, por ejemplo, la mayoría de cadáveres franceses. Por lo tanto, los fotógrafos de la SPA tendían a evitar sujetos censurables, pero la descoordinación e imprecisión de la censura, junto al objetivo histórico de la fotografía, hicieron que ésta no fuera un factor totalmente determinante.

Más influyentes fueron seguramente las condiciones materiales en las que trabajaban los fotógrafos. Por un lado, los fotógrafos eran enviados a determinadas zonas según su interés militar o político, y una vez allí quedaban bajo mando del general a cargo de esa sección, que debería indicarles qué era lo más significativo del área. Por tanto, los fotógrafos no eran libres para ir por el frente, pero la guía militar tampoco fue efectiva. Por otro lado, esta capacidad de movimiento también estaba limitada por el material que usaban. La SPA no adquirió cámaras compactas como las Kodak a pesar de que ya se encontraban en el mercado a precios muy asequibles. Por el contrario, tanto las facturas conservadas, como las fotografías, muestran que siempre se trabajó con cámaras grandes que usaban placas de cristal, como la Gaumont Spido, seguramente porque aseguraban una calidad de imagen mayor que el carrete. Aunque este tipo de cámaras ya estaban diseñadas para su uso exterior y no necesitaban de la ayuda de trípodes, como puede verse en este autorretrato del fotógrafo y cineasta Samama-Chikli, se trataba todavía de un material pesado que rondaba los 2kg. Además, los fotógrafos debían cargar también con las placas, lo que añadía más peso.

Estas cámaras influyeron en el tipo de imágenes que se podían tomar. Por ejemplo, con ellas era difícil hacer fotografías instantáneas no preparadas, aunque eran perfectas para los paisajes. Pero además permiten entender mejor qué estaba en juego con la fotografía, ya que prácticamente todo el material empleado era francés. Sólo se conserva una factura de una cámara fabricada en Alemania, una Goerz Anschutz, que fue comprada a un particular. El resto de cámaras, placas y material de laboratorio era francés, algo comprensible ya que con ello se pretendía estimular la economía nacional. Sin embargo, en ese momento los líderes del mercado fotográfico eran Alemania e Inglaterra. Es decir, la SPA prefería utilizar producto nacional aunque ello significara una merma potencial en la calidad de la imagen. Este dato es muy clarificador sobre el papel que cumplió la SPA. Casi más importante que las imágenes en sí mismas era que el Estado ejerciera el control sobre las prácticas fotográficas, sobre sus medios y su distribución. La manera que encontró el Estado francés de apropiarse de la guerra, es decir, de mostrarla a través de los elementos y significados que las autoridades militares y gubernamentales querían, no fue tanto a través de las imágenes, cuyos significados eran incontrolables, sino a través de las posibilidades que ofrecía la fotografía en tanto tecnología.

3. LA FOTOGRAFÍA AMATEUR

La SPA, por tanto, fue un instrumento estatal esencial en su propaganda. Una de las mejores maneras de determinar hasta qué punto esas ideas fueron asumidas por la población es examinar la producción fotográfica amateur, es decir, la que realizaron militares y civiles al margen de la SPA y las agencias de prensa. Por tanto, el término “amateur” aquí no indica una carencia de conocimiento, sino de profesionalización durante la guerra. En esta segunda parte se examinarán tanto las diferencias como las similitudes entre esta producción y la realizada por la SPA, tanto en términos visuales como materiales. Esta comparación permitirá esbozar un análisis del uso de la fotografía durante la guerra en toda su complejidad.

Este tipo de fotografía estuvo bastante extendido durante la guerra, aunque oficialmente no estuviera permitido. En aras del control sobre la fotografía, en 1916 se decretó que quedaba prohibido, "en la zona de primera línea y en la zona de etapas, llevar o usar una cámara fotográfica a toda persona civil o militar no provista de autorización del comandante general del ejército", así como revelar material fotográfico en las regiones cercanas al frente o intercambiar fotografías que llevaran información útil al enemigo [LINSOLAS, 2004]. A pesar de esta prohibición, se siguieron tomando fotografías, seguramente porque eran los propios encargados de hacer cumplir esta normativa los que tenían las cámaras [DESBOIS, 1989].

A diferencia de los fotógrafos de la SPA, los aficionados llevaban cámaras compactas como la Kodak Box o la Kodak Vest Pocket. De hecho, ésta última se anunciaba en Francia como "La Kodak del soldado", ya que se podía plegar y guardar en un bolsillo, lo que la hacía especialmente apta para llevarla al frente. Estas cámaras que usaban carrete no proporcionaban imágenes tan definidas como las placas de cristal, y la calidad al imprimirlas en papel solía ser también peor, pero no requerían conocimientos técnicos y concedían más libertad al fotógrafo. A pesar de que, precisamente por su ligereza, al principio costaba encuadrar, cualquier aficionado podía aprender de manera más o menos rápida.

Estas especificidades técnicas de las cámaras compactas determinaron en buena parte no sólo el tipo de fotos que se hicieron con ellas, sino sobre todo el uso que se le dio a la fotografía en el frente. Por un lado, cámaras como la Vest Pocket posibilitaron los *snapshots*, los disparos rápidos sin preparación previa, gracias a la simplicidad de su objetivo. De esta manera, la relación entre el fotógrafo y la persona fotografía cambió, ya que no era necesario un tiempo de espera para organizar una pose. Ahora las fotografías podían ser espontáneas, lo que permitió retratar los momentos de mayor complicidad. En este sentido, muchos fotógrafos utilizaron la fotografía para afianzar, en cierta manera, sus relaciones afectivas en el frente, no sólo posando con sus amigos sino, sobre todo, retratándoles en las actividades lúdicas que compartían.

Por otro lado, estas cámaras no sólo revolucionaron la manera de hacer fotos, sino también los usos de las fotografías. Los carretes podían ser enviados a las tiendas de fotografía para que los revelaran e imprimieran las copias en pequeño tamaño. Esta simplificación del procedimiento de revelado permitió que las fotografías se convirtieran en objetos fácilmente coleccionables e intercambiables. De esta manera, se fomentó tanto el intercambio de retratos a través de la correspondencia postal, como la elaboración de álbumes personales.

Fue precisamente el álbum, a través de las historias que formaba, el instrumento más personal de apropiación de la guerra. Como han señalado varios teóricos de la fotografía, el álbum, y en particular el álbum familiar, siempre tiene un elemento performativo, ya que es un material visual sobre el que se construyen y repiten relatos orales que se integran en el relato familiar [LANGFORD, 2001; HIRSCH, 1997). Este relato suele ser, de hecho, uno de los objetivos a la hora de realizar el álbum. Por tanto, en estos objetos no sólo puede encontrarse la experiencia que vivieron los soldados, sino sobre todo, sus expectativas: qué creían que la sociedad civil quería ver y saber. De ahí que las imágenes amateur no difieran demasiado de las imágenes de la SPA. Hay varios tópicos que se encuentran en ambas producciones, como las ruinas de ciudades y campos. Esto es interesante porque indica que los significados de esas imágenes propagandísticas fueron integrados a través de la resignificación que ofrece el álbum familiar.

4. CONCLUSIÓN

Por tanto, a pesar de los esfuerzos de la SPA por controlar la producción fotográfica, hemos visto que no sólo las imágenes podían ser interpretadas de maneras opuestas e incluso

contradictorias, sino que las propias prácticas nunca pudieron definirse del todo. Sin embargo, es cierto que se creó una cierta cultura visual compartida, en la que algunos elementos, como las ruinas, se convirtieron en símbolos del conflicto.

De ahí el interés de examinar no sólo las representaciones fotográficas sino también las prácticas y los materiales en este periodo, ya que nos dan una idea de cómo el Estado francés utilizó una tecnología como parte de su labor propagandística, y la manera en que la población francesa reaccionó a ella.

BIBLIOGRAFÍA

ADUOIN-ROUZEAU, S. Y BECKER, A. (2000) *14-18 Retrouver la guerre*. Paris, Gallimard.

AUDUC, A. (2008) *Quand les monuments construissaient la nation. Le service des monuments historiques de 1830 à 1940*. Paris, Comité d'histoire du ministère de la culture.

BEURIER, J. (2008) "Information, Censorship or Propaganda? The Illustrated French Press in the First World War". En: JONES, H., O'BRIEN, J. y SCHMIDT-SUPPRAN, Ch. *Untold War. New Perspectives in First World War Studies*, Brill, 293-324.

BLONDET-BISCH, TH. (2001) "Vues de France". En: Th. Blondet-Bisch *et al.* (ed.) *Voir, ne pas voir la guerre. Histoire des représentations photographiques de la guerre.* Paris, Somogy.

BROTHERS, C. (1996) *War and Photography. A Cultural History*. Oxon, Routledge.

DESBOIS, E. (1989) "La vie sur le front de la mort", *La Recherche photographique,* juin.

EDWARDS, E. (2012) "Objects of Affect: Photography Beyond the Image". *Annual Review of Anthropology*, 41, 221- 234.

EDWARDS, E., Y ARDT, J. (2004) *Photographs, Objects, Histories. On the Materiality of Photography*. London, Routledge, 2004.

ENGLISH, D. E. (1981) *Political Uses of Photography in the Third French Republic, 1870-1914*. London, Bowker Publishing Company.

HIRSCH, M. (1997) *Family Frames. Photography, Narrative and Postmemory*. Harvard, Harvard University Press.

LANGFORD, M. (2001) *Suspended Conversations. The Afterlife of Memory in Photographic Albums*. Montreal, McGill-Queen's University Press.

LEVITCH, M. (2008) "The Visual Culture of Modern Art: Photography, Posters and Soldiers' Art in World War I France", Ph.D., University of Pennsylvania.

LINSOLAS, J. M. (2004) "Photographie, un miroir du vrai?". En: A. Rassmussen y Ch. Prochasson (eds.) *Vrai et Faux dans la Grande Guerre*. Paris, La Découverte, 96-111.

SONTAG, S. (2003) *Regarding the Pain of Others*. New York, Farrar, Straus and Giroux.

ARCHIVOS

Rapport Jaillet, "Lettre de Delcassé à Dalimier", 10 mars 1915, 21. BDIC-MHC

Note n. 3527, 9 mai 1915, Médiathèque de l'Architecture et du Patrimoine

Bureau des Informations à la Presse, "Instruction relative au choix des films ou clichés", Médiathèque de l'Architecture et du Patrimoine

GONZÁLEZ REDONDO, F. A. (coord.) (2015) *Ciencia y Técnica entre la Paz y la Guerra. 1714, 1814, 1914*. Madrid, SEHCYT, pp. 1035-1042.

LA GRAN GUERRA Y LA INTERVENCIÓN HUMANITARIA: UN ESTUDIO ICONOGRÁFICO DE LA TARJETA POSTAL

Mª Teresa Miralles Sangro[(1)], Juana Mª Hernández Conesa[(2)], Enrique Maldonado Suarez[(3)]

(1) Universidad de Alcalá, Madrid, España, teresa.miralles@uah.es
(2) Universidad de Murcia, España, jhconesa@um.es
(3) Universidad Autónoma de Madrid, España, enrique.maldonado@um.es

Resumen

La Tarjeta Postal nace en 1869 como una modalidad de correo más económica que la carta. Sistema de comunicación a la vez escrito y visual, la Tarjeta Postal Ilustrada permite un acercamiento inmediato a la realidad captada en los personajes y escenarios envueltos en la Gran Guerra.

Nuestro objetivo es el análisis de las imágenes que representan escenas de intervención humanitaria en el contexto de la Primera Guerra Mundial, aplicándose sobre la colección de tarjetas seleccionadas el método de lectura de la imagen de Panofsky.

A modo de conclusión, señalar que parece que es la primera vez en, la historia de las guerras, en que la mujer está representada en una acción formal reglamentada.

También se advierte que los soldados heridos son atendidos por personal preparado, formado a tal efecto.

La relación entre los soldados heridos y la enfermera parece más de acercamiento espiritual que de actuación técnica.

La intervención sanitaria se concreta en una relación de alteridad entre soldados heridos y santuarios/enfermeras.

Palabras Clave: Primera Guerra Mundial, Análisis documental, Historia de la Tarjeta Postal. (Panofsky)

THE GREAT WAR AND HUMANITARIAN INTERVENTION: AN ICONOGRAPHIC STUDY OF THE POSTCARD

Abstract

The first postal card came into being in 1869 as a more economical means than letters for corresponding by mail. A way of communicating in both pictures and writing, the Picture Postcard made it possible to immediately bring home the reality captured in the people and scenes caught up in the Great War.

Our objective is to analyse the images depicting scenes of humanitarian intervention within the context of World War I by employing the Panofsky method for analysing the selected collection of postcards.

In conclusion, worthy of note is that this is the first time in the history of war that women are shown serving in the ranks.

Wounded soldiers are also seen being cared for by specially-trained medical personnel.

The relationship between the wounded soldiers and the nurses is symbolized within more of a spiritual sphere rather than as an act of performing a technical procedure.

Healthcare intervention is symbolized in a relationship alternating wounded soldiers and medics/nurses.

Key words: World War I. History of the Postcard. Panofsky.

1. INTRODUCCIÓN

La T*arjeta Postal* o T*arjeta de Correo* o *Postal* simplemente, nace como una modalidad de correo a mediados del siglo XIX y fue tal la genialidad del invento que ha permanecido inalterado hasta nuestros días. Se trata de una pieza de cartulina rígida o cartón fino (3–5 gr), con forma rectangular, que se crea con la idea de sustituir a la carta por otro medio de correspondencia más económico.

Su objetivo era la transmisión de un corto mensaje (no más de veinte palabras incluyendo la firma y dirección), de privacidad reducida puesto que circulaban al descubierto, sin sobre. La idea se atribuye a dos personajes austriacos Heinrich Von Stephan y no se concretó hasta que el de 2 de julio de 1869 [CARRERAS Y CANDI, 1903; y RIEGO, ALONSO LAZA, GONZÁLEZ RIANCHO Y TORCIDA, 1997].

Las primeras tarjetas postales fueron editadas por las administraciones oficiales de correos y llevaban impreso en el anverso, en el lugar donde correspondería adherir el sello, un diseño similar llamado *indicium*, con un valor facial específico, correspondiente al prepago de un servicio postal, lo que la convertía en entero postal[1] (edición oficial). En el anverso también se incluía un espacio lineado para escribir los datos del destinatario. El reverso aparecía completamente en blanco pues era el lugar reservado para escribir el mensaje.

En 1878 la Unión Postal Universal (UPU) acordó autorizar la circulación internacional de las Tarjetas Postales, ya que hasta entonces solamente podían circular en el interior de cada país, limitó su formato a 9x14 centímetros y permitió la edición privada de las mismas.

La UPU en 1905 acepta un nuevo diseño para la tarjeta postal. Se trata de dividir mediante una línea el anverso de la tarjeta en dos partes, reservándose el lado izquierdo para escribir la comunicación y utilizando el derecho para el nombre y la dirección del destinatario. De esta manera el reverso en su totalidad quedaba destinado a la imagen que así no se estropeaba con la escritura y además se apreciaban mejor los diseños al ser más grande y ocupar el total de la Tarjeta.

Con este nuevo diseño la tarjeta postal deja de ser únicamente elemento postal para incorporarse a la significación de documento, al incluir información explícita e implícita, legible, inteligible, analizable, histórica, artística, social y cultural. Desde los primeros años del siglo veinte, la tarjeta postal vive una época de gran prosperidad, convirtiéndose en el medio de comunicación más popular y vendiéndose millones de ellas por todo el mundo. Las ediciones se multiplican, las imágenes incluyen un amplio abanico temático, que abarca desde las vistas de paisajes y monumentos, a las escenas de la vida cotidiana, los trajes regionales, desnudos, fauna, flora, armas, inventos, mecánica, felicitaciones, propaganda, deportes, aviación, automoción, realeza, tauromaquia.

Una de las claves del éxito de la tarjeta postal y de la democratización de su posesión fue la variedad de canales de venta al público, éste fue un hecho que facilitaba su cercanía al consumidor: librerías, papelerías, quioscos, estancos, mercadillos “papel antiguo”, bazares… Por otro lado

[1] Véase PADIN [1990], donde se lee: “Entero postal es un documento producido por un ente de la Administración del Estado con capacidad legal para tal producción, puesto en circulación por éste o por particulares autorizados y de manera que el signo representativo del franqueo o del pago de un servicio postal específico y el espacio destinado bien a la dirección, bien al mensaje que se ha de transmitir o a su cubierta, constituyen una sola unidad material".

también contribuyeron a su gran celebridad, las aportaciones de los grandes artistas de la época (pintores, ilustradores, dibujantes, fotógrafos), así como el desarrollo del comercio, el auge del turismo, la publicidad y el apoyo de la industria impresora. Dentro de este apartado de la industria es de destacar que con la expansión del mundo de la fotografías se empezaron a incorporare imprimir, fotografías en las tarjetas postales [LÓPEZ HURTADO, 2013].

Cuestión preliminar a incluir en este primer apartado de preámbulos es el aspecto de la intervención humanitaria a la que se alude en el título de nuestra investigación. La intervención humanitaria tiene su origen en la aceptación del principio de que la vida humana no es posible sin la acción de sus cuidados, ya que para vivir y sobrevivir en este mundo es preciso cuidarse.

La primera experiencia como humanos que somos es *ser cuidados* [COLLIERE, 1993]. Al mismo tiempo, "El hombre por naturaleza es un ser político,… y social" [ARENDT, 1958] que en su relación con los demás congéneres toma conciencia de su individualidad y de su contexto. Si hacemos un recorrido, a grandes pasos, o mejor dicho saltos por la historia de la humanidad, comprendemos cómo desde la formación de los primeros grupos humanos organizados en tribus y aldeas, los humanos fueron conformando sus relaciones de acuerdo a valores morales de igualdad, amor, compasión, caridad y esto se fue impregnando en la sociedad. Pero no fue hasta el Renacimiento cuando la sociedad redacta el concepto de individualidad humana, y por primera vez se comprende y admite que todo ser humano es merecedor de respeto sin discriminación alguna. Los franceses, en 1789, promulgan la declaración de los Derechos del Hombre y del Ciudadano y, unos años más tarde, en 1791 el Congreso de los Estados Unidos aprobó la Carta de Derechos, donde se limitan los poderes del gobierno federal y se protegen los derechos de todos los ciudadanos, residentes y visitantes en territorio norteamericano.

Una vez que la sociedad, los hombres como grupo, reconocieron y tuvieron conciencia del concepto de *derechos humanos,* el paso siguiente fue la aceptación de un concepto con él relacionado, (esta redacción es como de colegio) el concepto de humanismo, definido por Hoffman y Weiss [2006] como "Toda actividad destinada a mejorar el bienestar de los seres humanos" y es precisamente en esta búsqueda por el bienestar humano donde surgen las acciones humanitarias. Una persona humanitaria es aquella "que se encuentra activamente trabajando en promover el bienestar humano" [WEISS Y COLLINS, 1966].

Las acciones humanitarias, ejercidas desde el ámbito internacional, no comienzan a manifestarse claramente hasta finales del siglo XVIII y principios del siglo XIX. Consistían principalmente en fuerzas armadas brindando servicios médicos. En 1864 y, a instancias de Henrí Dunant, doce gobiernos europeos firman la Convención de Ginebra, donde se funda la Cruz Roja Internacional. Desde nuestro parecer, se podría considerar como punto de partida del sistema humanitario moderno a la institución de la Cruz Roja, ya que fue esta institución la que redactó las primeras reglas de guerra[2] y consignó un marco jurídico donde se recogieron sus fines fundamentales que definían: La acción efectiva de socorro a los heridos, los vehículos y el personal sanitario que deberían ser considerados y respetados como neutrales y, por tanto, protegidos en los conflictos bélicos [CLEMENTE, 1966],

Durante la Gran Guerra el humanismo recientemente estrenado, se enfrentó a un gran reto, una nueva guerra completamente diferente a todas las anteriores, las del siglo pasado y además en la que se incluía a todos sin excepción. La Cruz Roja se vio obligada a demostrar que sus principios y reglas eran aplicables. De ser una autoridad moral pasa a ser una organización operacional [CÓZATL LÓPEZ, 2009].

[2] En el Primer Convenio de Ginebra se acordó: 1) Proteger a los militares heridos en campaña. 2) El carácter neutral y protección del personal sanitario y de los hospitales militares. 3) La adopción del emblema de la Cruz Roja sobre fondo blanco como símbolo protector. 4) El establecimiento de un comité permanente que se denominó "Comité Internacional de la Cruz Roja". 5) La promoción internacional de Sociedades de Socorro.

Cuando comenzó la Primera Guerra Mundial, en agosto de 1914, los soldados creyeron que terminaría rápido. Muchos pensaron que estarían de regreso en casa para Navidad. Sin embargo, la guerra duró cuatro años, del 28 de julio de 1914 al 11 de noviembre de 1918.

Durante todos estos años que duró la Gran Guerra, o Primera Guerra Mundial, el envío de la correspondencia, cartas y postales, que mantenían las tropas con sus familiares lejos de casa, llegó a constituir un acuciante problema, que en la mayoría de los casos los resultados del esfuerzo de gobiernos por adaptar los servicios de correos a la situación de guerra aliviaron. El problema era la cantidad de correo y la creciente distancia de sus hogares a la que se iban encontrando muchos combatientes tras la intervención en la guerra de los cinco continentes.

2. OBJETIVOS

Esta primera aproximación al tema nos permitió redactar el objetivo general:

- *Analizar e interpretar el discurso histórico en las imágenes que representan escenas de intervención humanitaria en el contexto de la Primera Guerra Mundial en las tarjetas postales*.

Este objetivo que se complementó con otros más precisos:

- Describir y analizar a los actores, representados en la tarjeta postal, que atienden al soldado herido.
- Explicar e interpretar testimonios de la relación entre soldado herido y quién lo atiende.
- Identificar manifestaciones del descubrimiento que el sanitario hace del “otro” en su ejercicio profesional.

3. METODOLOGÍA

La bibliografía consultada nos llevó a evidenciar distintos trabajos sobre el estudio de la tarjeta postal, en su mayoría dedicados al análisis de colecciones privadas de tarjetas postales, ya sean de particulares o de instituciones, cuyo resultado al no seguir una metodología que permita el análisis completo del documento, creemos se podrían englobar entre los estudios de catalogación o inventarios, es por esto que nos proponemos la investigación de las tarjetas postales de un periodo histórico concreto y desde la perspectiva de la intervención humanitaria mediante la metodología de Panosfky.

Nos decidimos por una unidad de análisis intencional, puesto que la finalidad del estudio es analítica y descriptiva de la cosmovisión cultural de la intervención humanitaria desde la explicación histórico-iconográfica de las tarjetas postales y la meta perseguida es el descubrimiento de nuevos conocimientos, por lo que nos será suficiente una muestra de 200 postales para alcanzar los objetivos.

En cuanto al método elegido para la investigación de las imágenes de las tarjetas postales, nos inclinamos por el método propuesto por Erwin Panofsky (1892-1968), el “método iconológico”, en cuyo análisis se distinguen tres momentos inseparables del acto interpretativo -o tres niveles de significación- de la obra: el Nivel Preiconográfico -lectura, reconocimiento y descripción de la obra basados tan solo en la práctica y la sensibilidad del observador-, el Nivel Iconográfico consistente en la interpretación del significado convencional en función del contenido temático y la tradición cultural y, finalmente, el Nivel Iconológico o interpretación del contenido intrínseco e inconsciente, la expresión de valores, ideas, etc. en función del género, la adecuación al contexto y la alegoría.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se tuvieron en cuenta para la investigación las particularidades que describen las características del conflicto bélico consideradas por Michael S. Neiberg [2006], este autor advierte que, durante la Gran Guerra, las ametralladoras aumentaron el poder de los fusiles y los gases venenosos fosfeno, cloro gaseosos, gas mostaza mataron más de 90.000 soldados y provocaron daños pulmonares a más de 1,3 millones de personas.

La capacidad de matar se ampliaba con las enfermedades y las epidemias, sobre todo: el tifus, que se ensañó con los ejércitos de Rusia y Austria [FERRO, 1997]. La desnutrición, el raquitismo, la tuberculosis, las secuelas físicas y psíquicas fueron los resultados aterradores de la guerra.

Durante toda la contienda los servicios sanitarios de los ejércitos, cuerpos de voluntarios y enfermeras desarrollaron una gran labor humanitaria con heridos, soldados, civiles y desplazados.

Lo habitual en las postales estudiadas fue la representación, no del momento exacto de la batalla, ya que se prohibió en los dos bandos la impresión de imágenes actuales, sino más bien lo que precede o lo que sigue: soldados yendo al campo de batalla o esperando el combate en las trincheras, cañones, armas, aviones, heridos, sanitarios, ambulancias, camillas,...

Aunque la guerra de trincheras y la utilización de ametralladoras ya se había utilizado con anterioridad, su utilización alcanzó su cenit durante la Primera Guerra Mundial, en la que una línea casi continua de trincheras en el frente occidental se extendía sobre 400 millas (1,61 km), de la frontera francesa junto con Suiza hasta la costa del Mar del Norte. La logística y el transporte moderno permitió a los gobiernos a sostener ejércitos de millones, y millones de hombres lucharon, sufrieron y murieron en las trincheras por una gran variedad de causas. La gran mayoría de las muertes militares no estaban relacionadas con el combate.

La revolución industrial permitió a ambos lados a producir artillería y municiones en masa en una escala que jamás se había visto y a transportarlos por barco y tren en cantidades inimaginables a los comandantes en conflictos previos. Las ametralladoras modernizadas aumentaron el poder de los fusiles. Por otro lado, mientras que las trincheras protegían un poco contra la fragmentación, los fragmentos grandes y puntiagudos de las cáscaras de los potentes explosivos, con gran letalidad que la bala de un rifle.

Las cáscaras de los explosivos potentes podían matar y mutilar sólo por los efectos de la contusión, y los incesantes bombardeos, a veces durante horas, causaron incalculables daños psicológicos a los veteranos de las guerras de trincheras.

El uso de gas venenoso fue una importante innovación militar de la Primera Guerra Mundial. Los gases utilizados iban desde el gas lacrimógeno a agentes incapacitantes como el gas mostaza y agentes letales como el fosgeno. La capacidad letal del gas era limitada, solo el 3% de las muertes en combate fueron debidas al gas, pero la proporción de bajas no letales fue alta, llegando el gas a ser uno de los factores más temidos entre los soldados. La muerte por gas era especialmente terrible.

De acuerdo con el *Death's Men* de Denis Winter [1978, 1999], una dosis letal de fosgeno producía al final una "respiración entrecortada y náuseas, el pulso hasta 120, una tez cenicienta y la secreción de 2 litros de líquido amarillo de los pulmones cada hora, de las 48 que duran los espasmos de ahogamiento" [HOWARD, 2003].

Para Sanchez Ron y Gonzalez Cutanda [2012], “es importante señalar que los alemanes no fueron los únicos en intentar utilizar gases con fines bélicos en los primeros compases de la guerra. La propia existencia de las mencionadas previsiones en la Convenciones de La Haya indica que la posibilidad de la guerra química ya se encontraba relativamente extendida a finales del siglo XIX”.

En publicaciones recientes, se advierte que en agosto de 1914 los franceses ya disponían de cartuchos de gases, preparados por los Cuerpos de Ingenieros franceses; más tarde (en marzo de 1915) utilizaron proyectiles que contenían un gas irritante, el bromoacetato de etilo. Por su parte, los

británicos habían efectuado algunas pruebas adoptando un gas "lacrímoso, el yodoacctato de etilo, al que designaban SK, ya que había sido descubierto en el Imperial College, en el barrio londinense de South Kensington" [SÁNCHEZ RON, 2005].

Un destino típico de los expuestos al gas era la ceguera, de la que eran principal causa el gas lacrimógeno y el gas mostaza. Resultó un espectáculo frecuente ver líneas de soldados cegados, con la mano sobre el hombro del hombre que lo precedía, guiados por un vidente hasta la enfermería.

En cuanto a los sanitarios representados, para la población inglesa, las mujeres con uniforme suponían una novedad en el 1914 y sin embargo, alrededor de ochenta mil de ellas sirvieron en las fuerzas armadas británicas, como no combatientes, durante la Primera Guerra Mundial. Esta incorporación de la mujer a la esfera social, aún dentro del marco del ejército, como personal sanitario cuidador, le permitió avanzar en su visibilidad hacia el desarrollo y la consolidación de la profesión enfermera tal como hoy la conocemos.

Durante la Primera Guerra Mundial la mayoría del tratamiento médico debía ocurrir en el frente jo terribles condiciones sanitarias. La penicilina y otros antibióticos eran desconocidos y un gran número de tropas pereció por las infecciones como gangrena como resultado de las heridas, incluso heridas abiertas en las piernas y brazos que serían tratadas con facilidad actualmente. Las heridas abdominales eran casi siempre letales.

Las Enfermeras atendieron a los soldados heridos: en los hospitales, a bordo de los trenes ambulancia, de los barcos hospitales y en las estaciones de compensación de víctimas [GOLDMAN, 1982]. A todos estos nuevos métodos de herir y matar se enfrentaron por primera vez las enfermeras y sanitarios.

Sobresale, por el número de tarjetas postales que aparecen en la muestra, el personaje de la enfermera Edith Cavell [ELKTON, 1979; GRANT, 1995; y GREY, 1960] tratado ampliamente por Lozano Cutanda quién relata que desde la ejecución del Duque D'Enghien por órdenes de Napoleón, ningún fusilamiento había causado en el mundo una impresión tan fuerte como el de la enfermera Edith Cavell. Hecho que se encuentra ampliamente refrendado en la cartofilia, donde se han catalogado al menos siete tarjetas postales sobre el tema.

Al ser invadida Bélgica, los alemanes ofrecieron a Edith Cavell, Directora del Hospital de la Cruz Roja en Bruselas, un salvoconducto para salir hacia Holanda junto con el resto de las enfermeras inglesas. Cavell y algunas de sus compañeras se negaron y permanecieron en el Hospital, donde comenzaron su tarea de cuidados y asistencia a los numerosos heridos que llegaban de los campos de batalla. Desde el Hospital Cavell ayudó a evadirse a varios soldados aliados lo que descubrieron los alemanas y la detuvieron.

Según el estudio del profesor Lozano Cutanda [2005], el Embajador español, Marqués de Villalobar, al igual que otras autoridades francesas, los representantes de la legación norteamericana y del Vaticano, realizaron numerosas gestiones por evitar la ejecución, pero los alemanes hicieron un juicio sumarísimo y fue condenada a muerte.

Edith Cavell demostró una gran entereza ante la ejecución que se avecinaba, finalmente el momento que iba a ser fusilada su resistencia se vino abajo, "cayendo al suelo, desvanecida, a unos veinte metros del paredón". El oficial alemán "desenfundó su revólver de ordenanza, puso su rodilla en tierra, apunto con calma y le disparó un tiro en la cabeza" [ANDRIESSEN, 2003].

Destaca la fuerza humana y material de los aliados y la derrota de los alemanes. Aunque también se identifica la utilización de la postal como propaganda [ANDRIESSEN, 2003] y, en estos casos, el sitio de la mujer y del soldado herido es primordial. El soldado está representado como un héroe arrostrando los peligros, vistiendo un uniforme flamante, limpio. Aparece tímidamente el color en las impresiones de las postales.

5. CONCLUSIONES

A modo de conclusión, podríamos señalar que parece que

1) Es la primera vez en la historia de las guerras, en que la mujer está representada en una acción formal reglamentada.
2) También se advierte que los soldados heridos son atendidos por personal preparado, formado a tal efecto.
3) La relación entre los soldados heridos y la enfermera parece más de acercamiento espiritual que de actuación técnica.
4) La intervención humanitaria se concreta en una relación de alteridad entre soldados heridos y santuarios/enfermeras.

BIBLIOGRAFÍA

ANDRIESSEN, J.H.J. (2003) *La primera Guerra mundial en imagines*. Madrid, Edimar.

CARRERAS Y CANDI, F. (1903) *Las tarjetas postales en España*. Barcelona, Editorial Altes.

ELKTON, J. (1979) *Edith Cavell, Heroic Nurse*. Nueva York, Messner.

GRANT, S. (1995) *Edith Cavell, 1865-1915*. Larks Press.

GREY, E. (1960) *Friend Within the Gates: The Story of Nurse Edith Cavell*. Dell Pub., Boston.

GUEVARA ESCOBAR, A (2012). *La necesidad de preservar el patrimonio cultural en formato tarjeta postal.* 5º.Congreso Mexicano de Tarjetas Postales. Oaxaca, México.

GONZÁLEZ RIANCHO, G. Y TORCIDA, J. A. (1997*) El coleccionismo de la tarjeta postal*. En: Riego, B. *et al*. *Santander en la tarjeta postal ilustrada (1897-1941): historia, coleccionismo y valor documental.* Santander: Fundación Marcelino Botín.

GONZANO CUTANDA, A. (2005) "Algunas gestiones de mediación del Marqués de Villalobar durante la I Guerra Mundial". *Espacio, Tiempo y Forma*. Series I-VII.

GUEREÑA, J. L. (2005*) Imagen y memoria: La tarjeta postal a finales del siglo XIX y principios del siglo XX.* En Berceo, nº 149, pp. 35-58.

HERNÁNDEZ CONESA, J.M. (2002) *Un estudio de la imagen fílmica de la enfermería durante la Primera Guerra Mundial.* Murcia, Diego Marín.

HISTORIA FILATÉLICA *Las primeras tarjetas postales*. Consultado el 7-06-2014. http://www.filaposta.com/glosario/tiki-index.php?page=tarjeta+postal

HOWARD, M. (2003) *La Primera Guerra Mundial*. Crítica, Barcelona.

LÓPEZ HURTADO, M. (2013) *La tarjeta postal como documento. Estudio de usuarios y propuesta de un modelo analítico. Aplicación a la colección de postales del Ateneo de Madrid*. Tesis doctoral dirigida por Juan Miguel Sánchez Vigil. Universidad Complutense de Madrid.

LOZANO CUTANDA, A. (2005*) "*Algunas gestiones de mediación del Marqués de Villalobar durante la Primera Guerra Mundial". *Espacio, Tiempo y Forma, Serie V, Historia Contemporánea*, t. 17, págs. 93-117.

PALA Y LAGUNA, F. (2003) *La tarjeta postal ilustra*da. En versión digital: http://www.dpz.es/turismo/cadiz-zaragoza/doc/pala.pdf Universidad Zaragoza.

PADIN VAAMONDE, F.J. (1990) *Enteros Postales de España (1873-1973)*. Madrid, Edición de la Dirección General de Correos y Telégrafos.

RIEGO AMÉZAGA, B. (2011) "Una revisión del valor cultural de la tarjeta postal ilustrada en el tiempo de las redes sociales". *Revista Científica de Cine y Fotografía,* nº 2. pp. 3-18.

RIPERT, A. Y FRERE, C. (1983) *La carte postale. Son histoire, sa fonction sociale*. Paris, CNRS Editions.

SÁNCHEZ RON, J.M. (2005) “Ciencia, científicos y guerra en el siglo XX. Algunas cuestiones ético-morales”. *Isegoría: Revista de filosofía moral y política*, 2.

SÁNCHEZ RON, J.M. Y ARTOLA GALLEGO, M. (2012) *Los pilares de la ciencia*. Madrid, Espasa.

WINTER, D. (1999) *Los hombres de la Muerte: soldados de la Gran Guerra*. Madrid, Penguin Books.

GONZÁLEZ REDONDO, F. A. (coord.) (2015) *Ciencia y Técnica entre la Paz y la Guerra. 1714, 1814, 1914*. Madrid, SEHCYT, pp. 1043-1050.

LA INTERVENCIÓN HUMANITARIA DURANTE LA GRAN GUERRA Y SU SIMBOLISMO EN EL CINE BÉLICO NORTEAMERICANO

Juana María Hernández Conesa[(1)], Mª Teresa Miralles Sangro[(2)], Enrique Maldonado Suárez[(3)]

(1) Universidad de Murcia, España, jhconesa@um.es
(2) Universidad de Alcalá, Madrid, España, teresa.miralles@uah.es
(3) Universidad Autónoma de Madrid, España, enrique.maldonado@um.es

Resumen

En esta investigación se plantea, como hipótesis, el análisis de los atributos simbólicos de la imagen de las personas que, durante la Gran Guerra, tuvieron una acción sanitaria- humanitaria. Se ha utilizado el método panofskyano, para el estudio de los documentos fílmicos. Para la obtención del material se han consultado las Bases de Datos: Internet Movie Database (IMBd), Filmaffinity y Turner Classic Movies, entre otras. Los resultados obtenidos nos informan que entre los años 1930 y 1950 se realizan 214 películas en todo el mundo que contienen la palabra clave: " World War One". Con todo, tan sólo Hernández Conesa y Gil Pérez han sometido, con anterioridad, la filmografía de la Primera Guerra Mundial al método de estudio panofskyano, por lo que la discusión se centra, en esencia, en artículos referidos a carteles desde la concepción de los estados que formaron parte de la "Entente" y fundamentalmente de la Cruz Roja. Las conclusiones nos informan que el cine Norteamericano, tras la contienda, se convierte en un "arte popular" que enmascara la realidad. Un cine ad hoc para una sociedad derrumbada. También el símbolo de la Cruz Roja es preeminente. La imagen del médico-hombre, incansable y vocacional, simboliza el "fracaso" ante la adversidad y la falta de medios. La mujer-enfermera aparece simbolizada como un "ángel salvador" bajo un lenguaje policromo que la eleva a la categoría de "luz divina". Sin obviar la excepción simbólica hecha a Edith Cavell, más terrenal, considerada la heroína de la Primera Guerra Mundial, fusilada por los alemanes por atender, cuidar y proteger a soldados prisioneros.

Palabras Clave: Primera Guerra Mundial. Cine. Derecho Humanitario.

HUMANITARIAN INTERVENTION DURING THE GREAT WAR AND ITS SYMBOLISM IN U.S. WAR FILMS

Abstract

The hypothesis set out in this research is that analysing the symbolic attributes involved in the way in which people involved in medical care-humanitarian measures during the Great War are depicted. The Panofsky method has been employed for studying the film documents. The material was obtained by querying the Databases including the Internet Movie Database (IMBd), Filmaffinity and Turner Classic Movies. The findings reveal a total of 214 films having been produced within the 1930-1950 era which include the “World War One” keyword. Nevertheless, solely Hernández Conesa and Gil Pérez subsequently employed the Panofsky method on these World War I films which were produced, the discussion therefore essentially revolving around articles regarding posters from the conception of the states having comprised the “Entente” and mainly the Red Cross. The conclusions

reveal U.S. filmmaking in the aftermath of World War I to have turned into a “crowd-pleasing art” covering up reality. *Ad hoc* filmmaking for a “down and out” society. The Red Cross symbol is also preeminent. The tireless, devoted, male medic image symbolizes “disaster” in the face of adversity and the lack of means. The female nurse is symbolized as a “lifesaving angel” in a polychromatic language elevating her to the “divine light” realm. Not to mention the symbolic exception made for the more down-to-earth Edith Cavell, considered the heroine of World War I, who was shot by a German firing squad for aiding, taking care of and protecting imprisoned soldiers.
Key words: World War I. Filmmaking. Humanitarian Law.

1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo pretende, mediante el estudio de la filmografía bélica norteamericana de los años 1930-1950, analizar la imagen que el cine atribuye a la acción humanitaria en el contexto de la Primera Guerra Mundial. Asimismo, se da cuenta y razón, en la presente investigación, de los vínculos de relación que se establecen entre los binomios: “hombre-médico” versus “mujer-enfermera”, al amparo de la Cruz Roja y del Primer Convenio de Ginebra.

El cine, además de un arte es un medio de comunicación, y por tanto, es necesario interpretar su humanitaria, la imagen de la enfermera es una de las representaciones que más aparecen en los fotogramas fílmicos y en la publicidad de la época estudiada. Según Amado Canillas [2006], el Séptimo Arte es “el espacio de los sueños y el mejor creador y perpetuador de estereotipos que luego son difícilmente modificables”, mensaje para descubrir qué es lo que nos quiere contar[1]. Del mismo modo, ha desempeñado un papel determinante en el desarrollo de clichés, estereotipos [MARTÍNEZ-SALANOVA, 2003], y en una amplia gama de modelado de todos aquellos asuntos que forman parte de la realidad histórica [SILES GONZÁLEZ, 2009].

2. HIPÓTESIS

Constatar, bajo los axiomas panofskyanos, la imagen de los personajes involucrados en acciones humanitarias en el cine bélico norteamericano de los años 1930-1950 está a cargo de la mujer-enfermera y de la Cruz Roja, amparadas ambas, por el Primer Convenio de Ginebra.

3. FUENTES UTILIZADAS

El material utilizado son los filmes, seleccionando aquellas películas realizadas en las décadas 30 y 40 del Siglo XX, y ambientadas durante la I Guerra Mundial (1914-1918), también llamada "La Gran Guerra", o que tienen como tema central dicho conflicto. Para ello, se han consultado las bases de datos: “Internet Movie Database (IMBd)”, “Filmaffinity”, “Turner Classic Movies”.

En el periodo estudiado, durante las dos décadas años 30 y 40, se realizaron 214 películas en todo el mundo que contienen la palabra clave “World War One”. Se seleccionaron las 17 siguientes:

ARCHAINBAUD, G. *After Tonight* [DVD]. Estados Unidos: RKO Radio Pictures; 1933.

[1] “En el cine, a lo largo de la historia, se han dado tres tipos de imágenes de la profesión que se han ido perpetuando: la enfermera abnegada y monjil, entregada a los demás con recompensa en la otra vida; la mujer ayudante del médico, probablemente enamorada o esposa de él; y el fetiche sexual, la mujer fatal vestida con cofia, minifalda y liguero capaz de cualquier cosa, buena o mala”. Amado Canillas, J. La Enfermería como expresión artística. En: Tercer Encuentro de la Asociación Española de Enfermería en Traumatología y Ortopedia (AEETO). Asturias: Impulso. Colegio de Enfermería del Principado de Asturias; 2006.

BARTON, C.; GASNIER, L.J. *The Last Outpost* [DVD]. Estados Unidos: Paramount Pictures; 1935.
BORZAGE, F. *A Farewell to Arms* [DVD]. Estados Unidos: Paramount Pictures; 1932.
BROWN, C. *The White Cliffs of Dover* [DVD]. Estados Unidos: Metro-Goldwyn-Mayer (MGM); 1944.
FITZMAURICE, J. *Mata Hari* [DVD]. Estados Unidos: Metro-Goldwyn-Mayer (MGM); 1931.
FLEMING, V. *The White Sister* [DVD]. Estados Unidos: Metro-Goldwyn-Mayer (MGM); 1933.
HAWKS, H. *The Road To Glory* [DVD]. Estados Unidos: Twentieth Century Fox Corporation; 1936.
HAWKS, H., Rosson, R. *Today We Live* [DVD]. Estados Unidos: Metro-Goldwyn-Mayer (MGM); 1933.
LEISEN, M. *To Each His Own* [DVD]. Estados Unidos: Paramount Pictures; 1946.
MILESTONE, L. *All Quiet on the Western Front* [DVD]. Estados Unidos: Universal Picture Video; 1930.
MORSE, T.O. *British Intelligence* [DVD]. Estados Unidos: Warner Bros. Picture; 1940.
RUBEN, J.W. *Ace of Aces* [DVD]. Estados Unidos: RKO Radio Pictures; 1933.
SELWYN, E. *War Nurse* [DVD]. Estados Unidos: Metro-Goldwyn-Mayer (MGM); 1930.
STEIN, P.L. *Born To Love* [DVD]. Estados Unidos: RKO Pathé Pictures; 1931.
SUTHERLAND, E. *Army Surgeon* [DVD]. Estados Unidos: RKO Radio Pictures; 1942.
VAN DYKE, W.S. *They Gave Him a Gun* [DVD]. Estados Unidos: Metro-Goldwyn- Mayer (MGM); 1937.
WILCOX H. *Nurse Edith Cavell* [DVD]. Estados Unidos: Imperadio Pictures Ltd.; 1939.

4. MÉTODO

Hemos recurrido a la iconografía, de la mano de Erwin Panofsky [2004], el principal artífice de lo que se conoce como método iconográfico o iconológico. Según García Ochoa [2005] "su obra se caracteriza por concederle especial importancia a la significación de las artes visuales y su conexión con la cultura de cada época. La iconografía o 'ciencia de las imágenes' se ocupa de cualquier manifestación figurativa en su acepción más amplia (temas, motivos, figuras, personificaciones, alegorías, etc.), determina su origen, y estudia su transmisión y transformaciones a lo largo del espacio-tiempo". El método panofskyano pretende desentrañar progresivamente el significado último de la obra de arte a través de tres niveles:

- El nivel preiconográfico es un estudio de la imagen que comprende su descripción detallada: es necesario un buen conocimiento de las formas que la componen, así como del léxico que nos sirve para darles nombre. Se centra en la identificación de formas y la organización visual del cuadro.
- El nivel iconográfico supone identificar las diferentes manifestaciones figurativas que han tenido una larga continuidad a lo largo de la historia de la iconografía, como la mitología griega o los emblemas. Establece repertorios formales y un estudio clasificatorio de la imagen a partir de su aspecto exterior y las asociaciones textuales que plantea.
- El nivel iconológico requiere de una aguda capacidad intuitiva por parte del investigador. Se propone estudiar el modo en que una cultura se representa a sí misma mediante la utilización simbólica de las imágenes.

Aunque Panofsky defiende la autonomía del cine como arte, lo hace con el apasionamiento del aficionado y la erudición del historiador del arte (establece constantemente comparaciones con obras, períodos y artistas). Quizás sea esta la causa de que sólo se apoye en su método iconológico de forma muy vaga.

García Ochoa [2005] plantea en su artículo “las diferencias entre el cine y las artes” a las que generalmente se enfrenta la iconología (que se pueden entresacar del artículo de Panofsky), porque con ello obtendremos una perspectiva sobre las limitaciones que plantea la aplicación de esta metodología al análisis fílmico.

Por un lado, el cine (como la fotografía) reproduce la realidad a través de un proceso mecánico-químico, es decir, el registro simbólico se ve enturbiado por la analogía de lo representado con su referente. En este punto resulta sustancial la teoría panofskyana, que entiende los mecanismos de la puesta en escena y del montaje como los configuradores del estilo y el contenido simbólico del film. Para el autor alemán, si el arte tradicional materializa la idea (parte de la mente del artista), el cine idealiza la materia (parte del registro fotográfico de la realidad que nos rodea).

Otro problema que nos encontramos es que mientras las imágenes tradicionalmente estudiadas por la historia del arte son estáticas, la imagen fílmica está en constante movimiento: como dicen los norteamericanos, es Motion Picture.

La última diferencia para García Ochoa [2005] es que el cine es un arte esencialmente narrativo: desde la “estética del cuadro” hasta la “versión clásica de Hollywood”, su lenguaje se ha ido configurando para graduar la atención del espectador sobre lo que se está contando en la pantalla”. Y García Ochoa [2005, p. 157] concluye que “el método iconológico aplicado al análisis del film posee una metodología no restrictiva abierta a diferentes propuestas de trabajo”.

Con los resultados obtenidos, se procederá a una discusión y a una conclusión final sobre la imagen y el tipo de conocimiento que se le atribuye a la “mujer-enfermera” de la Primera Guerra Mundial.

Panofsky [2000] hace hincapié en dos aspectos principales en los que se basa el medio cinematográfico. El primero de ellos es el aspecto social. En este sentido, para el autor, el cine nació como un medio de entretenimiento básicamente popular y aunque finalmente se convirtió en arte, nunca perdió esa dimensión popular que le caracterizó desde los comienzos.

El segundo aspecto es el estético. En esta dimensión, Panofsky entiende que dotar de movimiento a la imagen, es la base del cine. Asimismo, Panofsky nos ofrece en este ensayo una definición binaria del cine: la “dinamización del espacio” y la “espacialización del tiempo”. En esta definición se pone de manifiesto la interdependencia entre el espacio-tiempo.

Para Panofsky, el cine nació de una manera diferente a cómo habían surgido las otras artes. No fue la necesidad artística la que llevó al desarrollo de la técnica sino a la inversa. El descubrimiento de la técnica llevó de una manera natural al perfeccionamiento de un nuevo arte. Esto conduce a dos puntos importantes. El primer punto nos indica que el público, al principio, se interesó, no por el tema que iban a ver o la estética en sí misma, sino que se interesó por el hecho de poder ver las imágenes en movimiento. El segundo punto, sin embargo, nos revela que el cine fue desde sus inicios un arte “popular”.

Según Panofsky, las películas, el cine influye en las personas, tanto en sus comportamientos y conductas ideológicas y de mentalidad, como en cuestiones aparentemente más banales, como la moda. Cuando surgió el cine, éste impuso un lenguaje propio que pronto conoció el espectador. Por ejemplo, un bigote negro y un bastón llevaban detrás la figura del villano. Mujer vestida de blanco y generalmente con toca, una enfermera. Enfermera de la Cruz Roja.

En el ensayo panofskyano se advierte, además, su insistencia en relacionar cine y teatro. La ventaja de las películas, según su opinión, es que “tienen el poder, que le ha sido completamente negado al teatro, de comunicar las experiencias psicológicas por medio de la proyección directa de su contenido en la pantalla, sustituyendo, de hecho, el ojo del observador por la conciencia del personaje”. Otra virtud es la capacidad de crear el primer plano, donde la cara del actor: “se convierte en un gran campo de acción, integrándose en su totalidad en el contexto expresivo de la palabra hablada”.

Para Panofsky el cine queda relegado a “arte comercial”, definiéndolo como:

> todo aquel arte cuya intención primera no es la de satisfacer las ansias creativas de su autor, sino las exigencias de un patrón o de los compradores, y es mucho más efectivo tanto para lo mejor como para lo peor, ya que el productor comercial puede a la vez educar y corromper al gran público, y puede permitir a este público -o más bien a la idea que se hace de él- que se corrompa o eduque a sí mismo.

Para Panofsky, “el cine estiliza previamente la realidad antes de abordarla, y esto es lo mismo que eludir el problema”. Por tanto, entendemos que para Panofsky, el cine, en un intento de agradar a los espectadores y llegar cada vez a más personas, no refleja la realidad histórica como podrían hacerlo otras artes visuales, sino que intenta adaptar los hechos históricos de un modo más asequible y comercial.

Esta idea panofskyana del cine es beneficiosa para nuestro trabajo, ya que no se pretende analizar la realidad de la Primera Guerra Mundial, sino entender la concepción que las personas que observaron y disfrutaron del cine estudiado, forjaron la imagen de la acción humanitaria, en dicho conflicto.

5. DISCUSIÓN

Hemos elegido para ilustrar esta exposición “A farewell to arms” [Figura 1], la versión de Frank Borzage realizada en 1932 (http://www.youtube.com/watch?v=aSCB7aW5Y4E), porque fue la más visionada y porque es paradigmática para el objeto de nuestro estudio. La trama se desarrolla en Italia, y comienza cuando un soldado americano llega a la casa habilitada como hospital de guerra, donde se localiza su amigo, que es cirujano. Éste le dice que está intentando conquistar a Miss Barckley, “la enfermera más bonita”.

En una escena, aparecen el soldado, el cirujano y Miss Barckley al jardín, y cuando se quedan a solas, el recién llegado y la “mujer-enfermera” protagonista, él le dice que está enamorado de ella. Después ella le pide que le bese. Cuando el soldado vuelve a la habitación que comparte con el cirujano, él le dice: “¿Te ha permitido mucho?”, pero el soldado no contesta. Al día siguiente él debe marcharse al frente, y ella, mostrando preocupación y dolor, le da su medalla de San Antonio para que le proteja. Él resulta herido y lo vuelven a llevar con su amada. En una escena aparece un cura en la habitación donde él está como paciente, mientras ella le toma la temperatura, y al ver lo enamorados que están, decide casarlos allí mismo. Tras vivir unos meses de romance, él vuelve al frente, y pasan mucho tiempo sin saber nada el uno del otro porque las cartas que se envían llegan a manos del cirujano, hasta que finalmente termina por contarle al soldado que las ha estado ocultando. Cuando se reencuentran, ella acaba de perder al bebé que esperaban en una complicada operación, y en su lecho de muerte, él le dice: “Eres magnífica y valiente”. Cuando muere, el soldado la coge en brazos, mientras suenan campanas anunciando el final de la guerra. La última escena son palomas blancas volando.

En la Figura 2 aparece por primera vez un convoy de la Cruz Roja, representando la acción humanitaria.

Figura 3: la Enfermera siempre aparece con uniforme, impecable, es la primera vez que las mujeres, así en grupo utilizan una prenda común, un uniforme, a partir de aquí siempre que se ve a una mujer joven con delantal blanco y toca, se traduce que se trata de una enfermera de la Cruz Roja. Por el contrario, el medico sin bata blanca, es militar; no se trata de médicos ilustres.

Enfermeras en la iglesia, ideología católica, idea moral de la acción humanitaria dirigida a la enfermera, la cruz en el pecho, pero la cruz latina, no el emblema de la Cruz Roja



Figura 1.



Figura 2.



Figura 3.



Figura 4.

Figura 4: Enferma en la cama, Por primera vez aparece el medico con bata, la cabeza tapada idea de asepsia reflejada en el blanco, asepsia controlada, habla con la paciente. El médico no informa al familiar, los ignora.

Es como si apenas tuviera significación alguna. Mientras que las enfermeras la cuidan, la peina… aun sabiendo que va a morir.

6. CONCLUSIONES

En las Bases de Datos consultadas no se han encontrado resultados en los que la imagen de la acción humanitaria en el cine, referida a la Gran Guerra, sea analizada desde el método.

El cine norteamericano, tras la contienda, se convierte en un "arte popular" que enmascara la realidad: cine ad hoc para una sociedad derrumbada.

Se advierte la preeminencia del símbolo de la Cruz Roja, insertada en la estructura de los ejércitos, siendo en la acción humanitaria omnipresente.

La imagen del médico-hombre simboliza el "fracaso" ante la adversidad y la falta de medios.

La mujer-enfermera aparece simbolizada como un "ángel salvador", bajo un lenguaje policromo que la eleva a la categoría de "luz divina". A excepción de Edith Cavell, heroína de la Primera Guerra Mundial, simbolizada de un modo más real.

La figura del médico-hombre está simbolizada bajo imágenes de "decrepitud moral". Su quehacer se centra, esencialmente, en aspectos técnicos y quirúrgicos.

La acción humanitaria durante la Gran Guerra, en el discurso fílmico estudiado, está a cargo de la mujer-enfermera y de la Cruz Roja, amparadas, ambas, por el Primer Convenio de Ginebra.

BIBLIOGRAFÍA

AMADO CANILLAS, J. (2006) "La Enfermería como expresión artística". En: *Tercer Encuentro de la Asociación Española de Enfermería en Traumatología y Ortopedia (AEETO)*. Asturias, Impulso. Colegio de Enfermería del Principado de Asturias.

APARICIO GOÑI, I., HERNÁNDEZ CONESA, J.M. Y BENEIT MONTESINOS, J.V. (2011) *Historia del Sistema Formativo de las Enfermeras Visitadoras de la Cruz Roja Española.* Murcia: Editorial Diego Marín, Colección: El Arte y la Ciencia de la Sanación. Historia de la Educación.

BOWEN, E.M. (1919). "The Nurse's Part in Winning the War". *Journal of the National Medical Association*, 11(3), 125.

CRUZ PÉREZ, S. (2010) *Estilo y medio en la imagen cinematográfica* Valencia, [monografía en Internet]. [Acceso 20 agosto 2014]. Disponible en: http://tautikiwiki.uv.es/tikiwiki20/tiki-index.php?page=Estilo%20y%20medio%20en%20la%20imagen%20cinematografica.

DÍAZ SÁNCHEZ, P. (2005) *Las Enfermeras de Guerra: otras formas de participación política de las mujeres*. Temperamentvm [revista en Internet]. [Acceso 20 agosto 2014]; 2. Disponible en: http://www.index-f.com/temperamentum/tn2/t0611.php .

GARCÍA OCHOA, S. (2005) *Cine e Iconología: Análisis del film desde la Historia del Arte*. Quintana [Revista en Internet] 2005; 4: pp 153-163. [Acceso 25 de agosto de 2014]. Disponible en: http://www.usc.es/arte/quintana/quintana4/garciaochoa.pdf .

HERNÁNDEZ CONESA, J.M., MORAL DE CALATRAVA, P. Y ESTEBAN-ALBERT, M. (2003) *Fundamentos de la Enfermería*. *Teoría y Método*. Madrid: McGraw-Hill/Interamericana. 2ªEd.

HERNÁNDEZ CONESA, J.M. (1995) *Historia de la Enfermería. Un análisis histórico de los Cuidados de Enfermería*. Madrid: McGraw-Hill/Interamericana. 1ªed.

KALISCH, B.J. Y KALISCH, P.A. (1983) *Anatomy of the image of the nurse: Dissonant and ideal models* [En línea]. American Nurses Association Publications. (G-161), pp. 3-23. [Acceso el 28 de agosto del 2014]. Disponible en: http://www.truthaboutnursing.org/images/kalisch/anatomy_of_the_image_of_the_nurse_ocr.pdf

KALISCH, P.A. Y SCOBEY, M. (1983) *Female Nurses in American Wars: Helplessness Suspended for the Duration* [En línea]. ArmedForces&Society; 9(2). [Acceso el 28 de agosto del 2014]. Disponible en: http://deepblue.lib.umich.edu/handle/2027.42/68093 .

KALISCH, P. A. Y KALISCH, B. J. (1982) *The image of the nurse in motion pictures* [En línea]. AJN The American Journal of Nursing, 82(04), 605-611 [Acceso el 28 de agosto del 2014] Disponible en: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6917709 .

MARTÍNEZ LÓPEZ, M. I. (2005) *Introducción general a los estudios iconográficos y a su metodología*. E-Excellence – www.Liceus.com [Biblioteca Virtual] 2005 [Acceso el 2 de agosto del 2014]; 19 pp. Disponible en: http://www.ucm.es/centros/cont/descargas/documento4795.pdf

MARTÍNEZ SALANOVA SÁNCHEZ, E. (2002) *Aprender con el cine, aprender de película. Una visión didáctica para aprender e investigar con el cine*. Huelva, Grupo Comunicar.

MARTÍNEZ SALANOVA SÁNCHEZ, E. (2003) *Mujeres, miradas y estereotipos en el cine* [monografía en Internet]. Huelva, Universidad de Huelva. [Acceso el 8 de agosto del 2014]. Disponible en: http://www.uhu.es/cine.educacion/articulos/mujer_estereotipo_cine.htm!

PANOFSKY, E. (2000) "El estilo y el medio en la imagen cinematográfica". En: I. Lavin, (ed) *Sobre el estilo: Tres ensayos inéditos*. Barcelona: Paidós Estética, pp. 113-151.

PANOFSKY, E. (2004) *El significado en las artes visuales*. Alianza Editorial, Madrid.

PULIDO MENDOZA, R; HERNÁNDEZ CONESA, J.M. Y BENEIT MONTESINOS, J.V. (2011) *La Formación de las Enfermeras de la Cruz Roja Española.* Murcia, Editorial Diego Marín, Colección: El Arte y la Ciencia de la Sanación. Historia de la Educación.

QUINEY, L.J. (2005) "Bravely and Loyally They Answered the Call: St. John Ambulance, the Red Cross, and the Patriotic Service of Canadian Women During the Great War". *Calgary, History of Intellectual Culture*, 5(1).

SILES GONZÁLEZ, J. (2009) "Origen de la enfermera en el cine: el género histórico-documental y biográfico". *Quadernos de Cine*. N. 4, 57-69.

SORIANO RIVERA, S. *Reflexiones acerca de los roles y las imágenes de la mujer en la fuerza armada y los conflictos de guerra*. Perú: IDEPE.org [Acceso el 4 de julio del 2014]. Disponible en: http://www.idepe.org/pdf/arti_silvia_reflexiones.pdf .

THE INTERNET MOVIE DATABASE (IMBD) (1990) [Base de Datos en Internet]. Washington. [Acceso el 29 de junio del 2014]. Disponible en: http://www.imdb.es/ .

TURNER CLASSIC MOVIES (TCM) (2008) [Base de Datos en Internet]. Atlanta. [Acceso el 28 de junio del 2014]. Disponible en: http://www.tcm.com/

VERDÚ, K., SCHUMANN, P. Y NICOLÁS ALDEA, D. (2002) Filmaffinity [base de datos en Internet]. España [acceso 30 de agosto de 2014]. Disponible en: http://www.filmaffinity.com/es/main.html.

GONZÁLEZ REDONDO, F. A. (coord.) (2015) *Ciencia y Técnica entre la Paz y la Guerra. 1714, 1814, 1914*. Madrid, SEHCYT, pp. 1051-1057.

GUERRA Y DEGENERACIÓN. LOS EUGENISTAS ITALIANOS Y LA PRIMERA GUERRA MUNDIAL

Giovanni Cerro[(1)]

(1) Fondazione Collegio San Carlo, Modena, Italy, giovannicerro84@gmail.com

Resumen

La comunicación aborda las reacciones del movimiento eugenésico italiano a las masacres de la Primera Guerra Mundial. Entre 1914 y 1920, la mayoría de los eugenistas italianos argumentó que la Gran Guerra, como todas las guerras modernas, fue responsable de los efectos de degradación genética. De hecho, hasta el siglo XIX, las guerras tuvieron efectos beneficiosos sobre las cualidades mentales y físicas de una raza porque la lucha cuerpo a cuerpo causó una selección positiva mediante la eliminación de los más débiles y de los menos aptos en los partes en conflicto. Por el contrario, después de las guerras napoleónicas el desarrollo de armas y la difusión de la conscripción militar provocaron una contra-selección a través de la muerte de la mejor parte de la nación.

Un grupo pequeño pero influyente de los estadísticos y demógrafos, dirigido por Corrado Gini, criticó esta visión pesimista. Sobre la base de los datos socio-estadístico, ellos demostraron que los soldados muertos en la línea de frente no eran mentalmente y físicamente más aptos que los sobrevivientes y que un aumento de la mortalidad infantil entre las naciones beligerantes no ocurrió. Por otra parte, la conscripción militar tuvo una influencia positiva en la fertilidad. Por lo tanto, la guerra no fue un obstáculo para el progreso biológico de la raza humana.

Palabras Clave: Eugenesia, Guerra, Degeneración, Raza, Darwinismo social.

WAR AND DEGENERATION. THE ITALIAN EUGENICISTS AND THE FIRST WORLD WAR

Abstract

This paper focuses on the reactions of the Italian eugenics movement to the massacres of the First World War. Between 1914 and 1920s, the majority of Italian eugenicists argued that the Great War, as all modern wars, had had dysgenic effects. Until the nineteenth century, they said, wars had had beneficial effects on the mental and physical qualities of a race because hand-to-hand fighting caused a positive selection by eliminating the weaker and the unfit in the warring parties. On the contrary, after the Napoleonic Wars the development of weapons and the spread of military conscription provoked a counter-selection by killing off the best part of the nation.

A small but influent group of statisticians and demographers, led by Corrado Gini, criticized this pessimistic view. Based on socio-statistical data, they showed that soldiers killed on the front line were not mentally and physically fitter than the survivors and that belligerent nations did not register an increase of infant mortality. Furthermore, military conscription had a positive influence on fertility. War therefore was not an obstacle to the biological progress of the human race.

Keywords: Eugenics, War, Degeneration, Race, Social Darwinism.

1. INTRODUCTION

In 1889, Giuseppe Sergi, professor of anthropology at the University of Rome, published a book entitled *Le degenerazioni umane*. Each chapter was devoted to the description of a specific category of degenerates -the insane, criminals, prostitutes, serfs, vagabonds, beggars and parasites- defined as individuals who survived the struggle for existence through lower forms of adaptation to the social environment. In the final chapters of the book, Sergi invoked an 'artificial selection', which would be able to avoid the birth of new degenerates and to diminish the number of the existing ones. The measures for this 'regeneration' included not only the improvement of the environment and the reform of educational systems, but in serious cases repressive methods such as condemnation to work, deportation to desert islands and prohibition of marriage [SERGI, 1889, p. 195-228]. The book, influenced by the ideas of Herbert Spencer and Francis Galton, summed up the fears of anthropologists, criminologists, psychiatrists, physicians and sociologists, who tried to find a solution to the spread of physical and moral degeneration in *fin de siècle* society [PICK, 1989].

Although *Le degenerazioni umane* proved that the origins of Italian eugenics dated back to the end of the nineteenth century, a partial process of organization and institutionalization of the movement began only after a deputation of Italian scholars (including Sergi) took part in 1912 in the First international eugenics congress held in London. Henceforth eugenics became one of the main subjects of the Italian scientific debate and reached a wider public. The 1913 was a crucial year: Sergi and the statistician Corrado Gini founded the Italian Committee for Eugenic Studies in Rome, which had a very short existence; the geneticist Serafino Patellani gave the first academic course on social eugenics at the University of Genoa [MANTOVANI, 2004, p. 35-85; CASSATA, 2006, p. 27-51].

The outbreak of the First World War had a profound impact on the young Italian eugenics movement. As in several European countries, it offered an occasion to discuss the biological effects of modern war [CROOK, 1990; CROOK, 1994, p. 130-175]. Was war a factor of degeneration and racial decline? Italian eugenicists gave a different answer to this question. The majority of them, worried about the integrity of the social body, condemned war as biologically destructive, while a small minority emphasized its beneficial effects on racial health [MANTOVANI, 2003; MANTOVANI, 2004, p. 145-205; CASSATA, 2006, p. 52-75].

2. THE DYSGENIC NATURE OF MODERN WARS

In 1915, the psychiatrist Francesco Aveta, director of the Fleurent clinic in Naples, denounced the mechanization of modern wars, responsible for producing an anti-eugenic selection. In the past, the outcomes of the conflicts were due to physical superiority of the fighters, whereas in the modern age the quantity and the quality of the armament made the difference. Rifles, guns, shells and poison gases, which decimated soldiers 'blindly and en masse', had definitively replaced hand-to-hand fighting [AVETA, 1915, p. 5]. Human lives depended on the haphazard trajectory of a bullet or the unexpected explosion of a mine, which often wounded or killed the strongest and the most fearless soldiers. Unfortunately, modern wars also involved civilians, above all women and children, the future of a nation.

Another psychiatrist, Ferdinando Cazzamalli, who worked at the mental hospital in Como and was a socialist member of the Italian Parliament, claimed that war represented a 'naturally dysgenic historic event' [CAZZAMALLI, 1916, p. 173]. Like natural and social disasters, such as earthquakes and economic crises, war produced dysgenic effects especially in the nervous system, because it modified the environment, which was considered by Cazzamalli the main cause of diseases for humankind. By creating neuropsychoses (shellshock, neurasthenia, hysteria and epilepsy), both in predisposed

individuals and in healthy subjects, war deteriorated the heredity material. The best solution to mitigate these harmful effects was to verify the quality of sexual selection and marriage; the measures proposed by negative eugenics (sterilization and confinement of the unfit) were ineffective. In 1918, some months before the end of the war, Cazzamalli documented his convictions by analysing the diffusion of mental diseases among Italian troops. He defined the military environment as a 'breeding ground for the traumatized, exhausted and malnourished' and wrote that the progeny of those soldiers would necessarily be 'neurotic or at least seriously predisposed to nervous and psychic diseases' [CAZZAMALLI, 1918-1919, p. 193].

Psychiatrists were not alone in their eugenic critique of war, as is shown by the case of the geneticist Serafino Patellani, who translated Gregor Mendel's *Versuche* and taught social eugenics at the University of Genoa, as mentioned. In an article published in 1915, Patellani argued that the nature of war had changed after the French Revolution. Before 1789, wars had been selective because the poor efficiency of weapons provoked 'the death of the less robust and the unfit' and made 'less probable the death of the most courageous, the most valorous, and the strongest warriors' [PATELLANI, 1915, p. 238]. After 1789, industrialized mass wars had become dysgenic and socially more dreadful because of the development of weapons and the spread of compulsory military service, through which armies recruited healthier and physical superior types. Nineteenth-century wars provoked serious damages not only to soldiers but also to civilians, through the diffusion of venereal diseases, the onset of psychical and nervous pathologies, and the increase in infant mortality and sexual crimes against women.

Patellani forecasted a tragic post-war scenario, in which the function of race perpetuation would be taken over by survivors (the elderly, maimed, prisoners of war) and there would be the risk to raise a 'rachitic and painful' generation in deeply impoverished nations [PATELLANI, 1915, p. 223]. The European population could recover from the Great War damages 'only after many years of peace and rest' [PATELLANI, 1915, p. 191]. Nevertheless, the harmful characters produced during wartime in human bodies and minds could reappear in the future given the biological phenomenon of atavism, i.e. the recurrence of a character typical of remote ancestors. For this reason, the First World War determined the death of an optimistic eugenics, which would become an 'abstract science' with no practical value [PATELLANI, 1915, p. 243].

The main target of Patellani's criticism were the supporters of social Darwinism, who misinterpreted Darwin's thought and considered war as necessary for evolutionary process. To Patellani scholars agreed with this theory because it seemed to provide sanction for their various socio-political views. In the name of Darwin, conservatives and militarists 'considered the violence among men unavoidable'; for socialists, Darwin was a champion of class struggle; for anarchists and communists, he was a paladin of their revolutionary political methods; for Catholics, he had even justified the 'collective homicidal allowed by God' [PATELLANI, 1915, p. 236]. In Patellani's opinion, social Darwinism provided a biological, but false, justification for war and gave a new form to the old thesis of the necessity of conflict.

In 1918, the statistician and sociologist Franco Savorgnan denounced the 'incommensurables damages' of modern conflicts in his book *La guerra e la popolazione* [SAVORGNAN, 1918, p. 111]. His argument was not particularly original. In the past, wars had produced a 'severe selection' eliminating the unfit and the weakest and guaranteeing the survival of those who could be considered physically and psychically the best. In hand-to-hand fighting, victory depended on 'muscular strength, sharpness of the senses, cold bloodedness, energy and cunning' [SAVORGNAN, 1918, p. 82]. In earlier times, war operated not only an individual selection, but also a 'group selection'. On the one hand, the defeated were completely annihilated, with the exception of women and children; on the other hand, winners did not suffer from the effects of the wounds and battle fatigue: conflicts lasted less and the harshness of living conditions strengthened the physical resistance of fighters.

On the contrary, modern civilized life had reduced the selective function of war. First, the introduction of volunteer armies and of firearms had exposed the best part of population to the risks of death and illness, while the weak could remain at home and reproduce. Second, modern wars did not provoke the complete destruction of losers, which could pass on their physical and psychical defects to the progeny. Third, the task of reproduction was left to the 'physically and morally inferior' elements, in victorious countries as well [SAVORGNAN, 1918, p. 89]. In the words of American scientist and politician, Benjamin Franklin, 'Wars are not paid for in wartime, the bill comes later'.

The main problem of the post-war period was demographic: European nations should be able to resolve this problem 'not through the brutish cruelty of sexual instinct, which procreates at random, but through eugenic criteria, suggested by intelligence, rationality and science' [SAVORGNAN, 1918, p. 141]. Nevertheless, Savorgnan argued that the high number of women at the end of the war would warrant more choice for males survivors, partially counterbalancing the dysgenic effects of the conflict. As we will see later, Savorgnan would use this idea in order to debunk the thesis of the negative effect of war selection.

Similarly, the doctor of the University of Rome and deputy Giuseppe Sanarelli invoked a 'rational viriculture' for the post-war generation, that is, planning human reproduction through eugenics [SANARELLI, 1915, p. 642]. Sanarelli's ideas on the relationship between war and degeneration were even more radical, as he did not discriminate between ancient wars and modern ones. To him war *per se* had always produced an 'anti-natural selection', hampering 'the progress of intelligence' and 'the development of the species' [SANARELLI, 1915, p. 635]. War could lead to the decline of a nation or to the fall of an empire, as in ancient Rome. As the majority of Italian eugenicists, Sanarelli recognized that the Germans were responsible for the outbreak of the Great War. In fact, the Germans were particularly used to violence and militarism and justified war through a combination of 'philosophical mysticism, anthropological excitement' and a misinterpretation of Darwinism, which they invoked 'in defence of hate, of the spirit of hegemony and of abuse of power' [SANARELLI, 1916, p. 7].

3. A EUGENIC PACIFISM

Among the Italian eugenicists who condemned war as dysgenic, Giuseppe Sergi played a key role. Like his colleagues, he maintained that counter-selection was a consequence of conflict. According to him, wars had other graver and more lasting dysgenic effects, such as depopulation. Sergi denounced war as a factor of 'deep biological disequilibrium' for nations [SERGI, 1916, p. 192], not only because it caused the death of young soldiers, but also because it represented a biological threat for society as a whole, undermining its strength and vitality. The First World War had awful dysgenic effects on civilians, who suffered poverty, malnourishment, and nervous and psychical diseases.

For this reason, in 1917 Sergi proposed a complete eugenic program for the 'preservation of the race in its efficient wellbeing in present and in future' [SERGI, 1917, p. 10]. He claimed for the direct intervention of the State for the safeguard of young people and women in order not to bring up a 'weak and sickly generation' [SERGI, 1917, p. 11]. According to Sergi, it was necessary to ensure an adequate nutrition for everybody, to improve hygienic and housing conditions, look after the working classes, encourage breast-feeding, eradicate hereditary diseases, and to analyse the influence of paternal and maternal characters on progeny more deeply. It was also necessary to develop educational methods by creating professional and technical schools, to promote scientific culture instead of the humanistic one, and to cut back on the number of years spent in school or at university. In this way, young people would reach economic independence as quickly as possible enabling them to marry before the age of twenty-four, thereby avoiding detrimental consequences for the species.

Sergi imagined a new social and political order for Europe. He invoked the ban of national armies and military service, and promoted a federation of European countries, similar to the League of Nations proposed by the American president Woodrow Wilson. This European federation was to be composed of free and independent people with the same rights and duties; controversies would be settled by international arbitration. Education and civilization would eliminate the bellicose and atavistic instincts of humankind in order to ensure universal peace.

The psychologist and founder of the Catholic University in Milan, the Franciscan Agostino Gemelli, also believed that war had led to a weakening and undermining of the race. The physical and psychical damage suffered by soldiers had repercussions on their progeny: the so-called 'sons of war' were 'destined to carry throughout their lifetime in their nervous system and in their psychical structure the mark of the awful event, in which their fathers took part' [GEMELLI, 1916, p. 141]. For Gemelli, war certainly had an influence on the falling birth rate, but it was not the main cause of the phenomenon. Depopulation was mainly due to the spread of Neo-Malthusian practices, considered 'a plague on families which reduce the number of children in proportion to the profits gained' [GEMELLI, 1916, p. 135] and the result of a 'perverse human will' [GEMELLI, 1916, p. 136]. Against Neo-Malthusianism, Gemelli invoked the defence of Christian values and extolled family as the basic cell of society.

4. THE BENEFICIAL EFFECTS OF WAR ON RACE

In the mid-1920s, as we said, the statistician Savorgnan reconsidered his ideas on the relationship between war and degeneration. At the First Italian Congress of Social Eugenics, held in Milan in 1924, he maintained that the Great War had undoubtedly 'killed the youngest, healthiest and strongest individuals, belonging to the white race, which is the most excellent part of mankind' [SAVORGNAN, 1927, p. 30], but he added that its dysgenic consequences had often been overrated by eugenicists. In wartime, the average weight at birth had progressively increased, reaching a peak between 1917 and 1918. Two factors had prevented the rise in infant mortality: first, the protection of pregnant women provided by the State and private institutions; second, a longer lapse of time between childbirths, due to the prolonged absence of husbands at war. This lapse had allowed women's bodies a beneficial rest and helped improve the vitality of the foetus.

Savorgnan's ideas were inspired by a series of writings published during and after the war by Corrado Gini, later president of the Italian National Institute of Statistics (ISTAT) and demographer of the Fascist regime. In Gini's view, the Great War was the result of a natural demographic process: the expansionism of Slavs against Latin and Mediterranean States. Young nations ought to expand at the expense of older ones.

In 1915, Gini joined the Italian army as volunteer, but was discharged some months later due to illness. In the following year, he became the chief of the economic-statistical service of the Historiographical Office of Mobilization, in which capacity he analysed the impact of war on infant mortality, trying to dispel 'the myth of the large-scale mortality of German children' during the Great War [GINI, 1916].

According to Gini, the majority of Italian eugenicists accepted an unproven thesis not based on statistical data and had over pessimistic expectations of the dysgenic effects of war. In his opinion, the infant mortality rate in Germany had increased during the first months of war, but later followed a regular trend or even diminished. Two reasons could explain this. First, before the war in Germany bottle-feeding of babies was more common than breast-feeding. The high mortality rate registered between August and September 1914 was thus the result of the decline of the availability of cow's milk, caused by the blockage of commercial exchanges, the forced requisitioning of animals, and the closure of farms. Nevertheless, the low availability of breast-milk substitutes had produced a positive

consequence: German mothers started resorting to breast-feeding, which Gini considered a healthier nourishment for infants. Second, at the outbreak of war children's healthcare was not a political priority of the German government because the medical staff was mobilized and many civil hospitals were converted into military ones. After a few months, the situation changed and the State began to provide adequate nutrition for babies and improved their medical treatment. These measures produced a decline in mortality and improved children's health.

In 1920, Gini examined the impact of military conscription on the younger generations. His purpose was to contrast the opinion that military service contributed to the physical and psychical deterioration of race, by exposing soldiers to the risk of infectious diseases and delaying the age of marriage [GINI, 1920]. Statistical data from the Italian army showed that up to a certain age (between twenty-five and forty), soldiers had fewer children than their peers who had been exempt from service. Over the age of forty, their fertility rate increased because they married more frequently than civilians, and chose the youngest, healthiest and most fertile women. Military conscription was therefore an advantage and not an obstacle to the physical development of the race.

In 1922, Gini compared the annual salaries of primary school teachers killed in the Great War with the annual salaries of surviving teachers [GINI, 1922, p. 50-62]. His inquiry showed that the first group did not earn a higher salary than their living colleagues. Assuming that salary could indicate the eugenic value of people, Gini proved that those who died were not intellectually superior to the others. Some of his colleagues confirmed this thesis. In 1922, the statistician Marcello Boldrini and the economist Aldo Crosara published an analysis of the academic performance of students at the Universities of Padua and Cagliari.

The average grade -which the two authors considered an 'index of the future success in life', and then a eugenic characteristic [BOLDRINI AND CROSARA, 1922, p. 556]- of the students who died during the war and that of the students who survived or remained at home was almost the same. Between the end of the 1920s and the beginning of the 1930s, the statistician Raffaele D'Addario and the doctor Giovanni L'Eltore proposed further research on the university students form Bari, Rome, Pisa and Genoa, coming to the same conclusion as Boldrini and Crosara [D'ADDARIO, 1926-27, 1927-28; L'ELTORE, 1932]. Therefore, war did not arrest, but actually accelerate the evolutionary process of nations.

5. CONCLUSION

Shortly after Italy entered the conflict in 1915, most Italian eugenicists argued that the Great War was the result of atavistic and primitive violence of humankind and was responsible for dysgenic effects on population. Although from different perspectives, they agreed with Leonard Darwin, the son of the naturalist Charles, assuming that 'primitive warfare was terrible though in same ways beneficial, whilst modern war is more terrible and utterly and entirely harmful' [DARWIN, 1915, p. 95]. Through statistical and demographic inquiries Gini and his pupils tried to demonstrate that this thesis was groundless: war was a biological necessity and safeguarded the health of the race.

At the end of the First World War, the balance of power in the Italian eugenics movement was reversed. Sergi, who was a pivotal figure in condemning war as dysgenic, abandoned his eugenic interests and dedicated himself to the study of physical anthropology, while Gini assumed a hegemonic role, thanks to his connections with Fascism. His ideas gave a pseudo-scientific foundation to the demographic policy of the regime and to its colonial expansion: qualitative eugenics gave way to quantitative eugenics.

BIBLIOGRAPHY

AVETA, F. (1915) *Eugenica a rovescio*, Naples, Giannini.

BOLDRINI, M. AND CROSARA, A. (1922) "Sull'azione selettiva degli studenti universitari italiani", *Metron*, *VIII*, 554-567.

CASSATA, F. (2006) *Molti, sani e forti. L'eugenetica in Italia*, Turin, Bollati Boringhieri.

CAZZAMALLI, F. (1916) "Problemi eugenetici del domani. Guerra e degenerazione etnica", *Quaderni di psichiatria*, *III*, 165-177.

CAZZAMALLI, F. (1918-1919) "La guerra come avvenimento storico degenerogeno", *Archivio di antropologia criminale, psichiatria e medicina legale*, *XXXIX*, 191-220.

CROOK, P. (1990) "War as Genetic Disaster? The First World War Debate over Eugenics of Warfare", *War and Society*, *8(1)*, 47-70.

CROOK, P. (1994) *Darwinism, War and History. The Debate over the Biology of War from the 'Origins of Species' to the First World War*, Cambridge, Cambridge University Press.

D'ADDARIO, R. (1926-27, 1927-28) "L'azione selettiva della guerra in un gruppo di studenti universitari italiani", *Archivio scientifico del Regio Istituto Superiore di Scienze economiche e commerciali di Bari*, *I-II*, 355-363.

DARWIN, L. (1915) "Eugenics During and After the War", *Eugenics Review*, *7(2)*, 91-106.

GEMELLI, A. (1916) "Eugenica e guerra", *Vita e pensiero*, *IV(3)*, 133-145.

GINI, C. (1916) "Sulla mortalità infantile durante la guerra". In: C. Gini (1921) *Studi sociologici sulla guerra*, Turin, Zanichelli, 104-122.

GINI, C. (1920) "La coscrizione militare dal punto di vista eugenico". In: C. Gini (1921) *Studi sociologici sulla guerra*, Turin, Zanichelli, 123-154.

GINI, C. (1922) "La guerra dal punto di vista dell'eugenica". In: *Atti della Società Italiana per il Progresso delle Scienze. XI riunione (Trieste, September 1921)*, Rome, SIPS, 44-75.

L'ELTORE, G. (1932) "Contributo allo studio degli effetti selettivi delle guerre dal punto di vista dell'eugenica", *Genesis*, *XI(1-2)*, 49-62.

MANTOVANI, C. (2003) "Rigenerare la stirpe: il movimento eugenico italiano e la Grande Guerra, 1915-1924", *Ricerche di storia politica*, *VI(2)*, 203-223.

MANTOVANI, C. (2004) *Rigenerare la società. L'eugenetica in Italia dalle origini ottocentesche agli anni Trenta*, Soveria Mannelli, Rubbettino.

PATELLANI, S. (1915) "Eugenetica e guerra", *La ginecologia moderna*, *5-6-7-8*, 177-244.

PICK, D. (1989) *Faces of Degeneration. A European Disorder, c.1848-c.1918*, Cambridge, Cambridge University Press.

SANARELLI, S. (1915) "L'igiene nei problemi della società contemporanea", *Nuova antologia*, *CCLXI*, 607-643.

SANARELLI, S. (1916) *La cultura germanica e la guerra per l'egemonia mondiale*, Rome, Pallotta.

SAVORGNAN, F. (1918) *La guerra e la popolazione. Studi di demografia*, Bologna, Zanichelli.

SAVORGNAN, F. (1927) "Guerra ed eugenica". In: *Atti del primo congresso italiano di eugenetica sociale (Milan, 20-23 September 1924)*, Rome, Stabilimento poligrafico per l'amministrazione dello Stato, 27-36.

SERGI, G. (1889) *Le degenerazioni umane*, Milan, F.lli Dumolard.

SERGI, G. (1916) "L'eugenica e la decadenza delle nazioni". In: *Atti della Società Italiana per il Progresso delle Scienze. VIII riunione (Rome, March 1916)*, Rome, SIPS, 181-199.

SERGI, G. (1917) "La guerra e la preservazione della nostra stirpe", *Nuova antologia*, *CCLXXVI*, 8-18.

GONZÁLEZ REDONDO, F. A. (coord.) (2015) *Ciencia y Técnica entre la Paz y la Guerra. 1714, 1814, 1914*. Madrid, SEHCYT, pp. 1059-1065.

PAZ POR EL BIEN DE LA RAZA

Antonello La Vergata[(1)]

(1) Dipartimento di Studi linguistici e culturali, Università di Modena e Reggio Emilia, Modena, Italia, antonello.lavergata@unimore.it

Resumen

Al comienzo del siglo XX, estaba generalmente aceptada la creencia en un "declive natural" de la guerra. Con pocas excepciones, sociólogos y economistas estaban de acuerdo: la paz iba al mismo paso que el progreso económico y la industrialización; además, la guerra moderna se había volvido demasiado costosa y destructiva. Según algunos autores, la guerra y el "militarismo" tenían también consecuencias negativas para la "calidad de la raza", causando una "selección al revés". La Gran Guerra desencadenó un debate tan vivo como confuso sobre los efectos biológicos de los conflictos. Después de considerar al propio Darwin, el artículo trata de algunos aspectos del pacifismo eugenésico representado por G. Vacher de Lapouge, C. Richet, D.S. Jordan, V.L. Kellogg, G.F. Nicolai.

Palabras Clave: Pacifismo, Gran Guerra, Eugenesia.

PEACE FOR THE GOOD OF THE RACE

Abstract

At the turn of the nineteenth century, most people were convinced that evolution and progress meant a natural decline of warfare. With few exceptions, sociologists and economists generally agreed that peace went with the development of industry. The Polish-born Jean de Bloch argued that modern war was too costly and disruptive to be tolerated. According to Norman Angell (Nobel Peace laureate for 1933) war was economically prohibitive. Some added that war had dysgenic effects on the «quality of the race». The First World War unleashed a lively and confused debate over the evolutionary meaning of war, militarism, and their biological consequences. After considering Darwin himself, the paper discusses some aspects of «peace eugenics», as represented by G. Vacher de Lapouge, C. Richet, D.S. Jordan, V.L. Kellogg, G.F. Nicolai. They had different political views. The paper also points out some of the ambiguities inherent in their discourse.

Keywords: Pacifism, World War I, Eugenics.

1. EL "DECLIVE NATURAL" DE LA GUERRA

Antes de la Gran Guerra, Europa había vivido el período de paz más largo de su historia. Finalmente, parecía confirmarse la creencia en un "declive natural", u obsolescencia gradual, de la guerra. Herbert Spencer, el filósofo más popular del fin de siglo, había justificado esta idea, típica de la Ilustración y del liberalismo clásico (la paz garantiza el comercio y el comercio garantiza la paz),

fundándose en su doctrina de la evolución: la guerra había sido un factor importante en las primeras fases de la evolución social (cuando la lucha individual por la existencia se manifestaba brutalmente, y era necesario imponer a los seres humanos una cierta disciplina concentrándolos en agregaciones sociales más amplias bajo un gobierno fuerte), pero, simultáneamente, el progreso que la guerra había propiciado la hizo, gradualmente, inútil y nociva. Ahora, la lucha entre los individuos y entre las naciones se desarrollaba bajo la forma de competencia intelectual, económica, industrial. Esta concepción fue resumida por el economista y sociólogo francés Gustave de Molinari en el título de su libro *Grandeur et décadence de la guerre* (1898).

Sin embargo, hubo voces menos optimistas. En los seis volúmenes de su obra *El futuro de la guerra*, Jean de Bloch (Ivan Blioch, 1836-1901), polaco, banquero, magnate de ferrocarriles y confidente del zar Nicolás II, sionista (aunque calvinista) y activista por la paz, afirmó que, por causa del impetuoso desarrollo científico y tecnológico, la guerra se había vuelto más destructiva y costosa que nunca. La obra, publicada en ruso y polaco, y traducida al francés, al alemán y, parcialmente, al inglés, contenía descripciones espantosas (y proféticas) de lo que sería un conflicto moderno: una guerra mundial, con millones de muertos, ejércitos enteros bloqueados en larguísimas trincheras devastadas por potentes y distantes artillerías, incluso desde el cielo... Un esfuerzo insoportable, un desastre económico, un revolvimiento total del orden político internacional, un empobrecimiento universal, revoluciones de consecuencias imprevisibles. Pero Bloch también estaba, más o menos, convencido de que, al final, la racionalidad del *homo oeconomicus* prevalecería: aunque los gobiernos fuesen ciegos y los militares tardos, las grandes potencias y los potentados financieros no permitirían tal cosa; en uno u otro momento, los hombres serían obligados de sentar cabeza. Como dijo el fisiólogo francés Charles Richet [1892, p. 63], “à force de perfectionner la guerre, on finira par la rendre inutile”. Compartía la idea Jacques Novicow (Iakov Aleksandrovič Novikov, 1849-1912), hombre de negocios ruso naturalizado francés, miembro del *Institut international de sociologie* y de la *Sociéte sociologique de París*, autor de una cantidad enorme de libros. Su libro *La fédération de l’Europe* (1901) fue inmediatamente traducido al alemán por Alfred Fried (1864-1911), futuro premio Nobel por la paz (1933).

2. DOS ENEMIGOS

Tanto la certeza como la esperanza de alcanzar la paz tenían dos enemigos diametralmente opuestos. En primer lugar, estaba el argumento tradicional de que la guerra, el espíritu marcial y la maquinaria militar tienen un profundo valor moral porque son una escuela de aquellas virtudes más nobles (y viriles): obediencia, disciplina, sentido del deber, coraje, abnegación, sacrificio por el bien de la comunidad... La guerra es el crisol donde la nación se templa o se reengendra. Además, el servicio militar mejoraba la salud física: especialmente en Alemania, se alegaron estadísticas demostrando que la altura de los reclutas había aumentado durante los períodos bélicos, impugnando las estadísticas francesas sobre las consecuencias negativas de las guerras napoleónicas. La difusión del darwinismo fomentó el convencimiento de que la guerra es también un factor de selección natural positiva, obrando tanto sobre el conjunto de la nación-raza, en su lucha contra otras naciones, como sobre los individuos que la componen. Estas interpretaciones empezaron a difundirse durante el conflicto franco-alemán (1870-1871); naturalmente, sobre todo en Alemania. En muchos casos se trató de una mera reformulación en lenguaje darwiniano (a menudo, sirviéndose de lugares comunes, circulando “por el aire”), de la vieja doctrina sobre el derecho del más fuerte, junto a la idea de una misión especial atribuida a la nación alemana. Idea forjada en época romántica, durante la lucha contra Napoleón.

El segundo hecho era nuevo, provenía de los estudios sobre antropología evolucionista y de psicología social: incluso en el hombre civilizado sobreviven instintos heredados de su pasado animal, que se manifiestan atavísticamente en el crimen o, junto al «instinto gregario», en el «alma de la masa», en explosiones de violencia colectiva y en la guerra. En su famoso ensayo sobre «el equivalente moral de la guerra» (1910), el filósofo estadounidense William James propuso canalizar hacia finalidades pacíficas estas muestras de agresividad y necesidad de «acción intensa».

3. EUGENESIA Y "SELECCIÓN MILITAR"

¿Canalizarlas? ¿Y por qué no extirparlas o, al menos, reducirlas mediante una "selección artificial"? La eugenesia, que ya contaba con una difusión internacional -casi todos los biólogos de la época confiaban en ella- generaba grandes esperanzas. Charles Richet (1850-1935), profesor de fisiología en la Universidad de París y futuro premio Nobel de medicina por sus estudios sobre la anafilaxis (1913), estaba convencido de que una selección "intencional, consciente, científica" y "metódica" podía conseguir "cualquier resultado, con tal de que se tenga paciencia". El camino hacia la paz pasaba tanto por el derecho internacional como por la racionalización científica y eugénica de la sociedad. La guerra, escribió Richet [1905, pp. 4, 44, 50], no está arraigada en la "constitución psicológica del hombre y de la sociedad", no es un fenómeno natural sino una "invención social": está cercano el momento en el que este "residuo de barbarie" desaparezca. Richet, pacifista y republicano convencido, *dreyfusard*, fundador de la *Société française d'eugénique* (1913), no tenia pelos en la lengua para condenar la "selección inversa" propiciada por la sociedad: "Si se suprimieran los troncones humanos (*culs-de-jatte*), los labios leporinos, los pies caprinos, los polidáctilos, los hidrocéfalos, los idiotas, los sordomudos, los raquíticos, los cretinos (*crétins*), las sociedades humanas no perderían nada" [RICHET, 1913, p. 166]. Soñaba con una sociedad donde se hubieran formado por selección "élites intelectuales especiales" (esto es, cada una especializada en un campo intelectual), homogéneas y cerradas. El sueño se coronaba con la producción de "una humanidad superior, una verdadera *surhumanité*". Las *élites*, en cuanto tales, son pacifistas, como la ciencia.

A continuación, daremos un paso hacia atrás. El jurista tedesco Heinrich Fick (1822-1895), profesor en Zurich, en su artículo *Über den Einfluss der Naturwissenschaft auf das Recht* (1872), afirmó que los métodos de alistamiento militar practicados por la mayoría de los países europeos amenazaban la salud y el vigor de la nación: el ejército se lleva lo más apto, fresco y vigoroso de cada generación joven, dejando la noble función de perpetuar la raza a los débiles y contrahechos, que fueron dispensado de ser soldados, y a los que regresaron del servicio en estado deplorable. De esta manera, a los menos aptos se les ofrece la posibilidad de evitar la muerte y las enfermedades, así como la de casarse y reproducirse antes, o en lugar, de los demás. La nación que primero hiciera frente a este peligro tendría ventaja sobre las otras en la competencia internacional. Fick envió su texto a Darwin, quien incluyó las siguientes palabras en la edición del año 1872 de *The Descent of Man*, en las páginas donde trataba de los "factores que obstaculizan la selección natural en las naciones civilizadas":

> En todos los países que tienen grandes ejércitos permanentes, van los jóvenes más apuestos al servicio militar, exponiéndose a que la muerte les sorprenda prematuramente en las guerras, a caer en miles de vicios y a no poder contraer matrimonio en los primeros y mejores años de su vida. Los individuos de menor talla, los más entecos y de constitución más pobre se quedan en sus casas, hacen mejores casamientos y propagan irremisiblemente su complexión (*their kind*) [DARWIN, 2004, pp. 135-136][1].

[1] En el Reino Unido no hubo reclutamiento obligatorio hasta 1916, para hacer frente a la prolongación del conflicto mundial.

Antes del propio Darwin, Ernst Haeckel [1868], el mas encarnizado y ruidoso darwinista alemán, había añadido la "selección militar" al catálogo de las selecciones negativas: "selección legal o jurídica", regulando las leyes patrimoniales; "selección religiosa", imponiendo el celibato eclesiástico y la intolerancia; "selección caritativa", con asistencia a los desamparados. Practicando una selección parecida a la de los espartanos (eliminación de los recién nacidos mal formados o débiles) ¡hasta los salvajes americanos se habrían conservado vigorosos y capaces de oponerse, por mucho tiempo, al avance de las superiores razas blancas!

Las selecciones de Haeckel subieron a ocho en el caso de Georges Vacher de Lapouge (1854-1936), uno de los campeones franceses del racismo y de la superioridad de la raza aria (*L'Aryen. Son rôle social*, 1899). En *Les sélections sociales* (1896) la selección militar esta acompañada, como en Haeckel, por las selecciones religiosa, legal y "moral" (la "caridad" de Haeckel), pero también por las selecciones "política" (partidos, camarillas, *lobbies*, que favorecen a los mediocres; mientras que la Revolución francesa aceleró el declinar de la raza exterminando a la nobleza), "económica", "profesional", "urbana" (en las grandes ciudades el aire malsano -nuestra polución-, la alimentación excesiva o inadecuada, la promiscuidad sexual, el exceso de estímulos y la sobreexcitación nerviosa -nuestro *stress*- contribuyen a la disminución de la natalidad). Lapouge, militante en el primer partido marxista de la historia de Francia, el Partido obrero de Jules Guesde, elaboró su propia concepción del socialismo basándose en la "antroposociología", o "ciencia política darwiniana", la cual conducía, inevitablemente, a posiciones "antidemocráticas", resumidas en la formula "el socialismo será seleccionista [es decir aristocrático] o no será". "La lucha de clase -afirmaba Lapouge- es una lucha de razas"[2]. La decadencia de Francia se manifestaba también en la disminución de la natalidad -un factor de angustia para muchos intelectuales y políticos franceses- causada por la presencia perniciosa de razas inferiores (tanto de inmigrantes como de individuos "mal hechos"), y los cruces estériles entre razas "física y mentalmente incompatibles". Solo un régimen político no fundado en el culto burgués del dinero, por tanto un gobierno "socialista" no "judaizado", podía invertir la tendencia. El lema "libertad, igualdad, hermandad" debía ser remplazado por "determinismo, desigualdad, selección".

Las medidas invocadas por Lapouge para controlar la multiplicación de los *dysgéniques* no solo incluían la prohibición de los cruces raciales, sino también la segregación y la eutanasia de sus productos, la institución de un "servicio sexual" impuesto por la ley (con un registro sobre las características de los candidatos al apareamiento), la imposición del deber de hacer hijos, el infanticidio de los tarados, la poligamia de los individuos superiores (incluso la "fecundación artificial" empleando el esperma de "un numero muy pequeño de machos absolutamente perfectos". Naturalmente, también se trataba de evitar las consecuencias negativas de la selección militar, que permitía a los miembros de familias con vitalidad limitada, salud débil y vida breve, disfrutar de privilegios no merecidos: "enanos, deformes, débiles de vista u oído, deformes crónicos, imbéciles, delincuentes, incapaces, quedan al margen del alistamiento", mientras todos los demás estaban expuestos a los riesgos de la guerra, de la vida en el cuartel y condenados a no casarse en el periodo sexualmente más fecundo. Además, los más inteligentes y valientes se exponían particularmente a los peligros. Sin embargo, el hecho más importante era que la guerra no solo afectaba a los individuos más sanos y más aptos. El castigo no consistía solo en "la perdida de los hombres de valor superior anonadados por las fatigas y el fuego enemigo", ni tampoco en "las enfermedades que

[2] Para Lapouge, la raza no coincidía con la totalidad de la nación: los individuos inferiores (braquicéfalos y morenos) tenían un origen diferente al de los individuos superiores (dolicocéfalos y rubios). Los mediterráneos pertenecían al *Homo contractus*, resultado irregular de la mezcla de los otros dos. Lapouge acuñó el término *ethnie* para indicar el «agrupamiento, al mismo tiempo natural y artificial», compuesto de «elementos de razas distintas reunidos desde siglos en el mismo Estado, o al menos sometidos a las mismas instituciones, a costumbres e ideas uniformes […], a las mismas influencias ambientales (*mésologiques*), a las mismas causas de selección [...] "Pueblo", "nación", "nacionalidad" son todos términos inadecuados» [VACHER DE LAPOUGE, 1896, pp. 9-10].

golpean a los combatientes por falta de higiene, consumo excesivo de emergías físicas o heridas recibidas", sino en las repercusiones materiales, morales y económicas, que determinan en la mujeres, los niños, lo viejos, incluso en los adultos no combatientes, una postración y un deterioro considerables (Lapouge creía en la herencia de los caracteres adquiridos, come la mayoría de sus contemporáneos).

4. PAZ POR EL BIEN DE LA RAZA

La primera guerra mundial desencadenó un debate, tan vivo como intricado, sobre las consecuencias biológicas del conflicto: un verdadero diluvio de artículos y libros, especialmente en inglés [CROOK, 1994]. La obra más ponderosa fue escrita por un Alemán, Georg Friedrich Nicolai (1874-1964), profesor de fisiología en Berlín y pacifista, el cual publicó, sin suceso, un "Llamamiento a los Europeos", suscrito por su amigo Einstein, en oposición al *Aufruf an die Kulturvölker* (4 octubre 1914) con el que 93 intelectuales sustentaban el derecho de Alemania a luchar por su *Kultur* frente a la "agresión" internacional. Por ello, Nicolai fue encarcelado, pero consiguió evadirse y refugiarse en Dinamarca. Su *Biologie des Krieges* (1917) contiene afirmaciones tan impresionantes como las de Lapouge y Richet sobre la "inutilidad biológica" de los "desechos del género humano" que la selección militar y la guerra favorecen [NICOLAI, 1917, p. 80].

El debate se complicó ulteriormente por la falta de unanimidad alrededor de las teorías de la herencia, y por la tendencia a biologizar (es decir, a considerar heredables) incluso cualidades como el coraje, la prudencia, el patriotismo… Por ejemplo, durante toda su vida Richet creyó, como Haeckel y Lapouge, en la herencia de los caracteres adquiridos, mientras otros pacifistas eugenistas no. Entre estos últimos merecen atención dos norteamericanos, ambos biólogos (y colegas en la misma universidad), que ya habían condenado las consecuencias disgénicas de la guerra y del militarismo antes del conflicto. El ictiólogo David Starr Jordan (1851-1931), presidente de la *Stanford University* desde su fundación (1891) hasta 1913, dimitió de su cargo para dedicarse completamente a la causa de la paz. En 1910 devino director de la *World Peace Foundation* y presidente de la *International School for Peace*. En 1924 recibió el premio Hermann por la paz. El título de su ultima charla publica fue "Nunca más guerra" (1928). El pacifismo de Jordan presenta muchos aspectos que parecen contradictorios si se consideran retrospectivamente, desde nuestro punto de vista. En primer lugar, hay un determinismo biológico radical junto a un rechazo total de la herencia de los caracteres adquiridos y de la influencia del medio ambiente sobre el material hereditario: "la sangre de una nación determina su historia". Jordan no distingue entre naciones y razas: un inglés es siempre un inglés, y "un judío es siempre un judío, en cualquier época y en cualquier clima, y sus acciones llevan siempre el marco de su raza". Estaba convencido de que las razas humanas están sometidas a las mismas leyes que controlan una boyada, y por eso debían aplicarse a las naciones/razas principios idénticos a los que se practican en el caso de la cría y de los cultivos. "La causa principal de la caída de las naciones es la supervivencia de los menos aptos» y «el declive del tipo donde la raza saca sus sementales". Roma decayó no tanto por las invasiones bárbaras, o su corrupción, cuanto por la desaparición de la nobleza que había sido su fuerza: el *vir* fue remplazado por el *homo*, y fue este quien procreó en las generaciones sucesivas. Lo mismo aconteció en Francia con la Revolución (a pesar de su corrupción y crueldad, las victimas del *terror* eran "literalmente los mejores desde el punto de vista del desarrollo de la raza"). En todas las naciones la nobleza estuvo, en tiempos, representada por "los hermosos, los valientes, los fuertes, que, por ello, devinieron sus jefes". Este reduccionismo bio-histórico, rudimental y confuso, se acompañó con un individualismo social y económico, con una celebración patriótica del espíritu anglosajón de independencia, iniciativa y responsabilidad. Factores de decadencia son la falta de libertad, la intolerancia religiosa, la

ignorancia, en suma todas las causas por las cuales los individuos más enérgicos, independientes e innovadores, mueren o son marginados, quedando, pues, excluidos de la reproducción. Perjudiciales son también los obstáculos a la iniciativa individual, la "caridad indiscriminada", la asistencia publica excesiva. Hospitales y manicomios permiten la supervivencia (y, no raramente, la reproducción) de individuos que en la naturaleza serían eliminados [JORDAN, 1906, pp. 7–11, 17, 19, 2, 61][3].

El colega y protegido de Jordan, Vernon Lyman Kellogg (1867-1931), profesor de entomología en la misma universidad, afirmó en *Beyond War* (1912) que la guerra, como los órganos vestigiales, era un atavismo. Los instintos primordiales conservados en la memoria biológica de la especie, "reverberaciones de las luchas en el pasado", acabarían extinguiéndose. Pero esto valía para las "razas rubias o caucásicas": en los escalones descendentes de la civilización la fuerza de los instintos se acrecentaba, y la lucha se combatía de manera primordial, incluso el canibalismo. Kellogg desarrolló sus ideas utilizando las estadísticas, y las expuso en el congreso organizado en Berna por el *Carnegie Endowment for International Peace* en 1912; y también, ese mismo año, en el primer Congreso Internacional de Eugenesia celebrado en Londres. Cuando se habla de daños bélicos -afirmó en ambas ocasiones- se piensa siempre en la mortandad ocurrida durante la batalla, pero esta, "en cuanto tal, no es una gran catástrofe racial". Al contrario, considerando la progresión geométrica de la reproducción, "es la condición misma del progreso en la vida animal". En efecto, si Darwin tiene razón -y Kellogg no tiene dudas- estas muertes son selectivas y favorecen la adaptación de la raza, porque eliminan, sobre todo, a los más débiles. No todas las guerras producen efectos negativos. Al contrario, los efectos de una "guerra breve y victoriosa" son positivos. Negativo es el militarismo "prolongado".[4] Su aspecto disgénico se debe al tipo de selección que acontece antes de la guerra, y continúa en los combates. Consiste en la muerte de elementos ya seleccionados, siendo los mejores de la raza, pero, sobre todo, en los efectos causados por las enfermedades, particularmente, las venéreas. Estas "encuentran en los ejércitos un verdadero terreno de reproducción", mucho más que en la población civil. No matan, pero son "altamente disgénicas". ¿Es así porque son hereditarias? De hecho, prácticamente, se transmiten como si fuesen hereditarias: por lo que atañe a la salud de la raza, no hay mucha diferencia entre las consecuencias de una tara en la concepción y las de una tara en el nacimiento, entre las consecuencias de una "adquisición repetida" y las de la "reproducción selectiva" [KELLOGG, 1913, pp. 222–223; 1916, pp. 196–197].

En 1914 Kellogg vino a Europa como miembro del comité americano de socorro a Bélgica, organizado por su amigo Herbert Hoover, futuro presidente de los Estados Unidos. El libro donde relata sus conversaciones con las autoridades militares alemanas, *Headquarters Nights* (1917), contribuyó, más que ningún otro, a instalar en la opinión pública americana la imagen de un pueblo alemán intelectualmente borracho, intoxicado por una mezcla de darwinismo malentendido, exaltación de la fuerza bruta y nacionalismo fanático. El pacifista Kellogg se convirtió en intervencionista.

Como la mayoría de sus contemporáneos, los pacifistas eugenistas no se preocupaban mucho por las "razas inferiores". El mismo Novicow, que consideraba la guerra perjudicial para las naciones civilizadas, afirmaba que a las razas inferiores el hecho de ser colonizadas solo les aportaba ventajas [NOVICOW, 1897]. Nicolai definía las guerras con las razas inferiores no solo "locas e inhumanas", sino también "inútiles": los indígenas se extinguirían "espontáneamente" al contacto con los europeos, que les inoculaban un "veneno fatal" bajo la forma de alcohol, de enfermedades, como la viruela, o destruyendo sus recursos alimenticios tradicionales. Richet, explícitamente, negaba la igualdad de las razas: negros y amarillos eran, y lo seguirían siendo, inferiores a los blancos. Convencido de que el

[3] Jordan repitió sus argumentaciones incansablemente, y a menudo con las mismas palabras y los mismos ejemplos, en muchas publicaciones, como*The Human Harvest. A Study of the Decay of Races trough the Survival of the Unfit* (1907), *War and Waste. A Series of Discussions of War and War Accessories* (1913), *War and the Breed. The Relation of War to the Downfall of Nations* (1915),

[4] En Kellogg, el término *militarism* no indica una ideología o una política. Significa, en un sentido más amplio y neutro, "vida militar", "organización o sistema militar".

aumento, cuantitativo y cualitativo, de la población era una cuestión vital para Francia, fue uno de los fundadores de la *Alliance nationale pour l'accroissement de la population française* (1896). ¡Pero solo pensaba en su país! En cuanto al resto del mundo, importaba poco si sobre la tierra había un millar o seis millares de millones de seres humanos [RICHET, 1913, p. 167]. ¡Curioso en un autor con previsiones científicas para los próximos cien años! [RICHET, 1892].

5. CONCLUSIÓN

Nos hemos encontrado con un hecho que puede parecer paradójico: a las apologías de la guerra en nombre de la moral y del espíritu se contraponían las condenas de la guerra en nombre de la raza y del determinismo biológico. El determinismo biológico no fue monopolio de una única ideología; y lo mismo puede decirse de la eugenesia, como han demostrado muchos trabajos recientes. Sus defensores la presentaban como una fuerza humanitaria de mejora y progreso. Por decirlo de alguna manera, los pacifistas "progresistas", como Richet, jugaban en el mismo terreno que sus colegas liberales, como Jordan, o los anti-igualitarios, como el "socialista aristocrático" Lapouge. Esta manera de pensar no fue destruida por argumentos contrarios ni por nuevas teorías sobre la relación entre biología y cultura, entre natura y sociedad, sino por la propia Gran Guerra.

BIBLIOGRAFÍA

CROOK, P. (1994) *Darwinism, War, and History. The Debate over the Biology of War from the "Origin of Species" to the First World War*, Cambridge, Cambridge University Press.

DARWIN, C. (2004) *El origen del hombre*, trad. de J. Aguirre, 6ª edición, Madrid, EDAF.

HAECKEL, E. (1868) *Natürliche Schöpfungsgeschichte*, Berlin, Reimer.

JORDAN, D.S. (1906) *The Blood of the Nation. A Study of the Decay of Races Through the Survival of the Unfit*, Boston, American Unitarian Association (primera ed. 1902).

KELLOGG, V.L. (1913) "Eugenics and Militarism". En: *Problems in Eugenics. Papers to the First International Eugenics Congress*, London, The Eugenics Education Society, 220–231.

KELLOGG, V.L. (1916) "Military Selection and Race Deterioration". En: H. Westergard (ed.), *Losses of Life in Modern Wars*, Oxford, Clarendon Press-New York, Humphrey Milford, 157-202.

NOVICOW, J. (1897) *L'avenir de la race blanche. Critique du pessimisme contemporain*, Paris, Alcan.

RICHET, C. (1892), *Dans cent ans*, 2ª edición, Paris, Ollendorf.

RICHET, C. (1905), *La guerre et la paix*, Paris, Cahiers de la Quinzaine.

RICHET, C. (1913), *La sélection humaine*, Paris, Alcan.

VACHER DE LAPOUGE, G. (1896) *Les sélections sociales*, Paris, Thorin.

GONZÁLEZ REDONDO, F. A. (coord.) (2015) *Ciencia y Técnica entre la Paz y la Guerra. 1714, 1814, 1914*. Madrid, SEHCYT, pp. 1067-1074.

CARTELES EN LA COMUNICACIÓN VISUAL PARA LA EDUCACIÓN SANITARIA EN EL PERÍODO DE ENTREGUERRAS[1]

Beatriz de las Heras Herrero(1), Jorge Fernandes Alves(2)

(1) Universidad Carlos III de Madrid, Madrid, España, bheras@hum.uc3m.es
(2) Universidade do Porto-CITCEM, Oporto, Portugal, jfalves@letras.up.pt

Resumen

El avance que se hizo en el campo de la investigación médica durante la IGM, sumado a la ola de humanismo propia del período post-bélico y la propagación en 1918 de algunas enfermedades venéreas y otras como la gripe, hizo que se desarrollaran políticas de educación pública con el fin de concienciar a la población de la importancia del cuidado profiláctico. En este contexto nació la Liga Portuguesa de Profilaxia Social, que surgió en Oporto en el año 1924 por iniciativa de tres jóvenes médicos que, desde la perspectiva de salud pública, animados por la preocupación de prevenir enfermedades derivadas del contacto con el entorno y prestando especial atención a accidentes domésticos, enfermedades contagiosas epidémicas y endémicas, desarrollaron un programa de acción -que hoy denominaríamos de educación para la salud- con el fin de sensibilizar a la población y así minimizar el riesgo de contagio, trabajando en el campo físico, psicológico y moral. Pero la Liga no discurrió por la discusión elistista sino que procuró enfrentarse directamente con estos problemas y, para llegar al mayor público posible, empleó distintos medios, entre ellos los carteles que, tras los resultados obtenidos en la Gran Guerra como concienciadores y motivadores, se convirtieron en una forma extensiva, barata y eficaz en el contexto de una ciudad, Oporto, con altas tasas de analfabetismo y en la que el acceso de los médicos al foco popular del problema era muy complicado. La comunicación que se presenta pretende estudiar esta producción visual con la intención de analizar el mensaje emitido en torno al tema de la educación para la salud en el período de entreguerras, analizando los carteles que se produjeron en la Liga y aquellos extranjeros que sirvieron de inspiradores.

Palabras Clave: Salud, Carteles, Comunicación.

THE ART OF POSTERS IN THE VISUAL COMMUNICATION FOR THE HEALTH EDUCATION DURING THE INTERWAR PERIOD

Abstract

he progress made in the field of medical research during the I Word War, the wave of humanism own post- war period in 1918 and the spread of some STDs and other flu-like, did that

[1] Este artículo se ha realizado en el marco del Proyecto de Investigación “Memória, Património e Construção de Identidades” (FCT:uID4059) del Centro de Investigação e Memória de la Faculdade de Letras de la Universidade do Porto, el Proyecto de Investigación (VI Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica) HAR2012-35514 del Instituto de Cultura y Tecnología de la Universidad Carlos III de Madrid y gracias a la estancia de investigación concedida a Beatriz de las Heras por el Programa Propio de Investigación (Ayudas a la movilidad / Modalidad A) de la Universidad Carlos III de Madrid.

develop education policies public in order to raise awareness of the importance of prophylactic care. In this context the Portuguese League for Social Prophylaxis was born, which emerged in Oporto in 1924 by initiative of three young doctors from the public health perspective, inspired by a concern to prevent illness from contact with the environment and with special attention to domestic accidents, epidemic and endemic infectious diseases, and developed a program of action which now call for health-education in order to raise awareness and minimize the risk of contagion, working on the physical, psychological and field moral. But the League was not a mere elitist discussion but sought directly confront these problems and to reach the widest possible audience used various means, including posters, after the results of the Great War as raise an awareness and motivating, became extensive, cheap and effective in the context of a city, Oporto, with high rates of illiteracy, and in which physicians access to popular focus of the problem was very complicated form. Communication presented aims to study this visual production with the intention of analyzing the message issued on the subject of health education in the interwar period, analyzing the posters that were produced in the League and those produced abroad that they were the inspiration.

Keywords: Health, Posters, Communication.

1. LA LIGA PORTUGUESA DE PROFILAXIA SOCIAL: OBJETIVOS Y PÚBLICO

El lema “En pro del bien común” presidió la creación y el desarrollo de la actividad de la Liga Portuguesa de Profilaxia Social, que nació en Oporto durante el año 1924 por iniciativa de tres jóvenes médicos - António Emídio Magalhães, Cândido Henrique Gil da Costa e Veiga Pires- desde la perspectiva higienista y de la medicina social, apelando a los valores humanitarios y patrióticos en un tiempo de grandes lagunas en el campo de la salud pública en Portugal.

La Liga seguía un programa basado en 16 objetivos que pasaban por la difusión de principios basados en la higiene individual y colectiva, la defensa de la educación física, la lucha por la divulgación de los problemas que relacionaban salúd y sociedad (dolencias venéreas, tuberculosis, prostitución, pornografía, cáncer, cuidados durante el período de embarazo y lactancia, higiene en el trabajo, ceguera, lepra y paludismo, aborto provocado, reglas de alimentación, o el grave problema de“pé descalço”), además de preocupaciones eugenistas como “llamar la atención de los poderes políticos sobre la necesidad de regular el matrimonio desde la perspectiva de la profilaxia social” y liberar a la sociedad de sus enfermos mentales, alcohólicos y “desviados”. Es decir, el objetivo era conseguir que los poderes públicos legislaran sobre la higiene social a través de una gran campaña de asistencia pública.

Para ello, la Liga desarrolló una campaña propagandística sobre buenas normas higiénicas, de sanidad y de profilaxia, mediante la redacción de artículos. Promovía, además, conferencias doctrinales sobre los problemas nacionales, reunía comisiones de estudio, realizada grandes campañas intentando sensibilizar a la sociedad y a los poderes públicos, cooperaba con instituciones oficiales, felicitaba y animaba a las buenas iniciativas de la sociedad como la creación de guarderías, maternidades, comedores infantiles y sociales, cooperativas y puestos de asistencia médica.

Fueron muchas las iniciativas que desarrolló (y sigue desarrollando) la Liga en el campo de la prevención de los problemas de la salud en un momento de grandes dificultades sociales y de peligro de contagio, en el contexto de un régimen dictatorial, con sus consiguientes valores, principalmente en la fase totalitaria del Estado Novo. De ese interés resultará la edición de muchas publicaciones que sirven como testimonio del ideario práctico de la Liga. Sobre todo durante la fase totalitaria del Estado Novo.

En esta preocupación asumida por los jóvenes médicos, acompañado de las típicas preocupaciones higienistas e sanitarias de su tiempo, contribuyó el hecho de que uno de ellos, António Emídio Magalhães, realizó servicios clínicos en barcos mercantes que, en la década de los años 20, recorrían los mares, contactando con las campañas sanitarias que se desarrollaban en otros países. Algo que ayudó al jóven doctor a interactuar con nuevas ideas y recopilar un interesante material sobre el tema.

Desde el punto de vista del público objetivo de la Liga, siendo básicamente una plataforma médica y de otros especialistas de cuestiones sociales, se relacionaban con los poderes políticos y el mundo de la prensa para el tratamiento de las cuestiones patológicas desde el punto de vista biológico y/o social, afrontaban la forma de combatir estos problemas y sensibilizaban ante la difusión de sus ideas y propuestas. Pero la Liga no discurrió por la discusión elitista y procuró atender al mayor público posible en esas preocupaciones basadas en la dupla educación/sensibilización. En los primeros tiempos, en la medida en que los medios de comunicación audiovisual (cine, radio y televisión) todavía no se habían convertido en medios masivos, fueron otros soportes los encargados de distribuir sus ideas a través de las referencias impresas y, sobre todo, a través de carteles y panfletos.

El cartel era, en ese momento, un medio de comunicación muy empleado para llegar a la población y la Liga también lo utilizó, produciendo materiales e importando modelos. Como muestra de esa preocupación, la Liga mantiene hoy un listado con un número considerable de carteles sobre educación sanitaria, originarios de los distintos países visitados por los médicos creadores de la institución[2], al margen de la producción propia. Este trabajo pretende analizar e interpretar las posibilidades y el significado de esos carteles históricos, producidos en las décadas de 1920 a 1950.

2. LOS CARTELES COMO MEDIO DE COMUNICACIÓN POLÍTICA

A lo largo de la historia, la autoridad ha empleado distintos recursos para enviar mensajes a la sociedad y el cartel es uno de ellos. Aunque se empleó desde la Antigüedad, evolucionó en el siglo XV y se desarrolló en el París de Napoleón III, fue empleado como medio masivo de comunicación política en el primer tercio del siglo XX. Se convirtió, entonces, en uno los soportes más adecuado para esta labor propagandística gracias a sus posibilidades de reproducción (opera en un gran radio de acción llegando a todas partes), por lo económico que resulta su impresión y dada su capacidad para comunicar (fija el mensaje a través de la síntesis de ideas), independientemente del nivel socio-cultural del lector, algo fundamental en períodos de un alto analfabetismo.

De este modo, palabras y, sobre todo, imágenes ("puede existir un cartel sin palabras pero nunca sin imágenes"[3]) se combinan con técnicas y herramientas para conseguir lo que Naief Yehya denomina "propaganda total", invadiendo el entorno del receptor de un mensaje que se convierte en un "grito en la pared": una llamada de atención al lector en su entorno medioambiental cotidiano. Y ese grito pretende persuadirle, no a través de la reflexión sino de la acción inmediata, ya que que se dirige más a los sentidos y contribuye a sustituir los contenidos nocionales por los sugestivos. De ahí su eficiencia.

[2] Son cientos los carteles que la Liga Portuguesa de Profilaxia Social ha conservado tras distintas acciones recopilatorias llevadas a cabo gracias a la interacción con otras instituciones similares. Entre los fondos, se encuentran muestras de Argentina, como la que hemos presentando, Austria, Bélgica, Brasil, España, Francia, Italia (como las de la Croce Rossa Italiana), Japón, Luxenburgo, México y Polonia, muchas de ellas datadas en la década de los años 20 y 30. Estos afiches tienen como objetivo advertir e informar, sobre todo, de siete cuestiones: recomendaciones laborales, educación sexual, estilo de vida cívico, salud, problemas como el alcoholismo, maternidad y cuidado de los niños.

[3] RAMÍREZ, Juan Antonio: "El Cartel" en *Medios de masas e historia del arte*. Pp. 176-193. Madrid, Cuadernos de Arte, Cátedra, 1988. p. 82.

El cartel es, por tanto, un reclamo que trabaja en tres niveles básicos: el de la información en busca de una acción, el de la motivación que tiene como objetivo animar a una reacción y el de la influencia en el comportamiento del lector intentado conseguir una consecuencia[4]. Estas tres funciones (acción, reacción y consecuencia), siempre presentes en los carteles, se van dando a través de distintas estrategias comunicacionales que se basan, fundamentalmente, en ocho recursos: orden-amenaza, convicción, argumentación, sugestión, asociación en serie, repetición y juego de palabras, reflejo condicionado y apelación a la imagen de si mismo. Estos recursos se desarrollan a través de distintos modos de representar, sobre todo cinco: el más elemental que es el retrato; alegoría y metáfora, que se basa en la descripción; ilustración, que tiene como objetivo un mayor nivel de persuasión; la asociación heráldica a través de la yuxtaposición de símbolos; y la caricatura, generalmente empleada para la representación del enemigo. Y para que esta representación sea efectiva en el lector del mensaje visual es necesario que se ajusten cuatro elementos fundamentales: el grado iconográfico por medio de la evocación o la representación (a mayor fidelidad de la reproducción, mayor grado iconográfico), el nivel de metáfora (a mayor abstracción de la reproducción, mayor grado de metáfora), la carga connotativa (con la relación de dos ideas y que se basa en la sugestión) y el grado de impacto sobre el receptor.

Durante la Primera Guerra Mundial los estados, entendiendo que la guerra no sólo se ganaba con las armas sino también a través de la propaganda -animando a los aliados y criticando a los enemigos-, crearon las estructuras institucionales necesarias para poner en marcha la maquinaria publicitaria, sobre todo en el campo de la propaganda visual, que, más tarde, se replicaría en otros como el que nos ocupa en este artículo: el de la protección de la salud a través de campañas profilácticas. Por tanto, el desarrollo de la comunicación visual durante la Gran Guerra, sumado al clima de humanismo característico de este período, hizo que se desarrollaran instituciones profilácticas que emplearon los carteles para *formar* e *informar* como parte de las actividades que, desde el discurso médico, se aplicaban a lo social. Como ejemplo, la Liga Portuguesa de Profilaxia Social que, asumiendo el discurso de la prevención, interactuó con otras instituciones de profilaxia mundial en el intercambio de propaganda visual para diseñar algunas campañas basándose en la producción en serie de una iconografía que calara en la sociedad portuguesa a modo de alerta sobre alguno de los males que afectaban a la población, como desarrollaremos a continuación.

3. LOS CARTELES *EN* Y *DE* LA LIGA

Para la Liga Portuguesa de Profilaxia Social la difusión de sus investigaciones fue fundamental. Para ello empleó distintos medios, como la publicación de boletines y artículos científicos o la impartición de conferencias sobre los temas más problemáticos en la ciudad de Oporto desde el punto de vista de salud pública. En un nivel más popular, la concienciación social se realizó a través de soportes más pertinentes y didácticos, como los visuales: carteles, películas y caricaturas, tal y como se explica en uno de los boletines de la institución: “Tem a Liga recorrido também do cartaz e à película cinematográfica, com objectivos análogos, esperando a oportunidade para lhes dar todo o desenvolvimento que merecem, e finalmente empregou ainda a caricatura como meio de propaganda”[5].

Las caricaturas fueron empleadas, sobre todo, en la campaña “Vida e Saúde”, como el trabajo encargado al artista Mendes da Silva y que recibió el título general de “Maravilhas Citadinas”. El cine,

[4] Si profundizamos en este tema debemos trabajar la teoría de Abraham Moles que habló de seis funciones del cartel: de información, convicción, económica, estética, creadora y ambiental, a las que François Enel añadiría la función aseguradora. MOLES, Abraham: *L´Affiche dans la Societé Urbaine*, Buenos Aires, Paidós, 1973 y ENEL, François: *L´Affiche: fonctions, langage, rhétorique*, Valencia, Fernando Torres Editor, 1974.

[5] *Boletin*, p. 25.

otro de los soportes empleados para la difusión de campañas, se convirtió en un medio fundamental de difusión a pesar de que la Liga no podía encargar trabajos cinematográficos debido al alto coste de la producción, tal y como señaló su director, Dr. Antonio Emílio de Magalhães, en una conferencia en el Clube des Fenianos en enero de 1935: "(...) para a educação do povo portugûes em assuntos sanitários pode ter a cinematografia, acrescentando que, por não ser possível à Liga, como é de há muito sea desejo, aquirir muitas películas adequadas, devido ao seu elevado preço". La institución adquiría películas cinematográficas de otras extranjeras, como un film estadounidense sobre la higiene bucal en 1935 y que fue proyectado en varias conferencias del Dr. Antonio Paúl, en las Escolas Comerciais Mousinho da Silveira y Oliveira Martins, Escola Industrial Infante D. Henrique, Instituto Normal Primário, o el Círculo Católico, entre otros lugares. También otras como las películas sobre Profilaxia e Terapêutica da Sífilis e da Malária donadas por la casa de químicos Bayer. El soporte más empleado por la Liga en su trabajo propagandístico es el cartel, de ahí que sea el centro de nuestro estudio. La primera campaña que realizó la institución empleó los afiches para concienciar sobre el peligro de las enfermedades venéreas. A principios de la década de los años 30 se encargó al dibujante Carlos Mota una campaña de carteles anti-venéreos que, tras realizar una tirada de 3.000 ejemplares, fue enviada a las Cámaras Municipales, Associacões Operárias y escuelas. Se trata de un trabajo en el que la imagen central está ocupada por una calavera presidida por una interrogación que ocupa la parte superior del cartel, mientras que el primer plano está protagonizado por una mujer cuyo lenguaje corporal indica preocupación [Figura 1].





Figuras 1 y 2. (Archivo de la Liga Argentina de Profilaxis Social)

Este cartel tiene una clara inspiración en uno elaborado por la Liga Argentina de Profilaxia Social, visitada por el Dr. Magalhães y que, en la actualidad, se conserva en el archivo de Oporto [Figura 2]. Se trata de un trabajo anónimo en el que una pareja de recién casados es acompañado, en su cortejo nupcial, por unos hombres calavéricos que representan enfermedades de contagio sexual: blenorragia y sífilis.

Otros trabajos de la Liga también están claramente influenciados por carteles extranjeros, como los que forman parte de la campaña "A Higiene na Vida", desarrollada en los años 30 y que están inspirados en una serie de carteles de la Croce Rossa Italiana titulada "L´Igiene nella vita", que

dan directrices sobre higiene privada (como dormir con la ventana abierta) y pública (cuidar la limpieza de los espacios públicos), como se muestra en el siguiente ejemplo [Figuras 3 y 4]:



Figuras 3 y 4. (Archivo de la Liga Portuguesa de Profilaxia Social)

A pesar del valor didáctico que la institución otorgaba a los afiches, la Liga casi no produjo sus propios carteles debido al coste inasumible de campañas visuales. Señalemos que la institución se creó con los propios fondos de los fundadores y, más adelante, se financió con donaciones y contribuciones voluntarias que superaron, por poco, mil donantes, al margen de pequeños y puntuales subsidios del gobierno, interrumpidos en 1940. Aunque, eso sí, la Liga desarrolló una incansable labor de asesoramiento a organismos como el Gobierno Civil de Oporto o las cámaras municipales, como ocurrió en la "Campaña de Pé Descalço". Este asunto fue un gran problema en Portugal por el número de enfermos y muertos que ocasionaba la costumbre, popular pero insalubre, de caminar descalzo en las zonas urbanas. Esta fue la razón por la que, para evitar los numerosos casos de tétano y otras enfermedades, el Gobierno Civil de Oporto, con asesoramiento de la Liga, puso en marcha una campaña de concienciación que fue extendida en todo el país. El objetivo era evitar las enfermedades derivadas y, además, acabar con uno de los signos que identificaban la pobreza, todo ello en el contexto de la búsqueda de una imagen nueva y renovada de la ciudad, a través de la concienciación y, finalmente, de la sanción, ya que a partir del 27 de septiembre de 1928 se penó con multas e incluso con cárcel en el caso de reincidencia.

Si atendemos exclusivamente a los carteles de elaboración propia, podemos diferenciar cuatro categorías temáticas que fueron objeto de interés de la producción visual de la Liga:

- Carteles que tenían como objetivo promover y publicitar la propia institución y sus actividades o las instituciones en las que colaboraba, como la Câmara Municipal do Porto.Todos los carteles de este tipo siguen una linea sencilla donde predomina la palabra sobre la imagen.

- Carteles sobre higiene, sobre todo en lo concerniente al cuidado de los espacios públicos. La ciudad de Oporto presentaba la tasa de mortalidad más elevada de Europa, sobre todo en el centro histórico, incluso la mortalidad infantil ascencía al 200%. La razón, la insalubridad por el problema de abastecimiento del agua y de la red de saneamiento, la concentración de población derivada del éxodo rural y la existencia de fábricas en las zonas habitadas. Los indicadores estadísticos ya

mostraban en la época que la mortalidad decrecía centrífugamente y la natalidad crecía centrífugamente. Ante esta situación era habitual que, para concienciar sobre este tema, se recurriera a tres estrategias empleando como soporte carteles murales que contienen más texto que imagen o que sólo emplean palabras y que resultan más económicos:

- Alusión al concepto de "civismo" y su asociación a la idea de patriotismo: "O maior ou menos índice de limpeza de uma cidade reflecte o grau de civismo dos seus habitantes. Se o Porto for uma cidade limpa, poderemos orgulhar-nos de ser portugueses".

- Identificación por parte del lector del cartel de la calle como un bien que debe cuidarse tanto como el propio hogar: "Se reponta quando lhe sujam a casa, porque conspurca a rua?".

- Involucración de todos en el cuidado de la ciudad: "Colaboremos todos com a Câmara Municipal do Porto nos esforços para tornar limpa e asseada e nossa cidade".

- Carteles que advierten del peligro de la mosca, un tema problemático para la ciudad porque, siendo el saneamiento y la limpieza problemas urbanos en la ciudad, la mosca fue uno de los mayores transmisores de las dolencias a partir de focos insalubres. En estas campañas también se emplearon los carteles murales para enviar las consignas higiénicas. Hasta tal punto que se hacía alusión a este problema de forma muy beligerante, algo que denota la intensidad con la que se vivieron las campañas: "nosso inimigo número 1", ó "E´preciso combatê-la sem tréguas". Estos carteles advertían sobre las enfermedades provocadas por las moscas (tuberculosis, lepra, cólera, poliomelitis, fiebre de Malta..), los peligros de comer alimentos en los que las moscas hayan contactado o el perjucio para los niños.

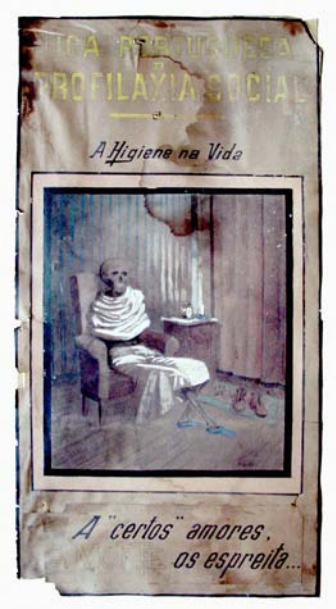


Figura 5. (Archivo de la Liga Portuguesa de Profilaxia Social)

- Carteles que forman parte de las campañas contra enfermedades de contagio sexual, como el que analizamos en el inicio. La Liga desarrolló una larga acción de prevención contra las enfermedades que fueron, de modo genérico, tildadas de "males venéreos", sobre todo la sífilis, y defendiendo la regulación de los prostíbulos y la necesidad de formación en profilaxia antivenérea, antes de luchar por su absoluta abolición. Con respecto a la propaganda visual, se siguen las mismas estrategias de comunicación visual en la que se relaciona la enfermedad directamente con la muerte

representando la calavera, como en el siguiente, que forma parte de una serie datada a finales de los años 30 y en el que se muestra un esqueleto femenino (conocemos esa información por los zapatos que destacan por su color) sobre una butaca a modo de espera, una espera que se vincula con el varón ya que en un segundo plano se muestra, sobre una alfombra, un par de zapatos masculinos. Junto a esos elementos, una mesa en la que se muestra una vela apagada (ha pasado tiempo durante la espera) y un reloj, que marca el paso del tiempo. La imagen es acompañada por el texto: "A certos amores os espreita...".

4. CONCLUSIONES

La Liga de Profilaxia Social se sumó al trabajo que ya realizaron otras instituciones que bajo dos columnas: el humanismo de posguerra y el inicio de un período de mayor participación ciudadana en lo político, tuvieron como objetivo combatir y acabar con enfermedades, estimular la profilaxis, ensalzar la ciencia médica en detrimento de los remedios caseros y propiciar investigaciones, tal como hizo la Liga Argentina de Profilaxis Social que fue fundada en Buenos Aires en 1921 y que es el germen de la Liga Portuguesa. El Dr. António Emídio Magalhães entendió que los problemas de salud de la ciudad de Oporto podían mitigarse con el estudio y la concienciación, de ahí que organizara en su consulta un espacio dedicado a la prevención y educación profiláctica. Como instrumentos empleó distintas fuentes que tenían como objetivo ayudar en el proceso de concienciación en dos niveles: el político (obligando a las autoridades a ver los problemas y buscar soluciones a través de campañas) y el social (haciendo comprender a la ciudadanía las ventajas de llevar una vida salubre en lo físico, lo psicológico y lo ético). Descendiendo al nivel del ciudadano, y teniendo en cuenta la alta tasa de analfabetismo de los tripeiros en los años 20 y 30, desde la Liga se empleó como soporte fundamental el cartel.

BIBLIOGRAFÍA

RAMÍREZ, J. A. (1988) "El Cartel" en *Medios de masas e historia del arte*, pp. 176-193. Madrid, Cuadernos de Arte, Cátedra.

MOLES, A. (1973) *L´Affiche dans la Societé Urbaine*. Buenos Aires, Paidós.

ENEL, F. (1974) *L´Affiche: fonctions, langage, rhétorique*. Valencia, Fernando Torres Editor.

CAPÍTULO 14

CIENCIA, GÉNERO Y EDUCACIÓN EN LA ESPAÑA CONTEMPORÁNEA. EN EL 50 ANIVERSARIO DE ELISA SORIANO FISCHER

SCIENCE, GENDER AND EDUCATION IN CONTEMPORARY SPAIN. ON THE 50TH ANNIVERSARY OF ELISA SORIANO FISCHER

GONZÁLEZ REDONDO, F. A. (coord.) (2015) *Ciencia y Técnica entre la Paz y la Guerra. 1714, 1814, 1914*. Madrid, SEHCYT, pp. 1077-1082.

GÉNERO, CIENCIA Y CONSERVADURISMO: UN CONTEXTO CONVULSO[1]

María José Tacoronte Domínguez(1)

(1) Universidad de La Laguna. Tenerife. España. mjtacorontedominguez@gmail.com

El propósito principal de este escrito es presentar, de forma sucinta, las diferentes posturas que, en torno a la idea de mujer, se desarrollaron en España desde finales del siglo XIX y los primeros años del siglo XX. El debate entre estas posturas tuvo lugar desde dos ejes fundamentales: el pensamiento científico y evolucionista, y el pensamiento más tradicionalista y católico. A pesar de las diferencias ideológicas que separan a estas posiciones respecto a la concepción de la mujer, ambos coincidieron, desde diferentes perspectivas, en reducir a la mujer al ámbito privado del hogar, el cuidado y la reproducción.

También nos referiremos al pensamiento krausista en este contexto, el cual fue el único que mantuvo una posición muy diferente a los anteriormente señalados, y planteó la necesidad de cambiar la situación desfavorable de las mujeres.

Palabras Clave: Mujer, Ciencia, Evolucionismo, Religión, Conservadurismo, Krausismo, Feminismo.

GENDER, SCIENCE AND CONSERVATIVISM: A TURBULENT CONTEXT

Abstract

The aim of this paper is to present the debate on the conception of woman held in Spain from the late nineteenth century and early twentieth century. The debate took place from two main schools of thought: the scientific and evolutionary thought, and the most traditionalist and Catholic one. Despite ideological differences that separate these positions with regard to the conception of women, both coincided, from different perspectives to reduce women to the private sphere care and reproduction. I will analyze also krausista thought, which kept a very different position to the schools of thought above mentioned and defended the need to change the unfavorable situation of women.

Keywords: Women, Science, Evolutionism, Religion, Conservatism, Krausism, Feminism.

1. INTRODUCCIÓN

Este escrito tiene como objetivo mostrar, de forma sucinta, las articulaciones que subyacen a la concepción que se tiene de la mujer en España, y en un periodo concreto, finales del siglo XIX y los primeros años del siglo XX, desde tres ópticas diferenciadas, aunque simultáneas en el tiempo: catolicismo, evolucionismo y krausismo.

España se modernizaba, o al menos ciertos sectores intentaban esta modernización, y eso posibilitó la recepción de corrientes de pensamiento como el evolucionismo y la filosofía krausista

[1] La redacción de este trabajo ha sido posible gracias al proyecto de investigación: *Política de la Ciencia, Institucionalización y epistemología en la constitución de un contrato social para la ciencia en España, 1900-1968*. FFI2012-33998. Financiada por el Ministerio de Ciencia e Innovación.

provenientes de otros países europeos. Estas nuevas corrientes convivieron con el pensamiento tradicional católico que seguía siendo considerablemente influyente en un contexto como el español. Esta convivencia fue tensa, y dio lugar a interesantes debates entre evolucionistas, krausistas y católicos.

Uno de los ejes de debate lo constituyó la "Cuestión de la mujer". Así pues, se debate sobre la mujer desde posiciones enfrentadas. Lo que estaba en juego era el lugar que le correspondía en la sociedad, sobre todo en un momento de cambio donde se estaban revisando los fundamentos de la sociedad española.

Evolucionistas y católicos, a pesar de tener posiciones divergentes, coincidieron en mantener a la mujer en la esfera privada del hogar, mientras que los krausistas abogaron por una educación igualitaria para ambos sexos y defendieron la emancipación femenina.

2. EL DISCURSO CATÓLICO DE GÉNERO Y LA PROGRESIÓN EN LA REPRESENTACIÓN DE LA MUJER

El discurso católico sobre las mujeres siguió unos patrones continuos que podemos encontrar en obras que trascendieron su propia época, como ejemplo las de Pilar Sinués de Marco [SINUÉS, 1862], las obras de Severo Catalina [CATALINA, 1951] o las del padre Antonio Mª Claret [CLARET, 1897]. En ellas observamos que el arquetipo femenino que defendió y difundió el pensamiento católico entendió a la mujer como ser abnegado, paciente, cándido, generoso, tierno y, a la vez, de gran fragilidad y sensibilidad. La feminidad se definía por *ser otro, para el otro, a través del otro*. Las funciones que desempeñaba la mujer estaban ligadas al hogar y a la maternidad. Marcada por una instrucción deficiente, la mujer era presentada como ferviente católica, sin preocupaciones culturales ni políticas, y al margen de la vida profesional. Se sobreentendía que la carrera de la mujer era el matrimonio y su labor como ángel del hogar se debía orientar en exclusiva a la crianza y al cuidado de la familia. La ortodoxia sobre la mujer puede resumirse en una de las frases de Severo Catalina: “La mujer que no está organizada para amar, no es mujer” [CATALINA, 1951, p. 32]

La relación jerárquica que se estableció entre los sexos configuró un *status quo* sexual totalmente favorable para los varones, fundamentado en la división clásica de los roles de género. La mujer era arrojada a situaciones de dependencia, fragilidad y pobreza, cuya única salvación era el matrimonio y la religión.

Esta concepción de la mujer sufrió ligeros cambios con la influencia del proceso de secularización que se dio en España a finales del siglo XIX proveniente de Europa. Este periodo de modernización supuso un abandono masculino de la fe para pasar a engrosar las filas de otro tipo de movimientos y organizaciones sociales, lo cual dejó como resultado una feligresía católica totalmente feminizada. Esta situación obligó a la Iglesia a modificar su discurso acerca de las mujeres y sus papeles en la misma, dándole protagonismo de género; se modificó la concepción de la mujer para evitar la pérdida de fieles. Se postuló *la pastoral de la mujer*; un nuevo ideario que representó una modificación atenuada de la imagen de la mujer, para así poder contrarrestar las fuerzas secularizadoras que podían operar sobre ella.

Este nuevo ideario acerca del papel de la mujer dio paso a un catolicismo más benevolente y protector, el cual resaltó la idea de que la mujer se caracterizaba por tener una moral superior. Todo ello facilitó un discurso más mitigado en comparación con el discurso *clásico* de la domesticidad, a la vez que abrió la posibilidad a un nuevo campo de actuación para las mujeres, que fueron entendidas no sólo como esposas y madres, sino también como mujeres sociales. El abandono de la Iglesia por la mayoría masculina posibilitó que ésta modificara la idea de mujer, e hiciera extensivas, al ámbito

público, social, las actividades propias de su sexo, que en el discurso de la domesticidad clásico estaban relegadas al ámbito del hogar en exclusiva.

Se pasó pues, de la idea de *Eva pecadora* arraigada en el antiguo régimen a la visión de *María redentora*. Las mujeres fueron habilitadas para participar de forma concreta en la vida pública, serían las encargadas de recristianizar a la sociedad. En este sentido el ideario católico no desdeñó la instrucción de las mujeres, sobre todo por dos razones estratégicas:

- porque la mujer era la encargada de educar a la progenie, pudiendo extender la palabra de dios y,
- porque esta educación mantenía el control y la influencia que la iglesia sustentaba en un país profundamente católico, como era el caso de España.

Esta ligera adaptación de la Iglesia supuso un cambio respecto al discurso de la domesticidad tradicional porque abrió la posibilidad para un nuevo campo de actuación para las mujeres, sobre todo burguesas y aristócratas, en tanto que mujeres sociales, las cuales podían hacer extensivas las actividades propias de su sexo, ahora, en el ámbito público. Su trabajo era de carácter caritativo: conformación de comedores de beneficencia, escuelas para la educación de las clases obreras, asilos, hospitales e instrucción católica. Es evidente que se perpetúa el ideal clásico de género, manteniendo divididas las dos esferas y manteniendo la ética del cuidado, pero la incorporación de la pastoral de la mujer y el contemplar a la mujer como portadora de una moral superior hace que se pase del simbolismo de la *Eva pecadora*, donde la mujer es la culpable de los males sociales, para entenderla ahora como descendiente de la *María redentora*.

3. EL IDEAL KRAUSISTA. DIVERSAS ACTUACIONES PARA LA EDUCACIÓN E IGUALDAD FEMENINA

El pensamiento krausista tuvo un protagonismo considerable en varios terrenos desde el siglo XIX y principios del siglo XX. Durante este periodo su influencia fue enorme en el ámbito educativo progresista y liberal.

Fueron los intelectuales krausistas los que abogaron por la igualdad educativa entre los sexos, constituyendo la perspectiva más progresista en este terreno, de las tres que analizamos. La situación de la mujer en España era muy desfavorable, había un alto índice de analfabetismo social, estando el mayor número concentrado en la población femenina. Los pensadores krausistas apostaban por una renovación fuerte de la educación de la sociedad y, particularmente, de la femenina. Sus miras estaban puestas en el cambio educativo y, de forma destacada, en la metodología, la práctica educativa y en los contenidos que debían transmitirse[2].

Mantuvieron un enfoque radical al defender la educación de las niñas de manera e integral e igualitaria a la de los niños. El horizonte era que ambos sexos debían tener una educación igualitaria para poder ejercer cualquier profesión. Así pues, el ímpetu krausista dejó huella en la trayectoria pedagógica y educativa de las mujeres españolas. Fueron los primeros que claramente definieron, según las palabras de Fernando de Castro que “la mujer tiene igual derecho e idéntico deber que el hombre a instruirse para que le sea posible realizar la misión que como individuo se le ha asignado y lo haga con las mayores garantías de éxito” [CAPEL, 1979, p.120].

Así pues, los krausistas comenzaron a denunciar la ínfima y pésima educación femenina, la necesidad de cambio de su situación, empezaron a reivindicar una educación obligatoria para ambos sexos, la coeducación no limitada a los niveles elementales, sino también en la educación superior, así como también abogaban por la incorporación de la mujer al trabajo remunerado y al desempeño

[2] Para un acercamiento, véase, POSADA [1981].

de cualquier profesión. Los krausistas entendían que la mujer no era un instrumento para perfeccionar a los hijos y llevar el hogar en tanto que ángeles del mismo, sino como individuos autónomos que tenían que estar instruidos para ser independientes, lo que constituía un bien social en sí mismo.

Las conferencias dominicales, dirigidas por el propio F. de Castro en la Universidad de Madrid en 1869 se pueden considerar el primer acto oficial como apoyo a la causa de la educación femenina. La estrategia de las conferencias estaba orientada a, en palabras de Geraldine Scanlon, "convencer a la gente de que la mujer tiene que recibir una educación más extensa si se quiere que cumpla su misión en la vida […]" [SCANLON, 1986, p.31]. Este primer conato a favor de la educación de la mujer fue seguido por la Asociación para la enseñanza de la mujer (1870). Ambas empresas destacaron en que integraban también contenidos de enseñanzas científicas, lo que implicaba un alto compromiso con la causa educativa de las mujeres, sin precedentes hasta el momento. La orientación de los krausistas no era preparar a la mujer para que fuera mejor madre, sino prepararla para que fuera autosuficiente y pudiera valerse por sí misma incorporándose al ámbito público. La importancia de la educación entre este grupo de pensadores dio lugar a la creación de diferentes escuelas orientadas a la formación competente de mujeres para su desarrollo profesional desde la enseñanza científica y las artes liberales. Se crearon varias Escuelas, como la Escuela de institutrices (1871), la Escuela de comercio (1878) y la de correos y telégrafos (1883)[3].

Estas ideas son índice de cómo ciertas mentalidades iban avanzando hacia el progreso social donde ambos sexos debían tener la misma instrucción. Los krausistas constituyeron pues, una minoría frente al grueso social, marcado éste por un férreo conservadurismo, anclado en la división de esferas y en la naturalización de los roles sexuales. Las aspiraciones krausistas fueron ideas pioneras que sembraron dudas en una selecta minoría, lo que distó mucho de producir cambios sociales y estructurales significativos respecto al *status quo* sexual tradicional. Dicho *status quo* fue apoyado y justificado por el evolucionismo cientificista, frente a la postura krausista.

4. EL IDEARIO DE LA CIENCIA. MUJER COMO HOMBRE INFERIOR

Lo que hicieron los hombres de ciencia fue argumentar y apoyar científicamente la concepción más tradicional de la mujer, es decir, fundamentaron la idea de la mujer inferior trasladando la argumentación a la naturaleza.

La concepción de la mujer, principalmente desde los ámbitos de la biología y la medicina, tuvo reminiscencias tradicionales y conservadoras, reformuladas desde la óptica científica que pretendía explicarlo todo. *Grosso modo*, la mujer se presentó como diferente al hombre por naturaleza, y la diferencia se entendió como inferioridad.

Principalmente, médicos, positivistas, evolucionistas y biólogos, tuvieron un papel fundamental en el tratamiento de la naturaleza femenina. La influencia provino principalmente de Europa, siendo uno de los pioneros en este terreno Moebius, aunque también se ha de destacar a Max Nordau, Lombroso u Otto Weininger. Mientras que los condiscípulos españoles fueron Edmundo González Blanco y Roberto Novoa Santos[4]. Todos estos científicos compartían la idea de que las diferencias anatómicas y cerebrales entre mujeres y hombres eran claves para explicar la inferioridad femenina. Así pues, los trabajos de estos hombres de ciencia estaban encaminados a demostrar, mediante los hechos y los datos, la indigencia espiritual y mental de las mujeres.

[3] Detalle a subrayar es que la asociación para la enseñanza de la mujer como las diferentes escuelas para mujeres se crean antes que la Residencia de estudiantes, fundada en 1910.

[4] Para una ampliación de la temática véase como muestra NOVOA SANTOS [1909] y TACORONTE DOMÍNGUEZ [2013].

El peso del cerebro y su forma constituyeron un fuerte argumento en detrimento de la inteligencia femenina; se suponía que el tamaño del cerebro indicaba la capacidad mental, con lo cual siguiendo un paralelismo entre fuerza y masa muscular, se deducía que un cerebro mayor era indicativo de mayor inteligencia. Como afirmó Novoa Santos [1929, p. 38]:

> [...] lo que resalta al analizar los documentos antropológicos es que la capacidad craneal media de los niños varones supera a la de las niñas, y que esta diferencia, notoria en el momento del nacimiento, va acentuándose paulatinamente hasta la época de la madurez, de tal manera que, siendo la diferencia inicial de unos 40 c. c. para los recién nacidos de ambos sexos, alcanza 200 c.c., y más todavía, cuando se comparan los cráneos de individuos adultos.

También, la relación entre la función sexual y la actividad cerebral, donde el desarrollo de la primera imposibilita para el desarrollo de la segunda. La menstruación tampoco escapó a los comentarios, el flujo menstrual incapacitaba a la mujer para actividades de mayor rigor ya que su estado anímico era presentado como más voluble, lo cual no le permitía atender con claridad a cuestiones intelectuales, como el estudio o ejercer como juez. Asimismo, el sistema nervioso fue otro argumento en contra porque en la mujer era más sensible y por tanto la hacía vulnerable al entorno, lo que justificó su permanencia en el ámbito privado.

En el desarrollo del siglo XX también se sostuvieron cotas de inferioridad, los desarrollos de la bioquímica y la endocrinología marcaron las diferencias entre ambos sexos. El estudio del tiroides y de los principios arsenicales justificó la idea de que el organismo tenía una cantidad limitada de energía que, en la mujer se empleaba en la menstruación y la reproducción, mientras que en el hombre influían en la actividad cerebral.

5. A MODO DE CONCLUSIÓN

Este contexto al que se hace referencia, donde confluyen católicos, krausistas y evolucionistas es un contexto en el que fluctúan ciertas paradojas a subrayar. Por un lado se observa cómo las ideas más conservadoras de la Iglesia, en contraposición al avance de la modernidad, apostaron por una educación controlada de las mujeres para mantener su control social sobre éstas, a la vez que las presentaron como portadoras de una moral superior. Por otro lado, se ha de destacar el esfuerzo krausista, el cual sienta un precedente al apostar por el cambio y la mejora en la situación cultural en general, y de las mujeres en particular. Y finalmente, se observa que aquellos que apostaron por el progreso y el avance científico, a la vez, buscaron fundamentos para negar el desarrollo intelectual y la actividad en el ámbito público a las mujeres, incapacitándolas en función de su naturaleza. Rechazaron la idea de la pastoral de la mujer, propuesta por los católicos, y presentaron a estas como animales incapaces de llegar a la esfera del conocimiento científico.

El abanico de posibilidades *de ser* para las mujeres del momento, vio sus limitaciones más arduas en el discurso progresista de la ciencia que mantuvo el *status quo* favorable al sexo masculino, relegando a las mujeres a la función de la maternidad y el cuidado de la especie.

6. BIBLIOGRAFÍA

CAPEL, R. Mª. (1986) “La apertura del horizonte cultural femenino: Fernando de Castro y los congresos pedagógicos del siglo XIX. En: R. Mª Capel (Coord.) *Mujer y sociedad en España 1700-1975*. Madrid, Instituto de la mujer, pp. 109-146.

CATALINA, S. (1951) *La mujer. Apuntes para un libro*. Buenos Aires, Colección Austral. 1ª Ed. 1858.

CLARET, A. Mª. (1897) *Camino recto y seguro para llegar al cielo.* Barcelona, Librería religiosa y Científica de Pablo Riera y Sans.

GONZÁLEZ BLANCO, E. (1905) "La inferioridad mental de la mujer". *Nuestro Tiempo*, Vol. III, (61), 12-35.

NOVOA SANTOS, R. (1909) *La indigencia espiritual del sexo femenino. Las pruebas anatómicas, fisiológicas y psicológicas de la pobreza mental de la mujer Su explicación biológica.* Madrid, Sempere y compañía Ed.

NOVOA SANTOS, R. (1929) *La mujer, nuestro sexto sentido y otros esbozos*. Madrid, Biblioteca nueva.

POSADA, A. (1981) *Breve historia del krausismo español*. Universidad de Oviedo, Servicio de publicaciones.

SCANLON, G. (1986) La polémica feminista en la España contemporánea (1868-1974). Madrid, Ediciones Akal.

SINUÉS DE MARCO, P. (1862) *El ángel del hogar*. Madrid, Imprenta Española de Nieto y Comp. 3ª edición.

TACORONTE DOMÍNGUEZ, M. J. (2013) "La biopolítica española: el caso de Roberto Novoa Santos". En: A. Gómez Rodríguez y A. Fco. Canales Serrano (Eds.) *Estudios políticos de la ciencia. Políticas y desarrollo científico en el siglo XX*. Madrid, Plaza y Valdés Editores, pp. 125 - 142.

GONZÁLEZ REDONDO, F. A. (coord.) (2015) *Ciencia y Técnica entre la Paz y la Guerra. 1714, 1814, 1914*. Madrid, SEHCYT, pp. 1083-1090.

LA DOCTORA ELISA SORIANO FISCHER Y SUS COETÁNEAS

Cristina Escrivá Moscardó[(1)]

(1) Grupo de Investigación Asociación Cultural Instituto Obrero, Valencia, España, cristina.escriva@uv.es

Resumen

Aún quedan trayectorias vitales por descubrir de mujeres que rompieron el molde tradicional, logrando ser profesionales de la medicina, al tiempo que pioneras en sus diferentes especialidades. Mujeres que durante las tres primeras décadas del pasado siglo, participaron en diferentes asociaciones de beneficencia, ayuda social o protección a la infancia, apostando por el feminismo y por la corporación profesional, hasta el inicio de la guerra civil. Médicas que compartieron formación, ilusiones, trabajo altruista y remunerado, luchando por conseguir libertad educativa, derechos y obligaciones como ciudadanas. Una élite de médicas que tuvieron presencia y participación en la vida social de su época y que tras el triunfo franquista formaron parte del conjunto de mujeres invisibles, alejadas de los espacios públicos.

En esta comunicación nos centramos en Elisa Soriano Fischer, una de las más representativas mujeres médicos, por su actividad y protagonismo en diferentes ámbitos, al tiempo que esbozaremos las trayectorias de otras doctoras coetáneas: Concepción Aleixandre Ballester, Trinidad Arroyo Villaverde, Josefina Landete Aragó, Rosario de Lacy Palacios, Antonia Martínez Casado y Cecilia García de Cosa que junto a ella fueron pioneras en los años 20 del siglo XX, tras acceder, no sin dificultad, a una educación universitaria.

La doctora Elisa Soriano nació en octubre de 1891 en Madrid, donde falleció en diciembre del año 1964. Profesionalmente fue una brillante oftalmóloga y profesora de la asignatura de Fisiología e Higiene en la Escuela Normal Central de Maestras, siendo la primera mujer que se embarcó como doctora, ocupando un cargo en la Marina Civil. Una incansable activista que luchó, junto a otras compañeras, hasta conseguir el voto femenino.

El estudio de la figura de Elisa Soriano y sus coetáneas, en general, es básico en relación a la historia sociocultural de su época y en particular desde la perspectiva de género, ciencia y educación.

Palabras Clave: Educación, España, Género y Ciencia, Medicina, Siglo XX.

THE DOCTOR ELISA SORIANO FISCHER AND HER COETANEOUS

Abstract

There are still undiscovered life trajectories of women who broke the traditional mold, managing to be medical professionals, while pioneers in their different specialties. Women during the first three decades of the last century, participated in various charities, welfare or child protection, relying on feminism and the professional corporation, until the start of the civil war. Medical training who shared illusions, altruistic and paid work, striving for educational freedom, rights and obligations as citizens. Medical elite who had presence and participation in the social life of his time and that after Franco's victory, were part of the set of invisible women in public spaces.

In this paper we focus on Elisa Soriano Fischer, one of the most representative female doctors, for their activity and role in various fields, while we will also talk, about the trajectories of other contemporary doctors, as Concepción Aleixandre Ballester, Trinidad Arroyo Villaverde, Josefina Landete Aragó, Rosario de Lacy Palacios, Antonia Martínez Casado and Cecilia García de Cosa, who, along with Elisa Soriano were in the 20s of XX century, pioneers, after entering, not without difficulty, to a college education.

Dr. Elisa Soriano was born in Madrid in October 1891, where he died in December 1964. Professionally, it was a brilliant ophthalmologist and professor of Physiology and Hygiene in the "Escuela Normal Central de Maestras". She was the first woman to travel as a doctor in the Merchant Navy. A tireless activist who fought to get together with other companions, the female vote.

The study of the figure of Elisa Soriano and his contemporaries, in general, is essential in relation to the cultural history of his time and, in particular, gender, science and education.

Keywords: Education, Spain, Gender and Science, Medicine, Twentieth Century.

1. INTRODUCCIÓN

Por primera vez en España, en el año 1882, Martina Castells y Ballespí (Lérida, 1852-Reus, 1884) logró el grado de doctor en Medicina por la Universidad Central de Barcelona[1] y Dolors Aleu Riera (Barcelona, 1857-1913), primera licenciada en Medicina en Barcelona, se convirtió en la segunda mujer que se doctoró en España, en octubre de ese mismo año por la de Madrid. No sería hasta iniciado el siglo XX cuando, en 1912, María Ángeles Furundarena López consiguió ser la primera mujer licenciada en la Facultad de Madrid. A partir de ese año el número de mujeres médicas fue aumentando. En 1925 la doctora Elisa Soriano Fischer pronosticó: "no está lejos el día en que se puedan contar por docenas las muchas que terminen su carrera"[2].

Mujeres de distintas ideas políticas que tenían en común sentir pasión por su profesión, coincidieron en alguno de los organismos existentes o en los que ellas mismas fundaron, como: la Junta de Damas del Comité Femenino de Higiene Popular, el Lyceum Club Femenino Español, la Asociación Nacional de Mujeres Españolas (ANME), la Juventud Universitaria Feminista (JUF) o la Asociación de Médicas Españolas (AME).

Las investigaciones sobre Elisa Soriano Fischer se están ampliando progresivamente y gracias a su archivo gráfico y a los testimonios de sus dos sobrinas, hemos accedido a información inédita sobre nuestra protagonista que, desde muy joven, aparece tanto en la prensa genérica, sobresaliendo en sus múltiples facetas sociales, docentes, filantrópicas y feministas, así como en revistas especializadas médicas y pedagógicas.

2. ELISA SORIANO FISCHER

Elisa Soriano Fischer (Madrid, 1891-1964) fue maestra y profesora de varias generaciones de estudiantes de Magisterio, feminista destacada en la organización de las mujeres, especialmente las universitarias, promotora de la atención a la infancia y dinamizadora cultural, alcanzó sus objetivos profesionales con el ejercicio de la Medicina y, de forma especial, con su actividad en Oftalmología, de la que fue en España una de sus primeras investigadoras.

[1] (1882) *La Ilustración Española y Americana,* (42), 284.
[2] SORIANO, E. (1925) "A las nuevas licenciadas en Medicina". *La Correspondencia de España*. *Diario Universal de Noticias,* (9), 11.

Tras los estudios de Magisterio, fue vocal del Comité Femenino de Higiene Popular y, al tiempo que trabajaba como auxiliar en la Inspección Médico Escolar de Madrid, cursó la carrera de Medicina (1912-1918), licenciándose con la calificación de sobresaliente. El prestigioso periódico *España Médica* le realizó un reportaje, felicitando a la nueva doctora[3]. Soriano concluyó, en 1919, los cursos de doctorado y defendió su tesis titulada *Contribución al estudio de los tumores malignos de la órbita,* que fue calificada con sobresaliente. En 1917 se vinculó al Instituto Oftálmico de Madrid, donde completaría su formación especializada. En 1922 fue nombrada auxiliar interina de Higiene de la Escuela Normal de Maestras de Madrid y, en la Real Academia de Jurisprudencia y Legislación, expuso la doctrina de la recién creada Sociedad Española de Abolicionismo, de la que fue, en sus inicios, miembro activo.

Fue, por oposición, médica de la Beneficencia Municipal de Madrid, profesora de la Escuela Normal y médica de la Marina Civil –siendo la primera mujer que se embarcó para desarrollar su profesión–. Desde sus primeros trabajos científicos: "El tracoma en Vallehermoso" (1919), "El tracoma y la escuela" (1925), "Cartilla popular de la higiene de la vista" (1926) y "Los ojos de vuestros hijos" (1928), entre decenas de ellos, su especialidad en Oftalmología fue un componente esencial. Impartió un número elevado de conferencias, bien divulgativas, bien científicas, una de las últimas, en el Instituto Oftálmico, estuvo dedicada al problema social de los ciegos y semiciegos (1962). Colaboró con la ONCE y fue vocal del Patronato Nacional de Protección de Ciegos durante varios años.

Una mujer activista que luchó por conseguir en España el voto femenino y que representó el modelo de mujer independiente. Ideóloga de la JUF, la asociación aglutinó a jóvenes estudiantes de las facultades de Derecho, Filosofía y Letras, Ciencias, Medicina y Farmacia, además de licenciadas y doctoras. Sus estatutos datan del 7 de marzo de 1920, teniendo la sede social en el domicilio de la doctora Soriano. La JUF, tras ocho años de actividades, tuvo un gran protagonismo social cuando, entre Barcelona, Madrid y Sevilla, celebró el XII Consejo de la "International Federation of Women University" y delegadas de 31 naciones visitaron España[4]. La Comisión de la Federación española estaba formada por Elisa Soriano, como presidenta; vicepresidentas, primera, Jimena Quirós y, segunda, María de Maeztu; secretaria, Clara Campoamor; vicesecretaria, Matilde Huici; tesorera, María Bardán; contadora, Conrada Calvo; bibliotecaria, -su hermanastra- María Josefa Soriano Buch; vocales: Loreto Tapia Robson, Encarnación Sánchez Herrero, Rosa Martín de Antonio, Amalia Pía, Antonia Martínez Casado, María Asunción Arapiles Molinero y Concha Peña.

Ferviente partidaria del asociacionismo femenino, tejió redes con agrupaciones españolas y extranjeras, como la ya mencionada "International Federation of Women University". Entre sus promotoras en España se encontraban las doctoras: Concepción Aleixandre (presidenta de Honor), Trinidad Arroyo (presidenta), Nieves González (vicepresidenta), Cecilia García de Cosa (socia), Rosario de Lacy (vicepresidenta) y Elisa Soriano, secretaria general de la AME, también conocida popularmente como Asociación de Mujeres Médicas.

3. COETÁNEAS

Además de nuestra protagonista principal, Elisa Soriano Fischer, en esta comunicación aportamos seis reseñas biográficas de mujeres médicas, nacidas entre 1862 y 1902 que, junto a ella, fueron en la España de primeros del siglo XX pioneras de la medicina, tras conseguir, salvando obstáculos, una educación universitaria. La mayoría, en su conjunto, formaron parte de asociaciones femeninas que se distinguían por su índole reivindicativa y humanitaria. Una élite latente, de profesionales, que tuvieron presencia y participación en la vida social de su época. Algunas hasta el

[3] (1918) *España Médica*, (270), 15-16.
[4] (1928) *La Libertad*, (2.565), 2.

inicio de la Guerra Civil y otras hasta la entrada de las tropas de Franco en Madrid. Unas se exiliaron y otras vivieron -que no convivieron-, con la dictadura, trabajando desde el silencio y no desde la tribuna, como antes de la guerra. Ninguna de estas mujeres doctoradas en Medicina -exceptuando a Concepción Aleixandre-, tuvieron fácil realizar estudios secundarios, ni mucho menos licenciarse, pero intuitivamente fueron abriendo sendas, salvando trabas, hasta llegar a situarse en el camino que años más tarde, sobre todo en la década de los años treinta del siglo XX, siguieron otras, al tiempo de ir consolidando espacios tradicionalmente ocupados por varones. Mujeres pioneras que sirvieron de ejemplo rompiendo esquemas. Figuras modelo, a las que continuaron otras, en las diferentes formas de capacitación, mirando de igual a igual a los hombres hasta la actualidad, sin bajar la guardia y creciendo en progresión aritmética.

No se puede generalizar cuando se dice que todas ellas alcanzaron su meta con esfuerzo, ya que en su gran mayoría dispusieron de un respaldo económico, ni que fueran todas entusiastas luchadoras por la igualdad de género, pero se puede afirmar que fueron las que pusieron los primeros peldaños, para alcanzar los niveles actuales de igualdad.

Concepción Aleixandre Ballester, Trinidad Arroyo Villaverde, Josefina Landete Aragó, Rosario de Lacy Palacios, Antonia Martínez Casado y Cecilia García de Cosa, por fortuna, no fueron las únicas, por tanto sería imperdonable no nombrar –con la seguridad de que no están todas– a las doctoras: Nieves González Barrios, María Josefa Bardán Mateu, Jimena Fernández de la Vega, Serafina Palma Delgado, Mercedes Maestre Martí, Rosa Poy Martí, Trinidad Espinosa Pérez, María Luisa Quadras Bordes, Loreto Tapia Robson, Juana García Orcollen, Cristina Prado Balser, Gloria Gómez Alvarado, Manuela Solís, Angelita Carreño, Luisa Trigo, Pérez Rama, Fons, Ocina, Gaona…

María Concepción Aleixandre Ballester (Valencia, 1862 – 1952) estudió en el Instituto Luis Vives de Valencia, finalizando el bachiller en septiembre de 1883 con sobresaliente en todas las asignaturas. Álvarez [1988, p.148] afirma que se licenció en 1889 obteniendo un total de veinte sobresalientes, siendo la primera mujer que lo consiguió en Medicina y Cirugía por la Universidad de Valencia[5]. Según Flecha [1996, p.116], con 23 años se trasladó a Madrid, matriculándose de algunas asignaturas del doctorado, que no finalizó, publicitando sus servicios gratuitos en la prensa madrileña: “Concepción Aleixandre, la primera mujer que ha alcanzado en nuestro país el grado de doctor en medicina [sic.], ofrece asistir gratuitamente a las enfermas pobres”[6]. La primera información que aparece sobre ella, en la prensa generalista, corresponde al año 1884 alabándola: “Una señorita, llamada Concepción Aleixandre, ha obtenido en la Universidad de Valencia el primer premio en la asignatura de Física ampliada”[7]. Activa ginecóloga desde finales del siglo XIX y principios del siglo XX, en enero de 1891, fue nombrada médico agregado del cuerpo facultativo de Beneficencia general, con destino en el Hospital de la Princesa en Madrid, obteniendo, según la *Gaceta de Instrucción Pública,* el primer cargo público para una mujer en establecimientos de carácter oficial[8]. En ese año intervino en el Congreso Médico Farmacéutico Regional de Valencia, siendo nombrada presidenta honoraria de la Sección de Medicina Pública y de especialidades. Curiosamente, estudiada por Caballero [2013, p. 12], fue de las primeras españolas en obtener una patente sobre fisiología, consistente en dos sistemas de pesarios, aparatos que se colocaban en la vagina para corregir el descenso de la matriz. El instrumento ginecológico, estaba fabricado en metal.

Impulsora de varias organizaciones femeninas, entre otras responsabilidades, fue miembro de la Inspección Médico Escolar ocupando cargos directivos en la Junta de Damas, en la Asociación Española para el progreso de las Ciencias, en el Consejo Supremo Feminista, en la ANME, en la JUF y en el Lyceum Club. En 1917 consiguió ser la primera mujer en la Junta de Gobierno de la Sociedad

[5] 115/28. Archivo Universidad de Valencia.
[6] (1890) *La Época*, (13.426), 2.
[7] (1884) *El Imparcial*, (6.126), 1.
[8] (1891) *Gaceta de Instrucción Pública*, (70), 537.

de Pediatría de Madrid[9]. Uno de los artículos más extensos sobre ella, firmado por Julio Romano bajo el título "La doctora Concepción Aleixandre. Un paladín glorioso del feminismo español", arrancaba con estas palabras:

> La marcha inexorable del progreso humano, tuvo su iniciación y comienzo hace bastantes años, la lucha por la emancipación de la mujer ha tenido sus paladines gloriosos en épocas en que un gesto, un alarde de independencia femeninos, eran motivo de escándalo o de burla, las formas de defensa contra todo lo que rompe lo tradicional o consuetudinario. En España fue la precursora una mujer ilustre, de fuerte voluntad y de inteligencia prócer, cuyo nombre suena gratamente en todos los oídos: Doña Concepción Aleixandre.

En la misma entrevista la doctora contestaba a una pregunta sobre el movimiento feminista en España diciendo: "Yo a eso no le llamo feminismo. El avance de la mujer en la vida moderna se llama Progreso, Civilización y Cultura"[10].

Trinidad Arroyo Villaverde (Palencia, 1872 – México, 1959) estudió en el Instituto Jorge Manrique de su ciudad natal y, tras largas gestiones, ingresó en la Facultad de Medicina de Valladolid, en 1888. Ella comentó en una entrevista: "¿Por qué no podría yo llegar hasta doctorarme lo mismo que mis condiscípulos, si lo mismo había de poder practicar?". Añadiendo que, "en el doctorado pasé mal rato. Tanto más cuanto que el Tribunal me amontonó todas las dificultades posibles. Pero, por fin, me dieron sobresaliente, y por unanimidad"[11]. Al año siguiente de su licenciatura (1895), se trasladó a Madrid donde defendió su tesis "Los músculos internos del ojo en su estado normal y patológico" convirtiéndose, el 9 de noviembre de 1896, según un estudio de Álvarez [1988, p.170], en la primera mujer oftalmóloga de España. En 1902 contrajo matrimonio, en Palencia, con el célebre doctor Manuel Márquez. Un año después publicó "Sobre la Adrenalina en Oftalmología", donde se apuntó que asistía en la Clínica Oftalmológica del Real Hospital del Buen Suceso y que era oculista del Asilo de Huérfanos del Sagrado Corazón de Jesús[12]. Trabajó en el Instituto Rubio, en el Asilo de Santa Lucía y fue ayudante de Oftalmología en la Universidad de Madrid. En 1913 integraba el Comité Femenino de Higiene Popular. En 1916 fue la primera mujer ejercitando el derecho del voto en las elecciones de senadores por la Universidad de Madrid[13]. Calificada de filantrópica, por sufragar un pabellón oftálmico en el Asilo de Vallehermoso[14], poco tiempo después denunció el abandono de los niños por la nula atención de las monjas, manifestando que: "Vallehermoso es una vergüenza para todos los que en ello intervienen". Según opinó Margarita Nelken, "ningún discurso, ningún acto, puede tener más trascendencia para los progresos de la causa feminista que el ejemplo de la doctora Arroyo"[15]. Luchadora por la emancipación de la mujer a través de la educación, apostó por la República y la laicidad. Convertida en referente social, fue fundadora y presidenta de la ANME, de la AME y del Comité Nacional de Mujeres Antifascistas. Se posicionó como mujer de izquierdas, firmando un llamamiento dirigido a las mujeres de todos los países, contra la guerra, la miseria y el fascismo[16] y, junto a Antonio Machado, el "Manifiesto a los Intelectuales españoles con motivo del Segundo aniversario de la Guerra"[17]. El 4 de junio de 1939 llegó exiliada a México, falleciendo en ese país.

---

[9] (2014) "Centenario de la Sociedad de Pediatría de Madrid. 1913-2013. Primeras juntas directivas en imágenes". *Acta Pediátrica Española*, 72(2), 46-49.
[10] (1928) *La Esfera,* (768), 7.
[11] (1918) *España Médica*, (272), 11.
[12] (1903) *Revista ibero-americana de ciencias médicas*, *IX* (16), 364.
[13] (1916) *Mundo Gráfico*, (236), 2.
[14] (1916) *ABC*, (4.183), 4.
[15] (1918) *España Médica*, (272), 11.
[16] (1934) *El Heraldo de Madrid*, (15.071), 7.

Josefina Landete Aragó (Valencia, 1885 – Madrid, 1969) siguió los pasos de su hermano, el odontólogo Bernandino Landete. En 1908 realizó oposiciones de maestra de Primera enseñanza. Continuó sus estudios en la Facultad de San Carlos de Madrid, licenciándose en 1913 con la calificación de sobresaliente, especializándose en Estomatología. En 1915 es secretaria del Comité Femenino de Higiene Popular e intervino en una conferencia en la Universidad Central sobre "Higiene de la boca", charla calificada por la prensa como "un verdadero triunfo"[18]. En 1921 obtuvo, con el número 2, plaza de odontólogo municipal del Ayuntamiento de Madrid. En 1923 pertenece a la Liga Española de Medicina Social. En 1924 Julia Peguero resalta la labor de Josefina Landete, en la Casa de Higiene, donde asistía gratuitamente a los niños en su especialidad[19]. *La Correspondencia militar*, el 5 de septiembre de 1925, anunció su participación en el X congreso dental español. Al inicio del año 1927, entró como vocal en la Junta de Gobierno de la Sociedad Odontológica Española. En el XI Congreso Dental Español en Barcelona, expuso: "Moral profesional en la práctica odontológica". Invitada por el Comité de organización del VI Congreso de Estomatología, que se celebró en París en 1929, acudió en representación oficial del ministro de la Gobernación[20].

Terminada la guerra se le abrió expediente de depuración, en el Fichero General, Sección Político Social. En 1955, se jubiló como dentista de la Casa de Socorro. Falleció en Madrid en 1969.

Rosario de Lacy Palacios (Madrid, 1891 – 1954), estudió en el Instituto Cardenal Cisneros, obteniendo la calificación de sobresaliente en 1907. Flecha [1996, p. 233] anota que, de Lacy, terminó la Licenciatura en 1913, especializándose en Pediatría. En el curso 1911-1912, ejerce de profesora numeraria, como alumna interna del Hospital de San Carlos, en el Centro Íbero-Americano de Cultura Popular Femenina y Escuela de Madres de Familia de Madrid[21]. La publicación *España Médica* inserta una fotografía de ella como interna de la Clínica de ginecología del doctor Sebastián Recasens[22] y, en la sección "Feminismo médico", aparece la noticia: "Las doctoras Arroyo de Márquez y Rosario de Lacy, tomaron parte en el mitin de propaganda que, en la Escuela del Hogar, organizó la Liga popular contra la tuberculosis"[23]. La prensa continúa nombrándola en diferentes actos y organizaciones donde participa como miembro del Comité Femenino de Higiene Popular[24]. En 1914 en la *Gaceta de Instrucción Pública y Bellas Artes*, aparece como profesora de Higiene y Puericultura de la Escuela del Hogar y Profesional de la Mujer, valorando entre sus méritos estar doctorada por la Universidad[25]. La Junta directiva de la Sociedad Ginecológica Española, en 1914, la incluye como Bibliotecaria, continuando en el cargo en la renovada junta de 1916[26] y 1917[27], año que es secretaria general de la Junta de Damas de Protección Médica[28]. En 1923 es profesora especial de Fisiología e Higiene de la Escuela Normal de Maestras de Madrid[29]. Pertenecía al Comité directivo de la Liga Femenina Española pro Paz y Libertad, fundada en 1929, filial de la Liga Internacional de las Mujeres, con el fin de trabajar por la aplicación de los principios incorporados al pacto de la Sociedad de las Naciones. En el Lyceum creó y mantuvo en su Sección social, "La Casa del Niño" (1929-1931), una guardería asistida por enfermeras, gratuita para hijos de mujeres obreras. Rosario de Lacy fue la secretaria del Lyceum Club, bajo la presidencia de Isabel de Palencia[30]. En abril del año 1936 aparece en *El Sol* como vicesecretaria de la Agrupación Femenina Republicana. Por Orden

[17] (1938) *Facetas de Actualidad española*, (4), 69.
[18] (1915) *El Heraldo de Madrid*, (8.910), 5.
[19] PEGUERO, J. (1924) "Una buena obra en defensa de la higiene infantil en Madrid". *La Voz* (1.326), 4.
[20] (1929) *La Época*, (28.028), 1.
[21] (1911) *ABC*, (2.305), 20.
[22] (1912) *España Médica*, (49), 8.
[23] (1913) *España Médica*, (83), 14-16
[24] (1913) *El Imparcial*, (16.798), 2.
[25] (1914) *Gaceta de Instrucción Pública y Bellas Artes*, (1.243), 1-2.
[26] (1916) *Summa*, (10), 62.
[27] (1916) *España Médica*, (183), 16.
[28] (1917) *España Médica*, (232), 15.
[29] (1923) *El Imparcial*, (20.233), 5.
[30] (1932) *La Voz*, (3.701), 5.

de 30 de noviembre de 1940 se resuelve el expediente de depuración de Rosario de Lacy Palacios, profesora de la Escuela Normal del Magisterio de Madrid, número 2[31]. Falleció el año 1954.

Antonia Martínez Casado (Baena 1899 - Córdoba 1985), en junio de 1925 se licencia en la Facultad de Medicina de la Universidad de Madrid, especializándose en Análisis clínicos[32]. Su tesis versó sobre la "Influencia en la clínica de la radiactividad de las aguas medicinales," por la que obtuvo la calificación de sobresaliente. A continuación trabajó en Jaén junto al doctor Redondo y en Madrid con el doctor Pittaluga, siendo agregada del departamento de Bacteriología. Auxiliar de la cátedra de Hidrología y Climatología médica, desde octubre de 1926[33], cuando sustituyó al catedrático José García Viñals se convirtió en la primera mujer profesora en la Facultad de Medicina de San Carlos de Madrid donde, en 1931, fue encargada de la cátedra.

En 1935 intervino en la Primera Conferencia Oceanográfica Iberoamericana, siendo la única mujer que participó en dicha reunión[34]. Al inicio de la guerra civil era la directora médico del Balneario de Hervideros de Fuensanta, en la población de Villar del Pozo (Ciudad Real). A finales de 1938 se trasladó a Ballesteros de Calatrava (Ciudad Real). En abril de 1939, según consta en su expediente de depuración[35], entregó una importante cantidad de monedas de oro para la causa nacional. Quedando sin sanción, continuó en la cátedra hasta 1943. En 1946 ingresó en el nuevo cuerpo de médicos de Aguas minero-medicinales.

Cecilia García de Cosa (Sevilla 1902–Algeciras 1985), fue premio extraordinario de licenciatura en Sevilla, doctorándose en la Facultad de Medicina de Madrid, con la tesis "Ideas actuales sobre la patogenia y tratamiento hidromineral de la gota". Ganó el premio Peinador del doctorado en 1919 y obtuvo, por unanimidad, el valioso premio Manjón de la Universidad de Sevilla. En los exámenes celebrados para el Cuerpo médico de la Marina Civil, ella y Elisa Soriano fueron las únicas mujeres que aparecen entre los más de cien aprobados[36].

En 1929 ambas participaron, representando a la AME en el Congreso "Women's Medical International Association", celebrado en Paris. Cecilia, por concurso oposición, logró ser la primera mujer que ingresaba en el Cuerpo Técnico de la Comisión Central Antipalúdica, trabajando en el Instituto de Navalmoral de la Mata, dirigiendo el de Talavera de la Reina y más tarde en Aranjuez, llevando el estudio del "Anofelismo sin paludismo", en colaboración con el Instituto Provincial de Higiene de Madrid. En 1931 fue la subdirectora del Hogar-Residencia de Señoritas, fundado por la vizcondesa de San Enrique, patrocinadora de la revista *Mujeres Españolas*[37].

En 1932 sus colegas y amigas, le organizaron un homenaje como representante de "compañeras que van penosamente conquistando puestos hasta ahora cerrados para la mujer", felicitándose de que, después de un severo concurso-oposición, ingresara en la Escuela Nacional de Sanidad como alumna del curso de oficiales para ocupar plazas en la Sanidad Nacional, siendo la primera mujer que fue admitida. Un "paso más en el feminismo inteligente bien merece el estímulo de un homenaje, que sirva al propio tiempo para apretar más los lazos que nos unen a todas en el esfuerzo común"[38]. En 1963 la nombraron directora de los Servicios Sanitarios de Algeciras,[39] apareciendo en la prensa como directora comarcal de Sanidad y Fiscal de la Vivienda. Falleció en Algeciras, Málaga, el día 24 de diciembre de 1985.

[31] (1941) *BOE*, (14), 311.
[32] ES.28079.AHN/2.3.1.20.3.1//UNIVERSIDADES,5844,Exp.3232.
[33] (1927) *España Médica*, (511), 3-4.
[34] (1935) *El Sol*, (5.511), 4.
[35] 9953/29 TOP 32/37. AGA.
[36] (1928) *El Imparcial*, (21.174), 5.
[37] (1931) *Nuevo Mundo*, (1.930), 24-25.
[38] (1932) *La Libertad*, (3.938), 4.
[39] (1963) *BOE,* (90), 6218.

4. CONCLUSIÓN

La doctora Elisa Soriano Fischer, en su condición de mujer feminista, profesional de la medicina, fundadora y dinamizadora de organizaciones que pretendían crear espacios igualitarios, al tiempo de mejorar la sociedad, fue ejemplo a seguir por mujeres de generaciones posteriores.

En general, las primeras mujeres que se licenciaron en Medicina apostaron por desarrollar sus vidas en torno a la ciencia, la docencia y la lucha por ocupar en un mundo de hombres un puesto igualitario. Fueron las primeras que, desde la perspectiva de género, buscaron conseguir el protagonismo que les correspondía, según sus conocimientos. Situación que, en la dictadura, perdieron radicalmente y que poco a poco, algunas de ellas, volvieron a anhelar poder conseguir.

5. BIBLIOGRAFÍA

ÁLVAREZ RICART, M. C. (1988) *La Mujer como profesional de la medicina en la España del siglo XIX.* Barcelona, Anthropos.

CABALLERO GONZÁLEZ, M. (2013) "Mujer y tecnología. Las primeras murcianas en patentar un invento". *Revista C.E.H. Fray Pasqual Salmerón*, 10-16.

FAGOAGA, C. (1985) *La voz y el voto de las mujeres. El sufragismo en España 1877-1931*. Barcelona, Icaria.

FLECHA GARCÍA, C. (1996) *Las primeras universitarias en España, 1872-1910.* Madrid, Narcea.

GARCÍA DEL CARRIZO, M. (1999) *Aproximación a una palentina ilustre*. Palencia, Diputación.

ORTIZ GÓMEZ, T. (2000) "Elisa Soriano Fisher, una médica feminista". *Mujeres y salud*, (5), 16-17.

SANFELIÚ JIMÉNEZ, L. (2007) "Presentación". En: C. Escrivà Moscardó: *La paz es nuestra. 30 mujeres de un infinito*. Valencia, L'Eixam, 9-14.

SANFELIÚ JIMÉNEZ, L. (2008) "Del laicismo al sufragismo. Marcos conceptuales y estrategias de actuación del feminismo republicano entre los siglos XIX y XX". *Pasado y Memoria. Revista de Historia Contemporánea*, (7), 59-78.

VIÑAO, A. (2000) "Higiene, salud y educación en su perspectiva histórica". *Áreas. Revista de Ciencias Sociales*, (20), 9-24.

GONZÁLEZ REDONDO, F. A. (coord.) (2015) *Ciencia y Técnica entre la Paz y la Guerra. 1714, 1814, 1914*. Madrid, SEHCYT, pp. 1091-1098.

ELISA SORIANO FISCHER EN LA PUBLICACIÓN *ESPAÑA MÉDICA*

Júlia Jordà Gisbert[(1)], Gabriel Benavides Escrivá[(2)]

(1) Grupo de Investigación Asociación Cultural Instituto Obrero, Valencia, España, jujorgis@alumni.uv.es
(2) Grupo de Investigación Asociación Cultural Instituto Obrero, Valencia, España, gabes@uoc.edu

Resumen

La personalidad de Elisa Soriano Fischer (1891-1964) toma distintos caminos, gracias a su doble condición de oftalmóloga y maestra y a su activa participación en la vida pública, social y cultural madrileña de la primera mitad del siglo XX. Desde su juventud encontramos referencias en la prensa periódica y en publicaciones de divulgación científica, resaltando en todas sus facetas, uniendo profesión y vocación social en favor de la infancia y de los más desfavorecidos.

En la comunicación reconstruiremos la trayectoria de esta relevante doctora en la publicación científica *España Médica* -de la cual la Biblioteca Nacional de España conserva 559 ejemplares-, con periodicidad irregular. Fundada y dirigida por el pediatra y escritor José Ignacio de Eleizegui López (1879-1956), considerado un renovador del periodismo moderno español, *España Médica* fue una publicación de información científica-profesional, que abarcaba, con rigor, todo el mundo médico de la época, además de tener en cuenta el protagonismo de la mujer en la práctica médica.

Elisa Soriano fue una de las primeras mujeres doctora con notable presencia en *España Médica*, periódico en el que también aparecía su padre, el ginecólogo José Soriano Surroca (1865-1938). Así pues, podemos trazar a partir de esta publicación la aparición de nuestra protagonista que, desde 1913 será constante, incidiendo sobre todo en los años veinte. Tras el estudio de las informaciones que se incluyen sobre ella podemos mostrar su activismo en distintas asociaciones, los diferentes puestos que ocupó en su profesión y sus ámbitos de sociabilización. También se destacan entrevistas y artículos propios, así como sus numerosas fotos y caricaturas. En definitiva, los problemas que a ella le preocupaban, sus proyectos, y el modelo de mujer moderna del que hablaba en sus escritos, y que ella misma representaba.

Palabras Clave: Medicina, Género y Ciencia, España, Divulgación científica, Siglo XX.

ELISA SORIANO FISCHER IN THE PUBLICATION *ESPAÑA MÉDICA*

Abstract

The personality of Elisa Soriano Fischer (1981-1964) is developed in different ways, because of her double condition of ophthalmologist and teacher, and her active participation on the public, social and cultural life in Madrid on last century. Since she was young, we can find her in the press and also in publications about scientist divulgation, showing all of her skills, and mixing her profession and social vocation for the childhood and the most disadvantaged people.

In this paper we are showing, we are going to explain the career of this relevant teacher and ophthalmologist in the publication *España Médica* –which one has 559 models in the Biblioteca Nacional de España–. This newspaper started to being published in February in 1911 in Madrid, firstly each ten days (1911-1927), after those fifteen to fifteen days (1927-1931), and finally, every month

(1931-1936). The director at *España Médica* was a writer and paediatrician called José Ignacio de Eleizegui López (1879-1956), who is considered as a reformist of the Spanish journalism. This publication was about the medical world, scientist information and divulgation as well. Moreover, it keeps in mind the feminism and the influence of the women's role in the medicine.

Elisa Soriano was one of the pioneer medical women who appear in *España Médica*, which also showed in its pages the gynaecologist José Soriano Surroca, her father. For these reasons, we are going to talk about the articles where Elisa appeared in this publication, since 1913 to 1934. It will give us a global view about her social activism in different associations, and the different steps in her career, and also her interviews, photos and caricatures. In conclusion, we are going to know the problems and achievements of a modern woman in the firstly twenty century.

Keywords: History of Science, Gender Studies, Spain, Scientific divulgation, Twentieth Century.

1. INTRODUCCIÓN

En muy diversos campos de la vida pública que se desarrollaba en Madrid en los albores del siglo pasado, ya desde muy joven empezó a destacar Elisa Soriano Fischer (1891-1964), una profesional de la oftalmología y del magisterio, mujer de acción política y social. Desde temprana edad, nuestra protagonista comienza a aparecer regularmente en la prensa de la época, con fuerte presencia, sobre todo en los años veinte. Tanto en periódicos (*ABC, El Heraldo de Madrid, La Vanguardia, La Libertad,* etc.) como en revistas especializadas (*España Médica, Siglo Médico*, *Mundo Femenino, Revista Íbero-americana de Ciencias Médicas, El Monitor Sanitario,* etc.), se hace patente la relevancia que alcanzó en los diferentes ámbitos en los que se movía, por una parte como mujer científica, en el campo de la medicina, así como en el de la enseñanza. Al mismo tiempo participaba en numerosas asociaciones con fines benéficos y luchaba por la igualdad civil y social de la mujer en colectivos femeninos y feministas, apostando por la protección de la infancia, así como por la consecución del sufragio universal.

Las referencias en la prensa periódica y de divulgación científica son tan abundantes que en esta comunicación trataremos de acotar su estudio centrándonos en una publicación concreta, es decir, abordaremos la presencia de la doctora Soriano en *España Médica*. Sus apariciones, en más de una veintena de números, tienen sus inicios en el 1913, alcanzando su auge en la década de los veinte, cuando su actividad social y feminista fue más prolífica.

2. LA REVISTA *ESPAÑA MÉDICA*

En las líneas que vienen a continuación trataremos de presentar los 25 años de existencia de *España Médica*, fundada y dirigida por el pediatra y escritor José Ignacio de Eleizegui López (1879-1956), también redactor de *El Heraldo de Madrid* -donde también encontramos numerosísimas citas, artículos y entrevistas a Elisa Soriano-, considerado como renovador del periodismo médico español, según consta en el catálogo de la Hemeroteca digital de la Biblioteca Nacional de España[1].

La publicación comenzó a editarse el uno de febrero de 1911, en Madrid, primero con periodicidad decenal (1911-1927), después quincenal (1927-1931) y finalmente mensual e ilustrada, desde el número 607 de 1931 hasta su desaparición en junio de 1936, con el número 669. No obstante, no disponemos de todos los ejemplares. En la Biblioteca Nacional de España, faltan los

[1] Véase *España Médica*, en: Hemeroteca digital de la Biblioteca Nacional de España [Recurso en línea]: http://hemerotecadigital.bne.es/details.vm?o=&w=1131-2084&f=issn&l=500 [Consulta 20 de mayo de 2014].

años 1924 al 1926, situación que no supone un vacío de información sobre Elisa Soriano y la publicación en su conjunto ya que, en el Archivo de la Universidad Complutense, existe un álbum con numerosos documentos de la doctora, que incluye recortes de *España Médica*.

Por otro lado, su paginación varía de las 16 a las 40 páginas, así como su formato, que va evolucionando a través del tiempo. En su inicio presentó una cabecera modernista, que se simplificó en los años veinte y, desde enero de 1927 (n. 507), se modernizó, como podemos comprobar en las siguientes imágenes:



*Figura 1.*Cabecera de *España Médica* del 10 de febrero de 1911.
(Biblioteca Nacional de España)

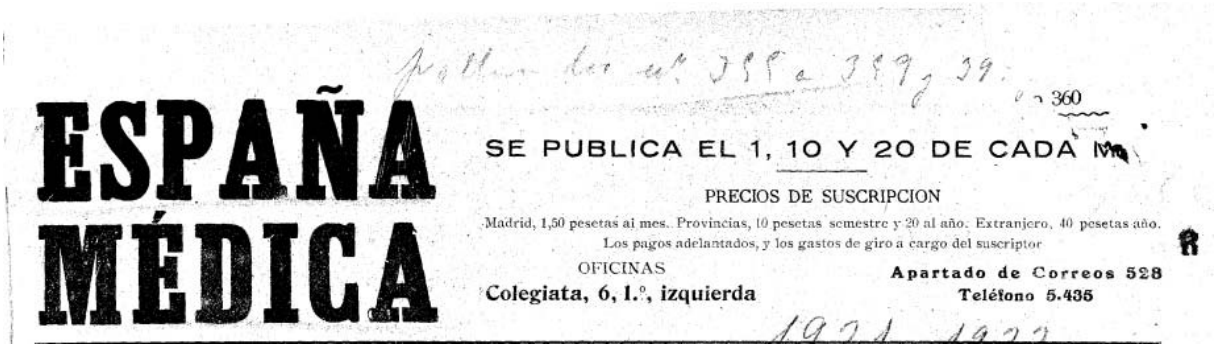


Figura 2. Cabecera de *España Médica* del 20 de febrero de 1921. (Biblioteca Nacional de España).

La edición del periódico ilustrado de información científica, incorporaba gran variedad de fotograbados en sus diferentes secciones, como “Disposiciones oficiales” y “Los médicos en la intimidad”, con breves biografías de médicos de la sociedad de la época. Además de artículos científicos, divulgativos y de información sobre asociaciones relacionadas con esta temática, también disponía de “Consultorio” y páginas literarias, como la sección “Cuentos médicos”. Todo ello complementado con originales reclamos publicitarios, reportajes y entrevistas. La moderna fórmula de su director trataba de dar cabida a todas las especialidades de la medicina, incluyendo las más

innovadoras: la sexología y la psiquiatría, así como secciones sobre la mujer en la medicina y el "Feminismo médico", de la que sería autora en varias ocasiones Elisa Soriano[2].


AÑO XVIII Madrid, 15 de Enero de 1927 NÚM. 508

ESPAÑA MÉDICA

DIRECTOR: José de Eleizegui

Se publica los días 1 y 15 de cada mes.
PRECIOS DE SUSCRIPCIÓN:
Suscripción mensual (Madrid), 1,50 ptas.
Anual — (Madrid y provincias), 15 ptas.
A los profesionales, suscriptores del Anuario Médico, 10 pesetas al año.

SECRETARIO: José de Eleizegui Sieyro

Figura 3. Cabecera de *España Médica* del 15 de enero de 1927. (Biblioteca Nacional de España).

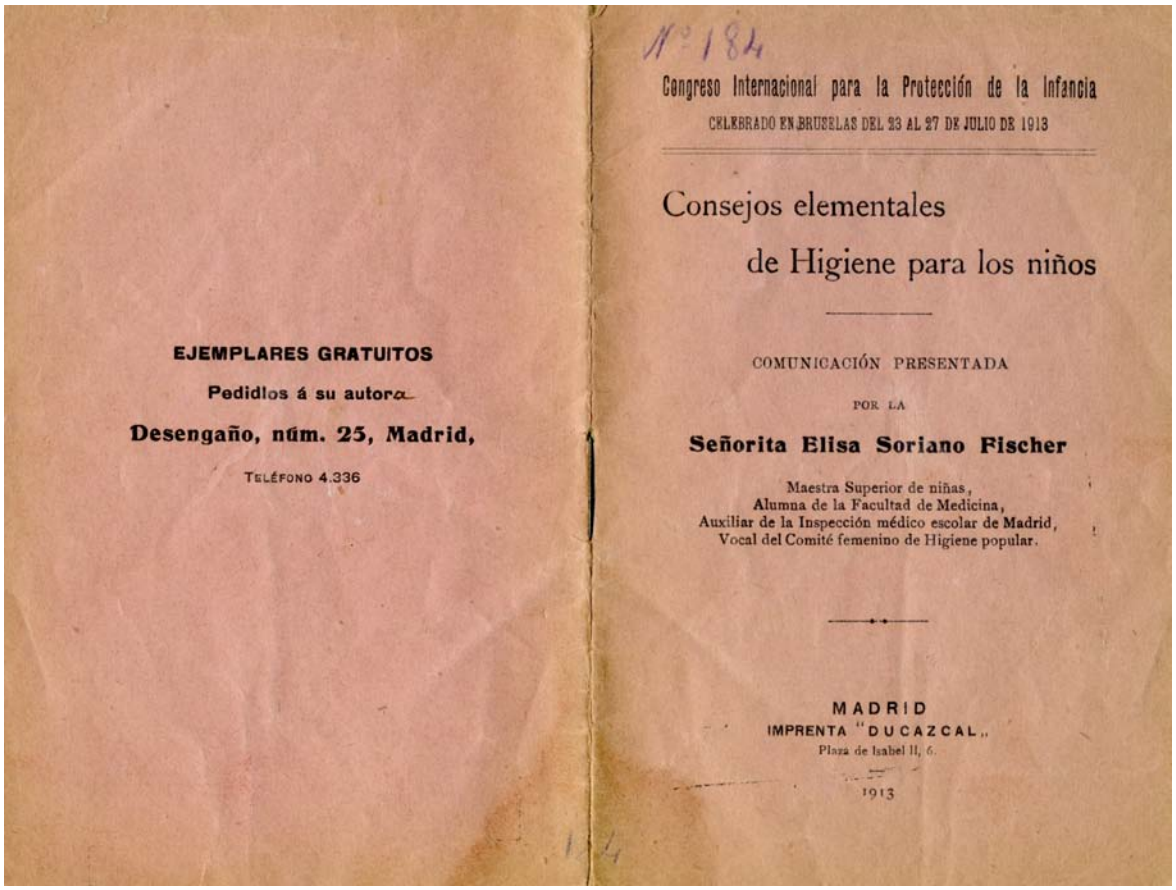
3. LA DOCTORA ELISA SORIANO FISCHER

De los 559 números conservados en la Biblioteca Nacional de España, hemos localizado a Elisa Soriano en numerosas entradas. Entre las más frecuentes, acorde con la personalidad de nuestra protagonista, hemos comprobado cómo colaboró con textos de cariz médico-social, tratando aspectos de higiene pública, educación sanitaria, protección a la infancia o disertaciones sobre enfermedades infecciosas. También la doctora escribió sobre la incorporación y el protagonismo de la mujer en la práctica médica.

Será en los ámbitos que acabamos de enunciar, donde Elisa Soriano aparecerá regularmente. En el mes de junio de 1913 en las sesiones de la "Junta de Damas, Caja de socorros para huérfanos, viudas y médicos inutilizados" [3], formada sobre todo por mujeres de prestigiosos médicos de la época, y a la que ella pertenecía por influencia de su padre, el ginecólogo José Soriano Surroca. La finalidad de esta asociación fue la de procurar recursos y ayuda a las familias de médicos que habían caído en la pobreza, mediante la recaudación de fondos y fiestas benéficas. En el ejemplar del 10 de febrero de 1914 se cita a Soriano como secretaria de la misma, una de las pocas que se licenciaría en Medicina dentro de la Junta[4].

Siendo maestra superior, alumna en la Facultad de Medicina y auxiliar de la Inspección médico-escolar de Madrid, en 1913 asistió al Congreso Internacional de Protección a la Infancia celebrado en Bruselas, representando al Comité Femenino de Higiene Popular. En este congreso, con presencia de 35 naciones, fue donde expuso su comunicación "Consejos elementales de higiene para los niños"[5], que publicó en separata para su distribución gratuita desde su casa -calle Desengaño, 25 de Madrid-, como vemos en la imagen siguiente[6]:

[2] *Ídem.*
[3] (1913) "Junta de Damas: Caja de socorros para huérfanos, viudas y médicos inutilizados. Sesión del 29 de mayo de 1913". *España Médica*, (86), 9.
[4] (1914) "Protección médica". *España Médica*, (110), 9-10.
[5] (1913) "El Congreso Internacional de protección a la infancia celebrado en Bruselas". *España Médica*, (99), 1.
[6] SORIANO [1913].



EJEMPLARES GRATUITOS

Pedidlos á su autora

Desengaño, núm. 25, Madrid,

TELÉFONO 4.336

Nº 184

Congreso Internacional para la Protección de la Infancia

CELEBRADO EN BRUSELAS DEL 23 AL 27 DE JULIO DE 1913

Consejos elementales de Higiene para los niños

COMUNICACIÓN PRESENTADA

POR LA

Señorita Elisa Soriano Fischer

Maestra Superior de niñas,
Alumna de la Facultad de Medicina,
Auxiliar de la Inspección médico escolar de Madrid,
Vocal del Comité femenino de Higiene popular.

MADRID

IMPRENTA "DUCAZCAL"

Plaza de Isabel II, 6.

1913

Figura 4. Consejos elementales de higiene para los niños.
(Archivo Margareto Soriano)

Pocos meses antes de licenciarse en Medicina, en marzo de 1918, participó en el banquete organizado al doctor Sebastián Recasens, por su éxito en las votaciones de las últimas elecciones de senadores en la Universidad Central. En el acto, Elisa Soriano compartiría, a temprana edad, la mesa de la presidencia junto a personalidades de la talla de Emilia Pardo Bazán o el subsecretario de Instrucción pública, el Sr. Rivas Mateos[7].

Otra de las sociedades, con las que nuestra protagonista colaboró, fue la Sociedad Española de Higiene, en la que se debatían temas de higiene pública, como el uso de carruajes para el transporte de enfermos, u otros como el de la protección a la infancia. Como ella afirmaba en una entrevista, asistía a las sesiones de esta sociedad desde muy joven:

> Yo quería, a toda costa, ser médico; desde pequeñita, rodeada siempre de médicos, ya que por haber perdido a mi madre a los cinco años, yo era el acompañante de mi padre; por la mañana, a la visita, en el coche, en el que le esperaba, y con el a las sociedades como la de Higiene, de la que tal vez el oyente más asiduo, desde luego más pequeño, era yo [...][8].

[7] (1918) "Un banquete, el Dr. Recasens". *España Médica*, (259), 8.
[8] (1927) "Feminismo médico. La doctora Elisa Soriano". *España Médica*, (508), 20-21.

En estas reuniones intervinieron, tanto ella como su padre, con disertaciones como "La profilaxis y las reglas de higiene más convenientes para las obreras embarazadas que asisten a fábricas y talleres"[9]. Por su parte, el conjunto de los integrantes de esta sociedad, presidida por el doctor Fernández Caro, debatieron sobre temas claves, como los perjuicios del tabaco o del alcohol para la sociedad[10]. Uno de los discursos más interesantes que pronunció en la Sociedad Española de Higiene fue el titulado "Protección económica a la mujer para evitar la trata de blancas", transcrito íntegramente en el número del 20 de abril de 1920, en el cual recurrió a sus postulados feministas, reclamando la igualdad de derechos civiles y laborales, con la finalidad de disminuir la prostitución[11].
A principios del año 1921, Elisa Soriano Fischer fue nombrada profesor clínico de la Facultad de Medicina[12] –cargo del que dimitiría pocos meses después–. Sin dejar de lado su actividad asociativa, presentó a finales del mismo año, en la Sociedad Española de Higiene, el discurso "La mujer en la vida moderna", sobre la enseñanza de la higiene desde los periodos más tempranos[13]. También cabría resaltar su intervención en estas mismas sesiones a favor de la lucha antialcohólica, que ella misma relacionaba con los movimientos de templanza y las demandas de las feministas en otros países europeos y en Estados Unidos[14].

Asimismo participó en *España Médica* con artículos como "Una vergüenza más. El tracoma en Vallehermoso", siendo el tracoma una de las enfermedades en las que se centró nuestra oftalmóloga, dedicando diversos estudios para evitar el contagio, mediante medidas higienistas. En el texto que citamos, Elisa Soriano, mostró su indignación ante la propagación de esta enfermedad durante la infancia y sus terribles consecuencias, tan fáciles de prevenir pero tan difíciles de curar[15]. En el mismo número, del 10 de enero de 1920, apareció en la sección "Feminismo médico" una foto de ella, con el siguiente pie: "La señorita Elisa Soriano y Fischer, que ha ingresado en el Claustro extraordinario de la Universidad Central como doctora que es en Medicina, habiendo obtenido dicho grado con la calificación de sobresaliente".

Otro ejemplo, y esta vez como cronista, es el titulado "Solemne sesión del VII centenario de la Facultad de Medicina de Montpellier", a la que asistió como delegada[16].

En su artículo "La Escuela de Mutilados", que elaboró a partir de su visita durante su viaje a Montpellier, dio cuenta de los avances que el gobierno francés había desarrollado en el campo de las prótesis, para que los mutilados de guerra o por otras causas y dolencias pudiesen continuar trabajando y formando parte activa de la sociedad[17].

En otra de las secciones de que disponía el periódico se publicaban los aprobados en oposiciones, o los nombramientos. También en nuestro caso hablaremos de este punto, pues tanto en el *ABC* del 2 de enero del 1921 como en *España Médica* del 1 de febrero de 1921 encontramos que "la doctora Elisa Soriano ha sido nombrada profesor clínico de la Facultad de Medicina". Ya en 1928, la señorita Soriano volvió a aparecer cuando ocupaba una de las 75 plazas vacantes como médico de la Beneficencia municipal de Madrid, a la vez de la noticia anunciando que era la primera mujer médico en la Marina Civil[18], que embarcaba en Vigo hacia Buenos Aires. Aunque también viajó como médico su compañera de oposición, Cecilia García de Cosa, unos meses después.

En último lugar, no podríamos finalizar este texto sin hablar de las entrevistas que nuestra protagonista ofreció a la publicación que tratamos, pues éstas muestran más facetas de su personalidad y profesionalidad. Contamos con diversos ejemplos, uno de los cuales data del 15 de

[9] (1919) "Sociedad Española de Higiene. Sesión del 18 de febrero de 1919". *España Médica*, (297), 14-15.
[10] (1920) "Sociedad Española de Higiene. Sesión del 10 de febrero de 1920". *España Médica*, (324), 12-13.
[11] (1920) "Protección económica a la mujer". *España Médica*, (330), 2-4.
[12] (1921) *España Médica*, (358), 1.
[13] (1921) "Sociedad Española de Higiene". *España Médica*, (390), 15.
[14] (1922) "Sociedad Española de Higiene". *España Médica*, (397) 2-3.
[15] SORIANO [1920]
[16] SORIANO [1922a].
[17] SORIANO [1922b]

enero de 1927, número de *España Médica* en el que ella era la noticia, como ya había sucedido anteriormente, de la sección "Feminismo médico", hecho harto representativo. En esta entrevista, habló de su vocación hacia su profesión, sus motivaciones, y eso lo ligó a su condición de mujer:

> [...] cuando pude darme cuenta de lo que es la vida de las mujeres de nuestra clase, si el padre falta, me aterró la idea de que el único porvenir de ellas sea la de la caza de un marido... de lo contrario, precisadas a ganarse la vida sin preparación alguna para la ruda lucha que impone el trabajo, y más si es femenino, han de recurrir a coser, a bordar, a acompañar señoritas..., es decir, a morirse de hambre. Esto me decidió a emprender una profesión, y dada mi afición por los libros, decidimos que...continuase la carrera de Magisterio, en lo que estaba conforme, con la condición de que me dejasen hacer también la de Medicina, conquistando a mi padre [...][19].

Otra de las entrevistas que la redacción de *España Médica* le hizo fue por su nombramiento como Médico Director del Balneario de Fuente Caliente (Ciudad Real), en la que habló de la importancia de los tratamientos hidrológicos y de las aguas minerales[20]. Además, Elisa Soriano también explicó el 15 de junio de 1928 a todos los lectores de la nombrada publicación, sus impresiones después de haber asistido a la V reunión del Congreso Internacional de Mujeres Médicas, celebrado en Bolonia, y al que acudió en representación del Ministerio de Instrucción Pública. Dicho congreso contó con la participación de unas cien mujeres médicos de 23 países diferentes, que discutieron temas como la protección a la infancia y las enfermedades en los ojos, en relación con las dolencias generales del organismo[21].

La última vez que tenemos constancia de su aparición en *España Médica*, fue en 1934, con la transcripción de una conferencia dada en noviembre de ese año en Radio España sobre la Beneficencia Municipal de Madrid. En sus palabras podemos leer una demanda de cambio y reorganización de la Beneficencia Municipal, de la reorganización científica, económica y administrativa que ella cree necesaria. A la vez que alababa el sacrificio y trabajo de los sanitarios de esta institución, que sufría algunos problemas, a los que ella pidió solución mediante la construcción de un Hospital Municipal[22].

4. CONCLUSIÓN

De la investigación sobre la presencia de Elisa Soriano en *España Médica*, se evidencia por un lado la escasa representación de mujeres vinculadas a la profesión médica, convirtiéndose la Dra. Soriano en una de las figuras femeninas más importantes de la publicación.

En definitiva, el título de esta Sección monográfica, no podría hacer más justicia a Elisa Soriano. Su presencia en *España Médica* da cuenta de las tres palabras que la definen: ciencia, género y educación. Fue a partir de su doble profesión, de su condición de mujer y de feminista, por lo que debería entrar en la Historia contemporánea del siglo XX por la puerta grande. Como ella misma afirmaba en sus entrevistas, se esforzó para que el Magisterio y la Medicina, no fueran antagónicos, sino todo lo contrario, precisos, indispensables cada uno para el otro. Del mismo modo que luchó por la igualdad de mujeres y hombres, también complementarios y ambos necesarios para contribuir a la prosperidad de la sociedad.

---

[18] (1928) *España Médica*, (546), 29.
[19] (1927) *España Médica*, (508), 20-21.
[20] (1927) *España Médica*, (518), 7.
[21] (1928) *España Médica*, (542), 3.
[22] SORIANO [1934].

5. BIBLIOGRAFÍA

ORTIZ GÓMEZ, T. (1986) “La Asociación de Médicas Españolas (1928-1964) y su fundadora, doctora Elisa Soriano (1891-1964)”. En: M. Valera; M. A. Egea; M. D. Blázquez (eds.) *Libro de Actas. VIII Congreso Nacional de Historia de la Medicina.* vol. 1, Murcia-Cartagena, Universidad de Murcia, 1988, pp. 595-606.

ORTIZ GÓMEZ, T. (2000) “Elisa Soriano Fisher, una médica feminista”. *Mujeres y salud*, 5. Barcelona, pp. 16-17.

SORIANO, E. (1913) *Consejos elementales de Higiene para los niños.* Congreso Internacional para la Protección de la Infancia. Madrid, Imprenta Ducazcal.

SORIANO, E. (1919) *Contribución al estudio de los tumores malignos de la órbita*. Tesis para optar al grado de doctor en Medicina y Cirugía. Madrid, Gráfica Universal.

SORIANO, E. (1920) “Una vergüenza más. El tracoma en Vallehermoso”. *España Médica,* (320), 5,11-12.

SORIANO, E. (1922a) “Solemne sesión del VII centenario de la Facultad de Medicina de Montpellier”. *España Médica,* (393), 1-2.

SORIANO, E. (1922b) “La Escuela de Mutilados”. *España Médica,* (395), 5.

SORIANO, E. (1925) “La higiene en la Enseñanza. El tracoma y la Escuela”. *Revista Íbero-americana de Ciencias Médicas*, (53), 174-176.

SORIANO, E. (1925) *Fisiología e Higiene*. Madrid, Reus.

SORIANO, E. (1925*) Fisiología e Higiene*. Tomo I (manuscrito)

SORIANO, E. (1934) “Algo sobre Beneficencia Municipal”. *España Médica,* (651), 34-36.

VIÑAO, A. (2000) “Higiene, salud y educación en su perspectiva histórica”. *Áreas. Revista de Ciencias Sociales*, (20), 9-24.

GONZÁLEZ REDONDO, F. A. (coord.) (2015) *Ciencia y Técnica entre la Paz y la Guerra. 1714, 1814, 1914*. Madrid, SEHCYT, pp. 1099-1106.

HACIENDO CAMINO AL ANDAR: MUJERES DE LA SECCIÓN DE CIENCIAS DEL INSTITUTO-ESCUELA

María Poveda Sanz[(1)]

(1) Universidad Pontificia Comillas, Madrid, España, mariapov@gmail.com
Miembro del grupo de investigación "Historia y presente de la cultura escolar. Género e identidades" (CEGI), de la Facultad de Educación, Universidad Complutense de Madrid.

Resumen

Está claro que la entrada de las mujeres a la función docente a nivel de enseñanza no obligatoria no resultó fácil, pero en el camino hacia una igualdad de oportunidades profesionales hubo una clara diferencia en lo vivido en el Instituto-Escuela con respecto a otros institutos de segunda enseñanza.

A lo largo de prácticamente dos décadas, desde 1918 hasta el inicio de la Guerra Civil, en el Bachillerato del Instituto-Escuela se contó con la presencia de profesionales femeninos entre el personal docente de la Sección de Ciencias (Matemáticas, Ciencias Naturales, Física y Química, etc.), primero ostentando la categoría de aspirantes al magisterio secundario y, desde 1933, también como encargadas de curso.

En esta comunicación nos aproximaremos a esta realidad, que no solo benefició a este sector profesional sino también a toda la comunidad educativa y a la sociedad en general, puesto que tuvieron la oportunidad de visibilizar nuevos modelos de mujer con expectativas personales (formativas, profesionales y/o sociales) diferentes.

Palabras Clave: Españolas, Madrid, Instituto-Escuela, Ciencias Naturales, Matemáticas, Física y Química, Segunda República, Segunda Enseñanza.

MAKING THE WAY BY WALKING: WOMEN OF INSTITUTO-ESCUELA´S SCIENCE SECTION

Abstract

Over nearly two decades, from 1918 to the beginning of the Spanish Civil War in the baccalaureate of the Instituto-Escuela was attended by female professionals including teachers of the Science Section (Mathematics, Science, Physics and Chemistry, etc.), firstly they hold category of "aspirantes al magisterio secundario" and since 1933, also they hold as "encargadas de curso".

In this paper we approach to this reality, which not only benefited to this professional sector but also to the entire educational community and society in general, since they were able to visualize new female models with differents personal expectations (educational, professional and / or social).

Keywords: Spanish women, Madrid, Instituto-Escuela, Natural Science, Mathematics, Physics and Chemistry, Second Republic, Secondary School.

1. INTRODUCCIÓN

Hace poco más de cien años, las mujeres españolas lograron entrar en el templo de la sabiduría por antonomasia: la Universidad. Es cierto que ya existían casos de mujeres que habían accedido a este espacio de conocimiento, pero no fue hasta 1910 cuando las mujeres dejaron de tener que pedir permiso para aprender y trabajar en (casi) las mismas condiciones que los hombres.

A partir de ese año, gradualmente se fueron viendo cada vez más caras femeninas en las aulas universitarias. Mujeres que, en la mayoría de los casos, fueron apoyadas en sus *nobles* aspiraciones por su entorno más inmediato y, en algunos casos, supieron hacerse con un lugar propio dentro de la comunidad universitaria, ya como alumna ya como profesora de estudios superiores.

La presente comunicación continúa con la labor de difusión de los resultados obtenidos en la tesis doctoral *Mujeres y segunda enseñanza en Madrid (1931-1939): el personal docente femenino en los institutos de Bachillerato.* Como pude comprobar en mi investigación doctoral, muchas de las mujeres que ejercieron como profesoras durante la II República, provenían del Instituto-Escuela o se habían acercado a esta institución educativa antes del periodo republicano.

En mi tesis identifiqué a más de un centenar y medio de profesoras que, en algún momento de la etapa republicana, impartieron clases en alguno o varios de los trece institutos que funcionaron en Madrid. Las seguí durante el primer tercio del siglo XX para entender en qué circunstancias habían llegado a la II República. Y, después, indagué acerca de qué había sido de ellas con la guerra y la posguerra española.

Pues bien, de ese total aproximadamente más de la mitad impartió clases en el Instituto-Escuela. Si nos fijamos en quiénes fueron, nos daremos cuenta además de que se trató de las mismas mujeres que se convirtieron en pioneras al ingresar como profesoras a los nuevos institutos de segunda enseñanza creados durante la II República, al formar parte de la exclusiva élite de profesorado de universidad o al desarrollar una importante trayectoria científica en su paso por alguna o varias de las instituciones dependientes de la Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas (JAEIC).

Lo que aquí vamos a hacer es señalar quiénes fueron las mujeres que, tras demostrar una excelente trayectoria académica, fueron seleccionadas para formar parte de la Historia del Instituto-Escuela.

2. LA SEGUNDA ENSEÑANZA Y EL *INSTITUTO-ESCUELA*

Como se ha dicho, no fue hasta 1910 cuando las mujeres vieron admitidas legalmente sus aspiraciones formativas y laborales. A lo largo de ese año, estando como ministros de Instrucción Pública el Conde de Romanones y luego Julio Burell, se aprobaron dos disposiciones legales que se complementaban al permitir el acceso a la formación no obligatoria sin pedir permiso a las autoridades y, tras superar todos los grados y pruebas requeridas, ejercer con el título universitario conseguido[1].

Como muestran las estadísticas de la época[2], esto se tradujo en un crecimiento lento y continuado de mujeres que poco a poco fueron accediendo a todos los niveles educativos. Así, si en el curso 1908-09 hubo 2.413 estudiantes de Bachillerato, dos décadas después se había triplicado.

[1] Real orden disponiendo se considere derogada la de 11 de Junio de 1888, y que por los Jefes de los Establecimiento docentes se concedan, sin necesidad de consultar á la Superioridad, las inscripciones de matrícula en enseñanza oficial ó no oficial, solicitadas por las mujeres, siempre que se ajusten á las condiciones y reglas establecidas para cada clase y grupo de estudios [*Gaceta de Madrid* nº 68, de 09/03/1910, pp. 497-498].
Real orden disponiendo que la posesión de los diversos títulos académicos habilitará á la mujer para el ejercicio de cuantas profesiones tengan relación con este Ministerio [*Gaceta de Madrid* nº 247, de 04/09/1910, pp. 731-732].

[2] *Véase* Anuario Estadístico de España, en http://www.ine.es.

Pero es que en el caso de las universitarias, se había pasado de 40 estudiantes a más de 800, lo que no deja lugar a dudas de la tendencia hacia la que se estaban dirigiendo las alumnas cada vez más formadas y con mayores deseos de seguir formándose hasta las últimas consecuencias, es decir, hasta conseguir *iguales estudios, iguales trabajos*.

Tras muchas décadas de esfuerzos, el trabajo de maestra era una opción laboral considerada aceptable socialmente, de ahí que con el paso del tiempo se hubiese convertido en una profesión feminizada. Pero no fue así en el caso de la enseñanza en otros niveles educativos y de ahí la importancia de las profesoras de las que aquí hablamos.

En 1918 abrió sus puertas el Instituto-Escuela, un centro educativo público que unía en un mismo proyecto la enseñanza primaria y la segunda enseñanza (educación unificada) y que se inspiraba en los mismos principios educativos que la Institución Libre de Enseñanza (pedagogía activa, coeducación, contacto con la Naturaleza, etc.).

Ningún proyecto puede hacerse realidad sin contar con la participación activa de sus integrantes, por un lado los responsables directos del proyecto teórico, por el otro las familias que se encontraban en sintonía con dicho proyecto. Pero es que, no hay que olvidar que en última instancia, son los responsables de llevarlo a la práctica quienes juegan un papel indiscutible en lograr o no las metas deseadas. En este sentido, el catedrático de instituto estuvo acompañado de dos figuras profesionales propias del centro, el profesor-adjunto y el aspirante al Magisterio Secundario y, a partir de 1933, también del encargado de curso.

Como puede leerse en el *Reglamento del Instituto-Escuela*[3], el cargo de aspirante al Magisterio secundario era otorgado anualmente por la Junta de Ampliación. El proceso era relativamente sencillo, cada aspirante dirigía su solicitud a la Junta señalando su edad, su formación (estudios cursados) y, en su caso, las prácticas de enseñanza que hubiesen realizado con anterioridad (indicando el lugar donde había ocurrido), así como la autoría de trabajos (publicados, inéditos o notas de estudios), lecturas o experimentos llevados a cabo y, finalmente, sus preferencias de especialidad (aquella o aquellas a las que querían dedicarse).

El hecho de que hubiese una limitación en el número de plazas concedidas aseguraba una mayor eficacia en el seguimiento de las prácticas. Pero además, si nos fijamos en el colectivo femenino que aspiró a ocupar una de esas plazas, podemos ver que no sólo sirvió para incrementar el número de profesoras de instituto, sino que la Junta de Ampliación reconoció el potencial de estas mujeres ofreciéndolas una inestimable ayuda para perfeccionarse: más tiempo ocupando un lugar en el cuadro docente del Instituto-Escuela, remuneración o apoyo institucional para realizar viajes académicos (pensiones o consideración de pensiones), espacios profesionales de experimentación como el Instituto Nacional de Ciencias, etc.

En este sentido, fue decisión de la Junta el mecanismo para reconocer la labor de cada aspirante, ya fuese mediante una remuneración por las enseñanzas encomendadas o bien, mediante la concesión de una beca completa o parcial.

Se esperaba una estrecha relación entre catedráticos y aspirantes. Bajo la atenta mirada de profesores de reconocida trayectoria (catedráticos), cada aspirante se debía suscribir a una de las tres secciones de Ciencias que había en el instituto: *Matemáticas*, *Ciencias fisicoquímicas* o *Ciencias Naturales, Fisiología, Higiene y Agricultura*.

El proyecto innovador diseñado por la Junta de Ampliación previó que esta práctica profesional estuviese acompañada de una intensa formación a desarrollar tanto dentro como fuera de España. El proyecto exigió total dedicación, impidiendo que pudieran desempeñar de manera continua otra ocupación (ya fuese un puesto de docente en otro centro, de oficina o similar), por lo que podríamos

[3] Recogido en la Memoria académica del curso 1918-1919*, en Memoria de la JAEIC correspondiente a los cursos 1918-1919* y *1919-1920* (Madrid, 1920).

pensar que el hecho de que hubiese tantas mujeres se debiese a que no eran sostén económico y podían realizar sin problemas tal *inversión* o, al menos, esperar pacientemente su *oportunidad*[4].

> Para poder hacer suficientemente eficaz el plan de trabajo de los aspirantes, ha sido necesario declararlo incompatible con toda otra ocupación que absorba, de un modo continuo, su atención y sus fuerzas. Por consiguiente, no deberán encargarse de dar enseñanzas fuera del Instituto-Escuela, ni aceptar ocupaciones de oficina y otras semejantes que, si por el momento pueden reportarles una pequeña ventaja económica, serán en definitiva un motivo de agotamiento y atraso [*Memoria correspondiente a los años 1918 y 1919*, p. 252].

Es interesante señalar que, como se menciona en el *Reglamento del Instituto-Escuela*, desde el momento en que concedía la solicitud de ocupar una de las plazas vacantes de aspirante al Magisterio secundario:

> Se formará a cada aspirante un expediente personal, donde consten: la fecha de su admisión, los estudios y prácticas docentes que haya realizado con anterioridad y los estudios prácticos, trabajos personales y experimentales que conforme al artículo 11 del Real decreto realice cada año [*Memoria correspondiente a los años 1918 y 1919*, p. 249].

Ciertamente se preveía que, durante al menos dos años, llevaran a cabo una formación más especializada en centros ubicados en el país. Igualmente, se deseaba reconocer la demostrada aptitud y vocación de los mejores aspirantes, dotándoles de las ayudas necesarias para ampliar su formación en el extranjero. El horario fijado incluía las sesiones de estudio y la realización de prácticas profesionales, pero además se instaba a hacer ejercicio físico diariamente.

> Se ha adoptado, por otra parte, un sistema de estudios y prácticas que llena para cada aspirante tantas horas como prudentemente pueden dedicarse a un esfuerzo intelectual. El resto del día debe consagrarse al descanso y al ejercicio físico, cuyo descuido tanto aminora la vitalidad y el rendimiento (incluso, claro está, el científico) de nuestra raza [*Memoria correspondiente a los años 1918 y 1919*, p. 252].

En el primer curso del Instituto-Escuela, esto es en el curso 1918-1919, fueron dieciséis los aspirantes al Magisterio secundario que se distribuyeron en las cuatro especialidades con las que arrancaron[5]: *Preparatoria*, *Lengua y Literatura castellanas y Lengua y Literatura modernas*, *Matemáticas* y *Ciencias naturales, Fisiología, Higiene y Agricultura*. El carácter de ensayo de ese primer curso escolar ayuda a entender que fueran pocos los estudiantes que entraron a esta ilustre institución educativa (83 en preparatoria y 91 en secundaria) y, por tanto, fueran tan pocas las plazas docentes ofertadas. Igualmente, también explica el por qué en esos primeros inicios funcionaron solamente cuatro de las nueves secciones preceptuadas. A partir de entonces, unos continuarían su labor docente en este u otros centros, mientras que en otros casos se *reconducirían* sus proyectos profesionales. A lo largo de los años, se fueron dando paso a nuevas *caras* docentes, entre las que estaban las mujeres que vamos a mencionar a continuación.

[4] Es conveniente hacer notar que entre las principales razones de rechazar la plaza pudiese estar presumiblemente el poder adquisitivo, pues en el caso de no ser de la capital, tenían que contar con el suficiente respaldo económico para pagar la residencia y seguir el estilo de vida deseado en Madrid.

[5] Once hombres (Juan Cuesta Urcelay, Ruperto Fontanilla, Samuel Gili Gaya, Leoncio Gómez Vinuesa, Antonio Graner Molero, Antonio Marín Sáez de Viquera, Agustín Millares, Leonardo Martín Echeverría, Gonzalo Pérez Casanova, José María Ramos Loscertales y José Vallejo) y cinco mujeres (María Luisa García-Dorado, María de las Nieves González Barrio, Rosa Herrera, Juana Moreno Sosa y María Sánchez Arbós).

3. LAS MUJERES DE LA SECCIÓN DE CIENCIAS DEL *INSTITUTO-ESCUELA*

Cuando pensamos en la Sección de Ciencias del Instituto-Escuela, resulta *natural* nombrar en primer lugar a los catedráticos a los que se les confió la responsabilidad de poner en marcha o continuar con el proyecto educativo. Unos hombres que aparecían en la prensa, realizaban conferencias, impartían clases en la universidad, se formaban fuera del país, investigaban en los laboratorios españoles… En definitiva, unos profesionales que se preocuparon por el desarrollo científico del país.

Ámbito de enseñanza	***Catedráticos***
Ciencias Naturales	• Luis Crespí Jaume. • Juan Dantín Cereceda. • Antonio Marín y Sáenz de Viguera. • José Augusto Sánchez Pérez • Federico Gómez Llueca.
Física y Química	• José Estalella y Graells. • Miguel A. Catalán Sañudo. • Andrés León Maroto.
Matemáticas	• José A. Sánchez Pérez. • Julio Carretero.

Figura 1. Catedráticos de la Sección de Ciencias en el Instituto-Escuela (elaboración propia a partir de las Memorias académicas y mi tesis doctoral).

No obstante, lo que más nos interesa en esta comunicación, es la idea de que fueron estos hombres los que vieron en ciertas mujeres un potencial académico y profesional que les llevó a *acompañarlas* en ese viaje *inhóspito*. No sólo compartieron el espacio docente (en el Instituto-Escuela y/o en la Universidad), sino también el espacio científico (en el Instituto Nacional de Ciencias) y académico (en las sociedades científicas) e incluso, en algunos casos, el personal.

Los primeros seis aspirantes al Magisterio de la Sección de Ciencias fueron por un lado, Ruperto Fontanilla que estuvo adscrito a las clases de Matemáticas; y, por el otro, Juan Cuesta Urcelay, Leoncio Gómez Vinuesa, Rosa Herrera Montenegro y Gonzalo Pérez Casanova, incorporados a las clases de Ciencias naturales. En el siguiente curso solamente repitieron Juan Cuesta y Rosa Herrera, que dieron la bienvenida a nuevos aspirantes como Ángel Saldaña Pérez (Matemáticas), Felisa Martín Bravo (Física y Química), Arturo Duperier Valera (Física y Química) y Miguel Ángel Catalán Sañudo (Física y Química). Año a año, se fueron repitiendo algunos nombres a la vez que se daba la bienvenida a otros.

En la Figura 2 puede verse rápidamente quiénes fueron las mujeres que estuvieron adscritas a la Sección de Ciencias, incidiendo especialmente en las *pioneras* en cada área de conocimiento (Ciencias Naturales, Física y Química y Matemáticas).

3.1. Ciencias Naturales

Bajo la denominación de *Ciencias Naturales* se encontraba la enseñanza de la *Biología*, de la *Agricultura* y de la *Geología, Geografía física y Cosmografía*. Con su enseñanza se pretendía que el alumnado adquiriera aquellos conocimientos útiles para su desarrollo formativo, especialmente aquellos aplicables a los temas agrario, industrial, higiénico-sanitario, etc.

Nombre y apellidos	***Categoría profesional que ocupó***	***Enseñanza***
• María Luisa Álvarez-Santullano Brzezicka	Aspirante al Magisterio Secundario	Ciencias Naturales
	Encargada de curso	
• María Aragón García-Suelto	Aspirante al Magisterio Secundario	Física y Química
• Antonia Bardán Mateu	Aspirante al Magisterio Secundario	Ciencias Naturales
• Adela Barnés González	Aspirante al Magisterio Secundario	Física y Química
	Encargada de curso	
• Victoria Beatriz Baylos Corroza	Aspirante al Magisterio Secundario	Matemáticas
• Rosa Bernis Madrazo	Aspirante al Magisterio Secundario	Matemáticas
	Encargada de curso	
• Elena Felipe González	Aspirante al Magisterio Secundario	Física y Química
• Encarnación Fuyola Miret	Aspirante al Magisterio Secundario	Ciencias Naturales
• Carmen García del Amo	Aspirante al Magisterio Secundario	Física y Química
• María Paz García del Valle	Aspirante al Magisterio Secundario	Física y Química
• Antonia Gasco Gascón	Aspirante al Magisterio Secundario	Ciencias Naturales
• Pilar González González	Aspirante al Magisterio Secundario	Física y Química
• Luz Trinidad Gutiérrez Sarasíbar	Aspirante al Magisterio Secundario	Ciencias Naturales
• Rosa Herrera Montenegro	Aspirante al Magisterio Secundario	Ciencias Naturales
• Carmen Herrero Ayllón	Aspirante al Magisterio Secundario	Física y Química
• Josefa Marti Tortajada	Aspirante al Magisterio Secundario	Ciencias Naturales
• Felisa Martín Bravo	Aspirante al Magisterio Secundario	Física y Química
• María del Rosario Montoya Santamaría	Aspirante al Magisterio Secundario	Ciencias Naturales
• María del Carmen Martínez Sancho	Aspirante al Magisterio Secundario	Matemáticas
• María del Pilar Martínez Sancho	Aspirante al Magisterio Secundario	Física y Química
	Encargada de curso	
• Concepción Moratinos Mato	Aspirante al Magisterio Secundario	Física y Química
• Julia Morrós Sardá	Aspirante al Magisterio Secundario	Ciencias Naturales
• Elena Paunero Ruiz	Aspirante al Magisterio Secundario	Ciencias Naturales
• Asunción Portolés Train	Aspirante al Magisterio Secundario	Ciencias Naturales
• María Rioja Lo Bianco	Aspirante al Magisterio Secundario	Ciencias Naturales
• Nemesia Rodríguez Fernández-Llamazares	Aspirante al Magisterio Secundario	Matemáticas
• María Roldán Castros	Aspirante al Magisterio Secundario	Ciencias Naturales
• Virginia Sánchez-Carpintero Pérez	Aspirante al Magisterio Secundario	Ciencias Naturales
• Dina Scheinkin Cahan	Aspirante al Magisterio Secundario	Ciencias Naturales
• María Teresa Toral Peñaranda	Aspirante al Magisterio Secundario	Física y Química
• Fermina Velarde Hidalgo	Aspirante al Magisterio Secundario	Ciencias Naturales
• Pilar Villán Bertrán	Aspirante al Magisterio Secundario	Física y Química
• Paulina de Zavala Lafora	Aspirante al Magisterio Secundario	Ciencias Naturales
• María del Carmen Zapata Zapata	Aspirante al Magisterio Secundario	Física y Química

Figura 2. Profesoras de la Sección de Ciencias del Instituto-Escuela (elaboración propia a partir de las Memorias académicas y mi tesis doctoral).

Rosa Herrera Montenegro, oriunda de Jerez de la Frontera (Cádiz), ya trabajaba como docente de instituto en ese lugar. Pero al trasladarse a Madrid y aceptar su solicitud, se convirtió en la primera aspirante al Magisterio secundario y la primera mujer en enseñar en este instituto Ciencias Naturales. Esta licenciada en Ciencias y en Farmacia, estuvo además a cargo de la dirección de las prácticas del Laboratorio de Química con el que contaba la Residencia de Señoritas.

Al igual que sucedió en la didáctica de la Física y Química, el grueso de profesoras se congregó en esta área de conocimiento. Rosa Herrero solamente coincidió con Dina Scheinkin Cahan, pero hubo otras muchas docentes: Antonia Bardán Mateu, Antonia Gasco Gascón, Asunción Portolés Train, Elena Paunero Ruiz, Encarnación Fuyola Miret, Fermina Velarde Hidalgo, Josefa Marti Tortajada, Julia Morrós Sardá, Luz Trinidad Gutiérrez Sarasíbar, María del Rosario Montoya Santamaría, María Luisa Álvarez-Santullano Brzezicka, María Rioja Lo Bianco, María Roldán Castros, Paulina de Zavala Lafora y Virginia Sánchez-Carpintero Pérez.

3.2. Física y Química

Como hemos visto, Felisa Martín Bravo se convirtió en la segunda aspirante al Magisterio secundario y la primera mujer en enseñar en el área de Física y Química. Sin duda, su excelente trayectoria académica ayudó a que esta guipuzcoana fuese seleccionada como auxiliar en la Facultad de Ciencias de Madrid, haciendo así de nuevo *Historia*.

En cuanto a la enseñanza en el Instituto-Escuela, a ésta la siguieron otras muchas *aspirantes*: Adela Barnés González, Carmen García del Amo, Carmen Herrero Ayllón, Concepción Moratinos Mato, Elena Felipe González, María Aragón García-Suelto, María del Carmen Zapata Zapata, María del Pilar Martínez Sancho, María Paz García del Valle, María Teresa Toral Peñaranda, Pilar González González y Pilar Villán Bertrán.

En el curso 1933-1934, Adela Barnés y María del Pilar Martínez Sancho pasaron a ocupar las plazas de encargadas de curso.

3.3. Matemáticas

Verdaderamente se tuvo que esperar algunos años para ver en este instituto a la primera profesora de Matemáticas: María del Carmen Martínez Sancho (hermana de María del Pilar). Sabemos que llegó a ser doctora en Ciencias Exactas (con Premio Extraordinario), impartió clases como auxiliar en la Universidad de Madrid y se trasladó a Galicia para ocupar su plaza de catedrática numeraria de Matemáticas en el Instituto de El Ferrol. Ocupaba esa plaza cuando fue trasladada brevemente al Instituto femenino Infanta Beatriz

Pero además, en comparación con las otras enseñanzas de esta Sección, no fueron muchas las que ingresaron a este cuerpo docente: Nemesia Rodríguez Fernández-Llamazares, Rosa Bernis Madrazo y Victoria B. Baylos Corroza. Todas ellas entraron como *aspirantes al Magisterio secundario* pero, tras superar los cursillos de selección de 1933, Rosa Bernis fue elevada a la categoría de *encargada de curso*.

4. PARA CONCLUIR

Si nos fijamos en las mujeres que ingresaron al cuerpo docente de segunda enseñanza, podemos rastrear a las primeras auxiliares en el año de 1918, las primeras catedráticas en 1923 y las primeras encargadas de curso por oposición en 1933. Por lo que nuestra primera conclusión es claramente que las profesoras del Instituto-Escuela ayudaron a *normalizar* una situación sin

precedentes. Pero, además, también costó tiempo ver a mujeres impartiendo clases de todas las materias (enseñanza de idiomas, Ciencias, Letras, educación física, educación plástica, educación musical), en todos los grados de Bachillerato y tanto a chicos como a chicas. Por lo que, una vez más, las profesoras que trabajaron en el Instituto-Escuela hicieron *camino al andar*.

Si consideramos el régimen republicano como el sistema político que *igualó* o *sentó las bases para igualar* las condiciones de vida de las mujeres y de los hombres, el Instituto-Escuela fue el centro educativo qué más pudo ayudar a tal empresa.

Está claro que la entrada de las mujeres a la función docente a nivel de enseñanza no obligatoria no resultó fácil, pero en el camino hacia una igualdad de oportunidades profesionales hubo una clara diferencia en lo vivido en el Instituto-Escuela con respecto a otros institutos de segunda enseñanza. A lo largo de prácticamente dos décadas, desde 1918 hasta el inicio de la Guerra Civil, en el Bachillerato del Instituto-Escuela se contó con la presencia de profesionales femeninos entre el personal docente de la Sección de Ciencias (Matemáticas, Ciencias Naturales, Física y Química, etc.), primero ostentando la categoría de aspirantes al magisterio secundario y, desde 1933, también como encargadas de curso. Además, durante la II República, algunas de las antiguas *aspirantes* pasaron a ocupar puestos de responsabilidad en otros institutos oficiales.

Esa realidad cambiante, no sólo benefició a este sector profesional sino también a toda la comunidad educativa y a la sociedad en general, puesto que tuvieron la oportunidad de visibilizar nuevos modelos de mujer con expectativas personales (formativas, profesionales y/o sociales) diferentes.

El estallido de la Guerra Civil y la posterior llegada de la dictadura franquista, hicieron que éstas viviesen truncadas tanto su vida personal como profesional, hasta el punto de verse obligadas a iniciar un exilio forzoso o a readaptarse a la nueva realidad impuesta.

5. BIBLIOGRAFÍA

JAEIC (1912-1935) *Memoria de la JAEIC correspondiente a los cursos 1918-19 a 1933-34*. Madrid.

POVEDA SANZ, M. (2014) *Mujeres y segunda enseñanza en Madrid (1931-1939): el personal docente femenino en los Institutos de Bachillerato*. Tesis doctoral leída en la Universidad Complutense de Madrid el 24 de enero de 2014.

Real orden disponiendo que la posesión de los diversos títulos académicos habilitará á la mujer para el ejercicio de cuantas profesiones tengan relación con este Ministerio (*Gaceta de Madrid* nº 247, de 04/09/1910, pp. 731-732).

Real orden disponiendo se considere derogada la de 11 de Junio de 1888, y que por los Jefes de los Establecimiento docentes se concedan, sin necesidad de consultar á la Superioridad, las inscripciones de matrícula en enseñanza oficial ó no oficial, solicitadas por las mujeres, siempre que se ajusten á las condiciones y reglas establecidas para cada clase y grupo de estudios (*Gaceta de Madrid* nº 68, de 09/03/1910, pp. 497-498).

Expediente de Rosa Herrera Montenegro, JAE 77/78.

Expediente de Felisa Martín Bravo, JAE 93/199.

Expedientes de María del Carmen Martínez Sancho, JAE 93/308 y Caja 32/14716 del ACMEC.

GONZÁLEZ REDONDO, F. A. (coord.) (2015) *Ciencia y Técnica entre la Paz y la Guerra. 1714, 1814, 1914*. Madrid, SEHCYT, pp. 1107-1114.

EPISODIOS DE GÉNERO EN LA FÍSICA Y LA QUÍMICA ESPAÑOLAS DE LA PRIMERA MITAD DEL SIGLO XX

Rosario E. Fernández Terán[(1)] y Mª Dolores Redondo Alvarado[(2)]

(1) C.E.I.P. Rayuela, Villanueva del Pardillo, Madrid, estibalizft@yahoo.es
(2) Amigos de la Cultura Científica, Madrid, mariadolores.redondo@telefonica.net

Resumen

La primera mitad del siglo XX fue testigo de la incorporación de la mujer española a la vida universitaria y a la investigación científica, especialmente en Física y Química, tal como se ilustrará en este trabajo analizando, a partir de la documentación conservada en el archivo de Amigos de la Cultura Científica, algunos episodios singulares sobre la presencia de científicas en los grupos docentes e investigadores dirigidos por Ángel del Campo, Enrique Moles y, muy especialmente, por Julio Palacios, en la Facultad de Ciencias de la Universidad Central, en el *Laboratorio de Investigaciones Físicas* y en el *Instituto Nacional de Física y Química*.

Palabras Clave: Género, Mujeres científicas, Física, Química, Ángel del Campo, Enrique Moles, Julio Palacios.

GENDER IN SPANISH PHYSICS AND CHEMISTRY DURING THE FIRST HALF OF THE 20TH CENTURY: REMARKABLE EPISODES

Abstract

The first half of the 20th century witnessed the incorporation of Spanish women to university life and scientific research, especially in Physics and Chemistry. This fact is illustrated in this paper by analyzing, from the documentation preserved in the archive of the association Amigos de la Cultura Científica, some remarkable episodes related to the presence of women scientists in those teaching and research groups lead by Ángel del Campo, Enrique Moles and, in particular, Julio Palacios, at the Faculty of Sciences of Madrid's Central University, in the *Laboratory of Physical Research* and at the *National Institute of Physics and Chemistry*.

Keywords: Gender, Women Scientist, Physics, Chemistry, Ángel del Campo, Enrique Moles, Julio Palacios.

1. A MODO DE PRESENTACIÓN

Siempre que se habla de la Física y la Química española de la primera mitad del siglo XX, suele recordarse como momento cumbre la creación del *Instituto Nacional de Física y Química*, cuya inauguración oficial tuvo lugar el 6 de febrero de 1932. Esta institución representó la culminación de un loable esfuerzo de modernización en el ámbito de la investigación científica y en él (y con él) se logró el reconocimiento internacional de un destacado grupo de profesores universitarios. Nos

estamos refiriendo a Blas Cabrera, Enrique Moles, Julio Palacios, Miguel A. Catalán, Antonio Madinaveitia, Julio Guzmán…, todos ellos jefes de cada una de las Secciones que componían el que se conocería como "Instituto Rockefeller".

En realidad, el *Laboratorio de Investigaciones Físicas*, germen del *Instituto*, ya había desarrollado una meritoria tarea en las dos décadas anteriores, tal como expuso la primera de las firmantes de esta comunicación en el trabajo presentado para la obtención del Diploma de Estudios Avanzados [FERNÁNDEZ TERÁN, 2004], una investigación que culminó con su Tesis Doctoral diez años después, englobando y revisando esa primera aproximación, estudiando la trayectoria del profesorado del *Instituto* antes de la Guerra Civil, el proceso de depuración y el drama del exilio [FERNÁNDEZ TERÁN, 2014].

Recogiendo algunas de las sugerencias realizadas por el tribunal tras la lectura de la Tesis, con esta comunicación se empieza a profundizar en algunas cuestiones de género que permitan completar el conocimiento de esta parte de nuestra historia científica. Desde esa perspectiva, como se verá, surgen algunos sucesos problemáticos nuevos que determinarán el devenir de otros no considerados anteriormente.

Todos estos estudios permitirán completar los contenidos del libro *Pioneras españolas en las ciencias* [MAGALLÓN PORTOLÉS, 1998] en el que se intentaba [p. 21] "rescatar las aportaciones que hicieron las mujeres a las ciencias físico-químicas en España en el primer tercio del siglo, y de manera más particular a través de sus trabajos y colaboraciones en las secciones del *Instituto Nacional de Física y Química*". También ampliarán los distintos aspectos sobre las aportaciones de las mujeres universitarias en la primera mitad del siglo pasado recogidos en el libro colectivo *Ni tontas ni locas* [ALCALÁ, CORRALES y LÓPEZ, 2009].

En este trabajo, sin embargo, se trascienden las referencias usuales y se hace uso de unas fuentes documentales singulares: los legados personales de los protagonistas masculinos de esta historia, Ángel del Campo, Enrique Moles, Blas Cabrera, Julio Palacios, etc., conservados en el Archivo de Amigos de la Cultura Científica. En particular, el legado del último de ellos es especialmente rico en documentos inéditos, recortes de prensa, fotografías, etc. que permiten ilustrar lo acontecido y mejorar nuestro conocimiento de la realidad histórica, tal como se mostró en la presentación de esta comunicación en las sesiones del XII Congreso.

2. JULIO PALACIOS Y "EL ENSUEÑO DE LA EMANCIPACIÓN FEMENINA"

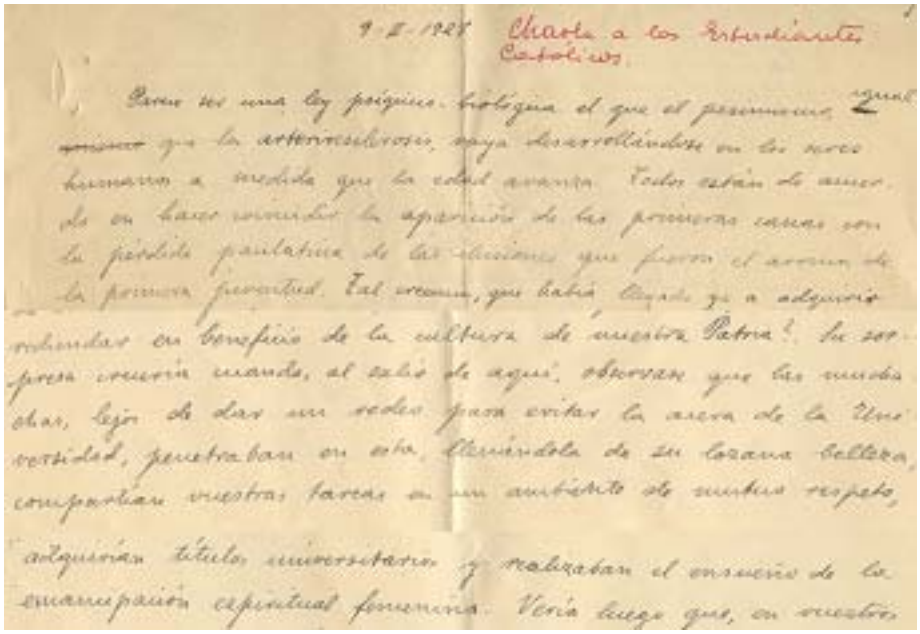
Así, en el legado de Palacios (monárquico y católico conservador), hemos localizado las notas manuscritas (Figura 1) de una "Charla a los estudiantes católicos" que ofreció el 9 de febrero de 1927[1]. Se trata de una reflexión acerca de los cambios experimentados en la sociedad española, en general, y en la universidad, en particular, durante los años comprendidos entre 1907 (año de creación de la JAE) y 1927 (en plena Dictadura de Primo de Rivera), en la que se presenta una visión sorprendente acerca de la incorporación de las primeras mujeres a los estudios universitarios.

Comenzaba Palacios planteando la hipotética situación de un estudiante que 20 años atrás "hubiese quedado en estado cataléptico y que, despertando de su letargo, penetrase en este local" en el que se estaba desarrollando la charla. Y se preguntaba el físico aragonés "¿Cuál no sería su asombro al darse cuenta […] que se trata del final de una asamblea en la que los estudiantes se han dedicado espontánea y ardientemente a cosas de enseñanza y han manifestado anhelos que a la postre han de redundar en beneficio de la cultura de nuestra Patria?".

Y esta pregunta permitía a Palacios plantear la idea que nos interesa aquí, al destacar que "su sorpresa crecería cuando al salir de aquí, observase que las muchachas, lejos de dar un rodeo para

[1] Legado de Julio Palacios, Amigos de la Cultura Científica, Madrid.

evitar la acera de la Universidad, penetraban en esta, llenándola de su lozana belleza, compartían vuestras tareas en un ambiente de mutuo respeto, adquirían títulos universitarios" y, sobre todo, "realizaban el ensueño de la emancipación espiritual femenina".



9-I-1927 Charla a los Estudiantes Católicos.

Para mí una ley psíquica biológica es que el pesimismo ~~mismo~~ que la atormentadora, vaya desarrollándose en los seres humanos a medida que la edad avanza. Todos están de acuerdo en hacer coincidir la aparición de las primeras canas con la pérdida paulatina de las ilusiones que forman el acervo de la primera juventud. Tal creemos, que había llegado ya a adquirir rebuscar en beneficio de la cultura de nuestra Patria!. Su sorpresa creería cuando, al salir de aquí, observan que las mismas chas, lejos de dar un rodeo para evitar la acera de la Universidad, penetraban en ella, llenándola de su lozana belleza, compartían vuestras tareas en un ambiente de mutuo respeto, adquirían título universitario y realizaban el ensueño de la emancipación espiritual femenina. Vería luego que, en nuestro

Figura 1. Extracto de las notas leídas por Julio Palacios ante los Estudiantes Católicos, 1927.

De hecho, es esos años de la Dictadura de Primo de Rivera, en la "Sección de Rayos X" del *Laboratorio de Investigaciones Físicas*, bajo la dirección de Julio Palacios [MAGALLÓN PORTOLÉS, 2004], trabajaron sucesivamente dos mujeres: Felisa Martín Bravo (1922-1926) y Pilar Álvarez-Ude (1928-1930). Felisa Martín Bravo colaboraría en la puesta en marcha y primeros trabajos sobre rayos X y estructuras cristalinas llevados a cabo por Palacios a partir de 1922[2]. Tras obtener el grado de doctora en 1926, Felisa Martín disfrutaría de una pensión de la JAE en Estados Unidos.

En 1928, entre los alumnos seleccionados para realizar investigaciones en la Cátedra Cajal, se encontraba Pilar Álvarez-Ude. Esta Cátedra, concebida en 1923 a iniciativa de la *Institución Cultural Española* de Buenos Aires [FERNÁNDEZ TERÁN Y GONZÁLEZ REDONDO, 2010], pretendía iniciar en España escuelas de investigadores, estructuradas en tres años, aprovechando las enseñanzas de una figura extranjera destacada en su especialidad. Así, por delegación de la *Cultural*, la *Junta* lograría la colaboración, entre otros, del eminente profesor Paul Scherrer, del Instituto Politécnico de Zürich, para desarrollar, conjuntamente con Palacios, trabajos de laboratorio sobre la estructura de los rayos Roentgen y aplicación de los mismos en el estudio de las disoluciones coloidales.

El empuje proporcionado por la Cátedra Cajal permitiría la consolidación del grupo investigador de Palacios en el *Instituto Nacional de Física y Química* una vez concluida la ayuda económica de la *Cultural*. Aunque ya no estarían ni Felisa Martín ni Pilar Álvarez, a partir del curso 1933-34 la sección contaría con Piedad de la Cierva, junto con otros trece colaboradores varones. Doctora en Químicas, Piedad sería, de hecho, una de las científicas que realizase una aportación más relevante.

Complementariamente a los datos ya conocidos [MAGALLÓN PORTOLÉS, 2004], la Biblioteca de Amigos de la Cultura Científica permite confirmar que, aunque en 1935 solicitó una pensión a la *Junta*, finalmente sería la *Academia de Ciencias* la que financiase su viaje a Copenhague para

[2] *Memoria correspondiente a los cursos 1922-3 y 1923-4*, pp. 177-178. Madrid, JAE, 1925.

trabajar junto a G. von Hevesy. Piedad también participaría activamente en la *Sociedad* científica *Española* que acogería a un mayor número de mujeres (hasta 150 en 1936), la *de Física y Química*.

Este mundo de "el ensueño de la emancipación espiritual femenina" (utilizando la expresión de Palacios) lo podemos encontrar ilustrado a partir de la documentación grafica conservada también por Amigos de la Cultura Científica y mostrada en las sesiones del XII Congreso [3]. Así, aunque Ángel del Campo sería el único Jefe de Sección del *Laboratorio* que no pasaría al *Instituto*, algunas alumnas de Químicas como Pilar Villán, Concepción Irigoyen, Amelia Garrido, Teresa Peral o Narcisa Martín Retortillo le acompañarían en un viaje de estudios en mayo de 1932. La fotografía conservada del paso por Covadonga (Figura 2) lleva en el reverso las firmas de los viajeros y la dedicatoria: "Todos los alumnos a nuestro querido Profesor Don Ángel del Campo como recuerdo de nuestra excursión".



Figura 2. Ángel del Campo con alumnos/as de la Facultad de Ciencias, 1932.

Pero debe destacarse que, acompañando a las estudiantes de Químicas en la excursión, se encontraba también una Profesora Auxiliar de la Facultad, Mª Teresa Salazar Bermúdez, una de las físicas y químicas españolas cuya trayectoria no es aún suficientemente conocida y merece ser estudiada en profundidad.

3. MARÍA TERESA SALAZAR: QUÍMICA Y FÍSICA ENTRE MOLES, DEL CAMPO Y PALACIOS

María Teresa Salazar nació en Villanueva del Ariscal, provincia de Sevilla, en cuyo Instituto estudió el Bachillerato, consiguiendo el título el 7 de mayo de 1924. Se licenció en Ciencias Químicas por la Universidad Central. Fue alumna de Moles en el curso práctico de Química-Física, Electroquímica y Electroanálisis en 1929-1930 [MAGALLÓN PORTOLÉS, 1998]. Colaboraría estrechamente con Moles en una "Nueva revisión de la densidad normal del gas óxido de carbono", tema de la Tesis Doctoral con la que obtendría el Premio extraordinario de Doctorado el 22 de diciembre de 1931, ante un tribunal formado por Luis Bermejo, Blas Cabrera, Julio Palacios, Ángel del Campo y Enrique Moles. En colaboración con Moles publicaría varios trabajos en los *Anales de la*

Sociedad Española de Física y Química y en la *Revista de la Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*. Sería propuesta para desempeñar el puesto de Profesor Auxiliar en la Facultad de Ciencias de Madrid, adscrita a la Cátedra de Química-Física, en enero de 1930, pasando su examen de oposición ante Moles, del Campo y Bermejo[4]. El desempeño de este puesto se prolongaría durante cuatro años y se prorrogaría en 1933[5]. Entre 1931 y 1936 compaginó su labor docente universitaria con el trabajo investigador realizado en la Sección de Química-Física del *Instituto* dirigida por Moles.

Durante esos años haría un paréntesis de diez meses en su tarea docente para disfrutar de una pensión de estudios de la JAE, durante la cual siguió percibiendo la gratificación que recibía como Auxiliar temporal de la Facultad de Ciencias[6]. Sería una de las ocho mujeres del *Instituto* [MAGALLÓN PORTOLÉS, 1998] que, en algún momento de su carrera investigadora, disfrutaron de una pensión en el extranjero, en el caso de Mª Teresa para estudiar el núcleo atómico en Francia.

Sin embargo, más que a Moles, sería a del Campo y, sobre todo, a Palacios, a quien Teresa Salazar podía sentirse más unida afectiva y políticamente, como testimonia en su declaración[7] presentada al Ministerio de Educación Nacional en 1939 al solicitar su reingreso en su puesto en la Facultad de Ciencias: "No ha pertenecido jamás a partido político alguno de izquierda, pero si a F.E.T. y de las JONS." Siendo así que, en el proceso de depuración, en primer lugar daría el nombre de Julio Palacios, entonces Vicerrector de la Universidad Central, para avalar como verdaderas sus manifestaciones, seguidas más abajo de otras personas representantes de distintos estamentos. De hecho, Mª Teresa aparece en la mesa presidencial, con Felisa Martín Bravo, Dolores Pardo Galloso y Blas Cabrera, en la fotografía exhibida durante las sesiones del XII Congreso que ilustraba la comida homenaje a Julio Palacios tras su ingreso en la Academia de Ciencias en 1932.

Pero sirva la siguiente carta (Figura 3), que enviaba a Palacios el 10 de julio de 1941[8], para corroborar lo que se afirma más arriba, en este caso en relación con la "discriminación" que impidió que superara el primer ejercicio de una oposición a cátedra en la Universidad de Sevilla, y quizá no tanto por ser mujer, sino por las intrigas de los distintos grupos de poder, de los que Palacios había sido separado progresivamente [FERNÁNDEZ TERÁN, 2014]. Así, Mª Teresa sentía la obligación de agradecerle "la participación que ha tomado V. en esta lucha contra la intriga y la iniquidad, participación que había de redundar naturalmente en mi beneficio". Para, a continuación, proclamar con un tono que no deja de sorprender, que "Dios, que en sus inescrutables designios permite el mal y lo consiente, cuando quiere, en bien ha permitido que se consumara esta injusticia".

En los párrafos siguientes se desvelaría el motivo de la injusticia y cuál había sido la participación de Palacios en este asunto: "En este balance, aunque para perdonarlos como cristiana, surgen necesariamente los causantes de mi mal y frente a ellos la figura señera de D. Julio Palacios, única persona, a quien después de Dios, hubiese debido la Cátedra, si de ella, contra razón, no se me hubiese privado", por lo que consideraba que ésta sería "la única carta de gratitud intensa que tengo necesidad de escribir".

---

[3] Legado de Ángel del Campo. Archivo de Amigos de la Cultura Científica, Madrid.

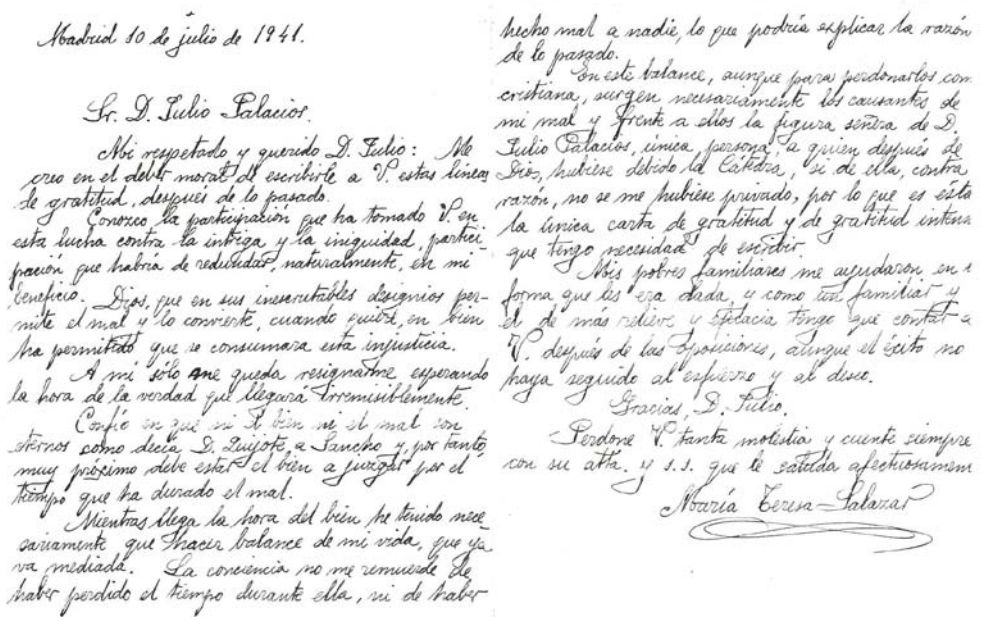
[4] Acta del Tribunal que juzgó los ejercicios de oposición para proveer la plaza de Auxiliar Temporal de la Facultad de Ciencias de la Universidad Central con destino a las enseñanzas de Física teórica. Expediente personal de Mª Teresa Salazar. AGA, Sección Educación, Legajo nº 9952.

[5] Oficio del Ministerio de Instrucción Pública por el que se prorroga a Mª Teresa Salazar, por cuatro años, el nombramiento como Auxiliar temporal de la Facultad de Ciencias de la Universidad Central, con fecha 11 de diciembre de 1933. Expediente personal de Mª Teresa Salazar. AGA, Sección Educación, Legajo nº 9952.

[6] Oficio del Ministerio de Instrucción Pública concediéndole la pensión, con fecha de 15 de octubre de 1934. Expediente personal de Mª Teresa Salazar. AGA, Sección Educación, Legajo nº 9952.

[7] Declaración jurada que acompaña a la instancia dirigida al Ministerio de Educación Nacional. Expediente personal de Mª Teresa Salazar. AGA, Sección Educación, Legajo nº 9952.

[8] Legado de Julio Palacios. Archivo de Amigos de la Cultura Científica, Madrid.



Madrid 10 de julio de 1941.

Sr. D. Julio Palacios.

Mi respetado y querido D. Julio: Me creo en el deber moral de escribirle a V. estas líneas de gratitud, después de lo pasado.

Conozco la participación que ha tomado V. en esta lucha contra la intriga y la iniquidad, participación que habría de redundar, naturalmente, en mi beneficio. Dios, que en sus inescrutables designios permite el mal y lo convierte, cuando quiere, en bien ha permitido que se consumara esta injusticia.

A mí sólo me queda resignarme esperando la hora de la verdad que llegará irremisiblemente.

Confío en que así sí. Bien se ha dicho que los astros, como decía D. Quijote a Sancho y por tanto muy próximo debe estar el bien a juzgar por el tiempo que ha durado el mal.

Mientras llega la hora del bien he tenido necesariamente que hacer balance de mi vida, que ya va mediada. La conciencia no me remuerde de haber perdido el tiempo durante ella, ni de haber hecho mal a nadie, lo que podría explicar la razón de lo pasado.

En este balance, aunque para perdonarlos con cristiana, surgen necesariamente los causantes de mi mal y frente a ellos la figura serena de D. Julio Palacios, única persona a quien después de Dios, hubiese debido la Cátedra, si de ella, contra razón, no se me hubiese privado, por lo que es ésta la única carta de gratitud y de gratitud intensa que tengo necesidad de escribir.

Mis padres familiares me acreditaron en forma que les era dada, y como tal familiar y el de más relieve y eficacia tengo que contar a V. después de las oposiciones, aunque el éxito no haya seguido al esfuerzo y al deseo.

Gracias, D. Julio.

Perdone V. tanta molestia y cuente siempre con su afmo. y s.s. que le saluda afectuosamente

María Teresa Salazar

Figura 3. Carta de Mª Teresa Salazar a Julio Palacios, 10 de julio de 1941.

La no consecución de la cátedra debió dejar profunda y duradera herida en el ánimo de Mª Teresa Salazar, como descubrimos en otra carta[9] que trata la desafortunada cuestión, fechada el 19 de abril de 1942, más de nueve meses después, dirigida a Julio Palacios por Rafael Salazar, el padre de Mª Teresa: "Un sentimiento profundo de eterna gratitud me impulsa a escribirle, me embarga la emoción de una infinita amargura, acompañada del consuelo que su conducta paternal, en auxilio y trabajos valiosísimos, ha realizado en favor de mi hija María Teresa". También permite conocer el juicio que hacía Mª Teresa del profesor de Física: "Todo lo sé por ella, en cuyas cartas aparece siempre el nombre de D. Julio Palacios como guía sabio y prudente, maestro insuperable, protector decidido, amigo noble y abnegado que con toda su alma generosa y buena, le ha prestado ayuda voluntaria e incesante para la oposición que un Tribunal, émulo del de Caifás, no le ha permitido concluir, aunque permitiéndoselo igual hubiese sido el resultado".

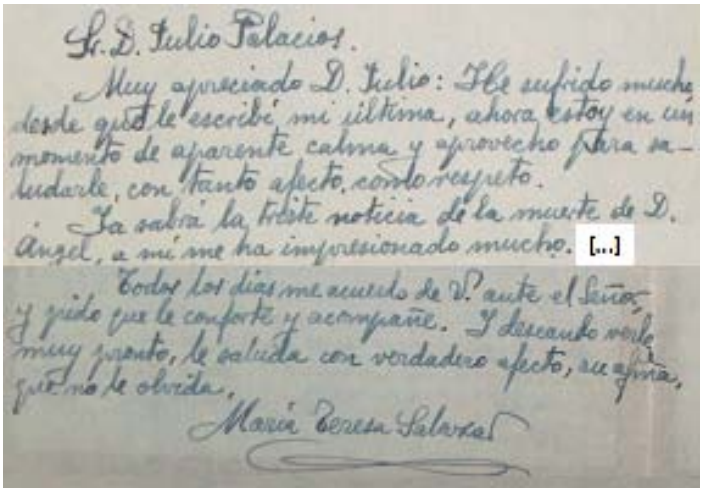
Pero contra lo que cabía esperarse, la resolución del Tribunal no era totalmente inesperada, sino todo lo contrario, previsible y sobre la que el padre la previno: "Aconsejé a mi hija que no entrase en la oposición, dada la índole del Tribunal por ella recusado; pero dispuesta a ello le dije que si preparaba su ánimo para resignarse a la injusticia que se temía y evitaba así una enfermedad, que hiciese lo que le pareciera".

Este desenlace supondría un dura prueba en la trayectoria profesional de María Teresa, que le llevaría algún tiempo superar. El estado de la misma lo expresa su progenitor con estas palabras: "Temo hoy que enferme, a pesar de haber hasta ahora dado prueba de mujer varonil y heroica y pido al Señor que, por lo menos, conserve su salud quebrantada por sus trabajos incesantes y sus amarguras sin límites".

Entre los muchos episodios de encuentro de Mª Teresa Salazar con Palacios… y desencuentro con los estamentos universitarios, que iremos documentando en futuros trabajos, se encuentra el siguiente. El 10 de noviembre de 1944 recibía D. Julio, que en ese momento sufría confinamiento en Almansa, una nueva carta de Mª Teresa (Figura 4) comunicándole la triste noticia de la muerte de

[9] Legado de Julio Palacios. Archivo de Amigos de la Cultura Científica, Madrid.

Ángel del Campo[10]: "Ya sabrá la triste noticia de la muerte de D. Ángel, a mí me ha impresionado mucho. El día en que cayó de muerte estaba esperándole en la Universidad, para desahogar con él mis penas y lo que conseguí fue aumentarlas más, pues la noticia fue desconcertante". Ésta había tenido lugar el 4 de ese mes. Además le informaba de las maniobras de que era objeto por parte de su compañero de Universidad. "Yo sufriendo como de costumbre. Nuestro común amigo Octavio, ha pedido al Decano que proponga mi cesantía y, en efecto, la propuso, sin razonar más. Pregunté al Secretario que a qué obedecía tal decisión, extraña e insólita, pues llevaba 16 años de Auxiliar, la conseguí por oposición y estaba prorrogada, como todos los Auxiliares por Orden Ministerial del 19 de junio y el buen señor me dijo tan tranquilo, que: porque Octavio lo había pedido así".



Sr. D. Julio Palacios.

Muy apreciado D. Julio: He sufrido mucho desde que le escribí mi última, ahora estoy en un momento de aparente calma y aprovecho para saludarle, con tanto afecto como respeto.

Ya sabrá la triste noticia de la muerte de D. Ángel, a mí me ha impresionado mucho. [...]

Todos los días me acuerdo de V. ante el Señor, y pido que le conforte y acompañe. Y deseando verle muy pronto, le saluda con verdadero afecto, su alma, que no le olvida,

María Teresa Salazar

Figura 4. Carta de Mª Teresa Salazar a Julio Palacios, 10 de noviembre de 1944.

Se estaba refiriendo a Octavio Foz Gazulla, químico, discípulo de Palacios en la Sección de Rayos X del *Instituto Nacional de Física y Química*, personaje misógino y manipulador, que acabaría internado por enfermedad psiquiátrica, lo que permitió que, en los años sesenta, la segunda de las firmantes de este trabajo apenas tuviera que padecerlo en la asignatura de Química-Física en la Facultad de Ciencias de Madrid. Había resultado "premiado" por los vencedores en la guerra civil, tras denunciar a sus compañeros del *Instituto* en los tribunales, con sucesivas plazas universitarias y en el CSIC hasta entregarle, el 10 de diciembre de 1943, una cátedra en la Universidad Central.

La respuesta de Mª Teresa fue contundente: "No es para decir lo que le dije primero, y lo que hice después". Esto sucedía el 14 de septiembre y hasta ese día "aún no hay ningún nombramiento hecho y además, les ha venido un palo inesperado de la Superioridad, palo en el que no pensaban". Pero el caso revestía tal gravedad que llegarían a participar sus familiares: "Mis hermanos, enfurecidos ante tal atropello, han escrito al Octavio una carta enérgica y decisiva, advirtiéndole que se ha llegado al límite y que tomaran medidas tajantes, respecto a la inicua conducta de él, con respecto a mí, haciéndole además responsable, en lo sucesivo, de cuánto desagradable me ocurra."

Estos desencuentros impregnaban el clima de las relaciones entre el profesorado y se manifiestan como expresión de un choque de personalidades en el que el oportunismo pugnaba frente al mérito profesional en un momento en que se distribuían las plazas después de la depuración. Así, Mª Teresa continuaba la carta dando cuenta de la repercusión de tal hecho: "El *probesito*[11] ha acudido al Claustro, para que lo defendiera contra la carta y éste (según mis noticias)

[10] Legado de Julio Palacios. Archivo de Amigos de la Cultura Científica, Madrid.
[11] Desde sus tiempos como colaborador de Palacios en los años 30 solía calificarse a sí mismo como "probesito" para explicar sus desequilibrios y ausencias.

le ha hecho el vacío". Como consecuencia, "el amigo Emilio, que es un vivo, por considerar oportuno el momento, ha roto oficialmente, por una cuestión baladí, con el *probesito*, y se vislumbra una iniciación del período de decadencia del poderoso y sin par Mefistófeles, apellidado Octavio".

De hecho, queda mucha investigación aún por hacer para conocer en profundidad el proceso de reparto de plazas docentes en la Universidad tras la Guerra Civil, como consecuencia de la depuración y el exilio de los perdedores en la contienda, y cómo se impidió la presencia de Palacios. En este sentido, Mª Teresa le haría otra confidencia: "Todo esto, a mi parecer, era una cosa urdida, con miras a las oposiciones, pero, gracias a Dios, creo haberla desecho". Y terminaba: "Ya están citados para el 4 de enero los opositores. ¡Ojalá! Y pudiera hablar con V. en su casa".

Pero no serían estas oposiciones las que promocionarían a Mª Teresa. Tendría que esperar a 1949 para lograr, mediante concurso oposición, la plaza de profesora Adjunta de Estructura Atómico-Molecular y Espectrografía, y M. Química, la Cátedra a la que volvería Miguel Catalán en 1946, una vez "perdonado" por el Régimen. Permanecería en este puesto entre 1949 y 1957. Se jubiló, como Jefe del Laboratorio de Química General de la Facultad de Ciencias de la UCM, el 16 de noviembre de 1971, fecha en la que cumplió la edad reglamentaria para su cese en el servicio activo, según aparece publicado en el BOE de 5 de enero de 1972. Falleció en Madrid el 27 de diciembre de 1982.

5. BIBLIOGRAFÍA

ALCALÁ CORTIJO, P.; CORRALES RODRIGÁÑEZ, C.; Y LÓPEZ GIRALDEZ, J. (coords.) (2009) *Ni tontas ni locas. Las intelectuales en el Madrid del primer tercio del siglo XX*. Madrid, FECYT.

FERNÁNDEZ TERÁN, R. E. (2004) *La Universidad Central de Madrid y la Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas. Un estudio documental en torno al profesorado del Laboratorio de Investigaciones Físicas*. Facultad de Educación, UCM.

FERNÁNDEZ TERÁN, R. E. (2014) *El profesorado del Instituto Nacional de Física y Química*. Tesis Doctoral, Facultad de Educación, UCM.

FERNÁNDEZ TERÁN, R. E. Y GONZÁLEZ REDONDO, F.A. (2010) "Las Cátedras de la *Institución Cultural Española de Buenos Aires*. Ciencia y Educación entre España y Argentina, 1910-1940". *Historia de la Educación*, Vol. 29, 195-219.

GONZÁLEZ REDONDO, F.A.; Y FERNÁNDEZ TERÁN, R.E. (2004) "El papel de Julio Palacios en la reorganización de la Ciencia española tras la Guerra Civil". En: F. González de Posada, F.A. González Redondo y D. Trujillo (eds.) *Actas del IV Simposio "Ciencia y Técnica en España de 1898 a 1945: Cabrera, Cajal, Torres Quevedo"*. Madrid, Amigos de la Cultura Científica, pp. 109-130.

MAGALLÓN PORTOLÉS, C. (1998) *Pioneras españolas en las ciencias. Las mujeres del Instituto Nacional de Física y Química*. Madrid, Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

MAGALLÓN PORTOLÉS, C. (2004) "Científicas en la Sección de Rayos X del Rockefeller". En: F. González de Posada, F.A. González Redondo y D. Trujillo (eds.) *Actas del III Simposio "Ciencia y Técnica en España de 1898 a 1945: Cabrera, Cajal, Torres Quevedo"*. Madrid, Amigos de la Cultura Científica, pp. 43-52.

MAGALLÓN PORTOLÉS, C. (2010) "Del Laboratorio de Investigaciones Físicas a la Meteorología: la primera española doctora en Física, Felisa Martín Bravo". En: J.M. Sánchez Ron y J. García-Velasco (eds.) *100 años de la JAE. La Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas en su Centenario. Vol. 2*. Madrid, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, pp. 762-791.

GONZÁLEZ REDONDO, F. A. (coord.) (2015) *Ciencia y Técnica entre la Paz y la Guerra. 1714, 1814, 1914*. Madrid, SEHCYT, pp. 1115-1122.

LA EVOLUCIÓN DE LOS INDICADORES DE CIENCIA Y GÉNERO EN ESPAÑA

Obdulia Torres González[(1)]

(1) Universidad de Salamanca, España, omtorres@usal.es

Resumen

En este trabajo se presentan los indicadores de ciencia y género para España en los últimos catorce años. El objetivo fundamental es poner en relación la evolución de los datos con las medidas políticas implementadas en ese periodo, intentando establecer algunas conclusiones acerca de su efectividad. En segundo lugar se presenta una visión crítica de algunos de los indicadores usados actualmente en la Unión Europea, en concreto el índice de disimilitud y el de techo de cristal. Finalmente se resalta la necesidad de seguir atendiendo a la evolución de estos indicadores dado que la situación para la mujer en el sistema español de ciencia y tecnología dista mucho de ser igualitaria. Si las tendencias se mantienen las mujeres españolas en investigación tardarán del orden de 50 años para alcanzar la igualdad.

Palabras clave: legislación, Índice de techo de cristal, Índice de disimilitud.

THE EVOLUTION OF SCIENCE AND GENDER INDICATORS IN SPAIN

Abstract

The communication of science and gender indicators for Spain in the last fourteen years are presented. The main objective is to relate the evolution of data policy measures implemented during this period, trying to establish some conclusions about its effectiveness. Secondly a critical view of some of the indicators currently used in the European Union, namely the dissimilarity index and the glass ceiling is presented. Finally the need for continued attention to the evolution of these given that the situation for women in the Spanish system of science and technology is far from egalitarian indicators. If trends remain, women in research will take around 50 years to achieve equality.

Keywords: legislation, Glass ceiling index, Dissimilarity index.

1. INTRODUCCIÓN

Lo que voy a mostrar en este trabajo es la evolución de los indicadores de ciencia y género en nuestro país en los últimos 14 años (1998 a 2012). No es un tema ciertamente novedoso en lo que se refiere a investigación, ni siquiera a presentación de datos: en 2013 salió el informe de la Unión Europea de la serie *She Figure* y este año ha salido Científicas en cifras 2013, de la unidad de Mujer y Ciencia, del Ministerio de Economía. Lo que voy a proponer, en primer lugar, es poner en relación el conjunto de indicadores con las medidas políticas que se han tomado en los últimos años y analizar si pueden ser extraídas algunas conclusiones acerca de su efectividad. Es un ejercicio que debe ser realizado porque la finalidad de los indicadores es evaluar el sistema y el impacto que las medidas

políticas tienen sobre él, para valorar la idoneidad de las mismas. En segundo lugar se presenta una visión ligeramente crítica de algunos de los indicadores que se usan en la actualidad en la Unión Europea, concretamente el índice de disimilitud y el índice de techo de cristal. Finalmente, señalar que la evolución de los datos no da lugar a la complacencia y deberían tomarse más medidas políticas para eliminar la segregación de la mujer en los sistemas de ciencia y tecnología.

2. LA SEGREGACIÓN HORIZONTAL

El primer conjunto de datos se refiere a la segregación horizontal. La segregación horizontal alude al sesgo de género en la elección de carrera entre chicos y chicas. De forma tópica, los chicos eligen ingeniería y ciencias naturales mientras las chicas eligen humanidades o educación. Este patrón de elección es común en todos los países de la unión europea, obedece a factores sociales y culturales "e incluye estereotipos que se encuentran en los manuales escolares y libros infantiles, en las actitudes sesgadas del profesorado, en las diferentes expectativas familiares respecto al futuro de chicos y chicas, etc." [EUROPEAN COMMISSION, 2009, p. 39].

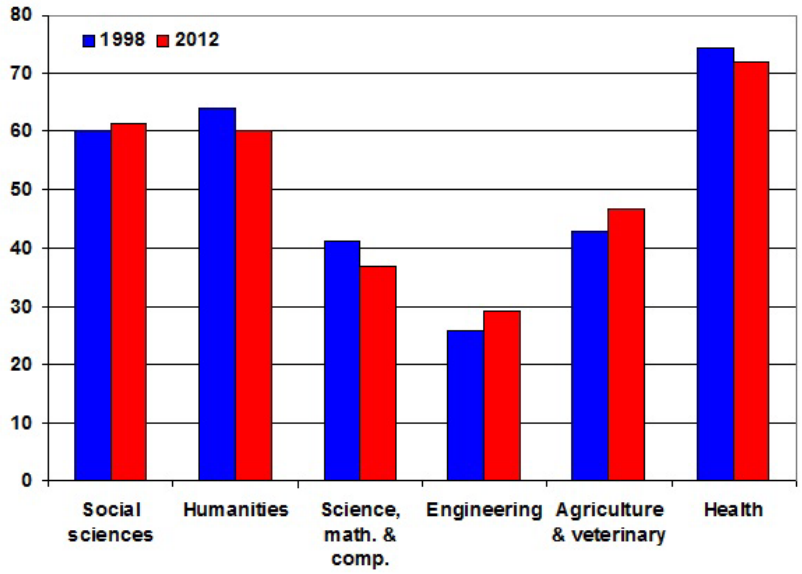


Figura 1. Proporción por género y campo de conocimiento (elaboración propia)

Hemos recabado los datos de segregación horizontal al nivel de ISCED 5A[1], esto es, programas de basé teórica, de preparación a la investigación o que dan acceso a profesiones que requieren un alto nivel de habilidades, lo que serían nuestros egresados o antiguos licenciados. Los informes *She Figure* de la Unión Europea calculan la segregación horizontal en el nivel de la educación superior, esto es del profesorado de las universidades públicas y privadas[2].

[1] La equivalencia de los niveles de la Unesco con el sistema español hacen equivalente la *Educación Terciaria o educación superior* con la educación universitaria (ISCED 5A, 6) y los ciclos formativos de grado superior españoles (ISCED 5B) [Ministerio de Educación, 2009].

[2] Según el Manual de Frascati el sector de educación superior comprende: todas las universidades (facultades, escuelas técnicas superiores y escuelas universitarias), IPSFL al servicio de la Enseñanza Superior, institutos tecnológicos y otros establecimientos postsecundarios, cualquiera que sea el origen de sus recursos financieros y su situación jurídica. Comprende igualmente todos los institutos de investigación, estaciones de ensayo, observatorios astronómicos y clínicas que están bajo el control directo de los establecimientos de enseñanza superior, son administrados por ellos o están asociados a estos últimos [OCDE, 2003].

El horizonte temporal en el que disponemos de datos va de 1998 a 2012. Teniendo en cuenta ese horizonte las mejoras, si así podemos calificarlas, son muy leves. En Arte y Humanidades, un campo tradicionalmente femenino en que la presencia de la mujer debería reducirse hemos bajado de 64 a 60% (cuatro puntos porcentuales). En ciencias, matemáticas y computación, un campo donde se busca incrementar la presencia femenina hemos perdido más de cuatro puntos, pasando de más de un 41% en 1998 a un 36,8% en 2012. Hemos aumentado tres punto en ingeniería, desgraciadamente se ha iniciado una tendencia a la baja, dado que se alcanza un pico en 2008 de 30;6% momento a partir del cual comienza una caída sostenida que ya suma casi un punto y medio. En ciencias médicas hemos bajado dos puntos escasos de un 74 a un 72%. En ciencias sociales ha habido una subida de un punto con leves oscilaciones que hacen imposible prever una tendencia.

¿Cuál sería la visión de conjunto? La unión europea a través de los informes *She Figure* ha creado un indicador para medir la segregación horizontal que se denomina índice de disimilitud. La forma de medir esta segregación es calcular la tasa de concentración de mujeres en los distintos sectores o disciplinas. Según dicho informe, el índice de disimilitud proporciona una medida teórica del porcentaje de mujeres y hombres en un campo dado, que tendría que moverse a otro campo de la ciencia para asegurar que la proporción de mujeres fuera la misma en todos los campos. A mayor valor del índice mayor disimilitud, dado que multiplicado por 100 nos da el porcentaje de personas que tienen que moverse de un campo a otro para conseguir una proporción igual en todos los campos. El índice se calcula hallando el porcentaje de mujeres en cada campo respecto al porcentaje total de mujeres en el sector estudiado y hallando la diferencia respecto al mismo cálculo realizado para los varones. Los valores absolutos de esas diferencias se dividen por dos. El hecho de trabajar con valores absolutos significa que todas las diferencias se suman y no se compensan valores de un campo científico a otro

Esta es la evolución del índice de disimilitud para ISCED 5A:

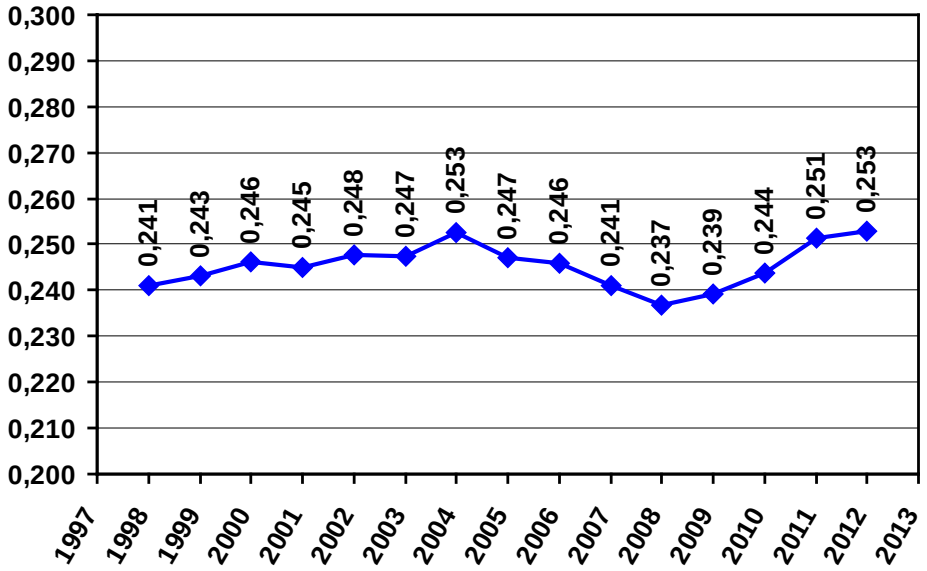


Figura 2. Índice de disimilitud (elaboración propia)

El índice ha ido aumentando de valor lo que implica que la segregación horizontal, en este nivel, ha aumentado. Para el año 2012 tendríamos que cambiar de campo a un 25% de investigadores para que el índice de mujeres en todos los campos estuviera en el 53%, que es el

porcentaje de presencia femenina en este nivel. Curiosamente los informes de la Unión Europea dan un valor para el índice de disimilitud de 0,03 para el año 2009 en el sector de la educación superior. La razón fundamental es que la proporción total de mujeres en el sector es de 39,8, pero sobre todo que la proporción de investigadores, por ejemplo en ciencias médicas es de 42% para el 2009, siendo la proporción en ISCED 5A de un 74% Si de lo que se trata es de medir el impacto que las medidas políticas han tenido sobre el aumento de las vocaciones femeninas en la elección de carrera parece que el nivel donde tiene que ser calculado el índice es en ISCED 5A y no en las investigadoras universitarias donde, además, parece estar contaminado con cuestiones de segregación vertical. [TORRES, 2012].

3. LA SEGREGACIÓN VERTICAL

La discriminación vertical se refiere a la (im)posiblidad de las mujeres de alcanzar los puestos superiores de la jerarquía académica, es decir, los puestos de catedráticas y titulares. En los últimos catorce años hemos pasado de un 11 por ciento de catedráticas a un 20%. Esto supone un incremento de menos de un 1% anual. Esta deficiente tasa de incremento no se puede achacar a la crisis económica. De hecho los mayores incrementos se producen a partir del año 2008

No parece irle mejor a las titulares. En ese periodo de tiempo el incremento va del 32,5 al 39,7%, unos escasos 7 puntos. Sin embargo, en las nuevas categorías de la LOU, ayudante doctor y contratado doctor si parece que se haya alcanzado la paridad, contando incluso con un porcentaje de 50,5% en ayudantes doctores. Este dato puede tener dos lecturas. Una negativa, que las mujeres sólo son mayoría en los puestos más bajos del escalafón, y una ligeramente más positiva dado que si lo comparamos con su equivalente LRU del año 1998 que era un 32,7% tenemos un incremento de 18 puntos porcentuales.

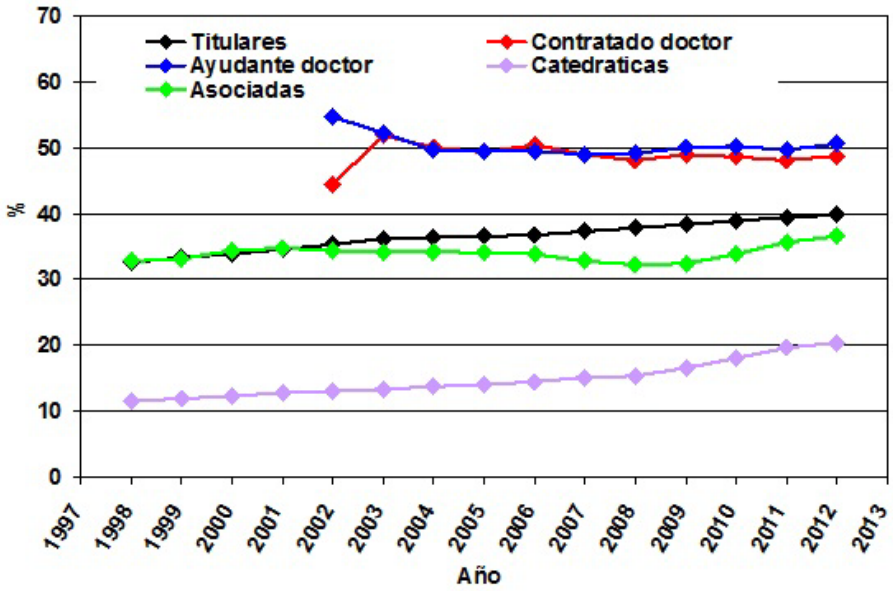


Figura 3. Evolución del porcentaje de mujeres por año y categoría (elaboración propia)

Aún así los datos siguen presentando la típica figura de tijera.

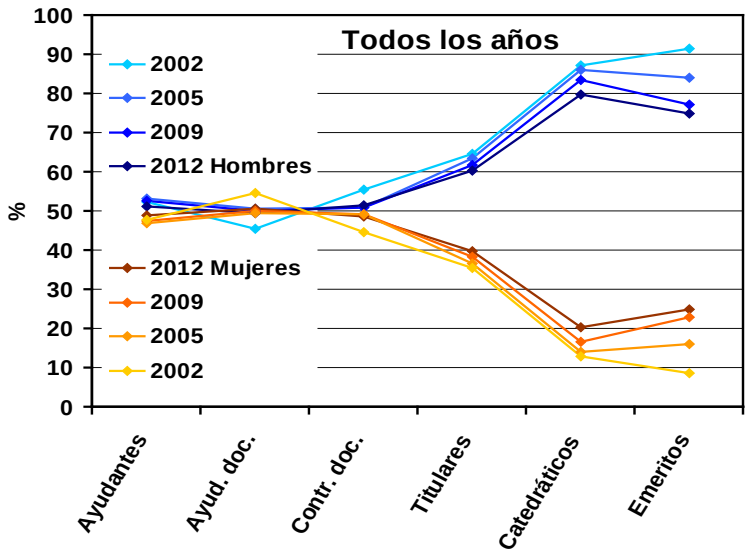


Figura 4. Gráfico de tijera por año (elaboración propia)

Una forma alternativa de presentar la segregación vertical es a través del índice de techo de cristal. Un indicador que proviene, igualmente, de los informes *She Figure*. Para unificar los indicadores y poder realizar comparaciones internacionales la Comisión Europea ha propuesto agrupar las categorías académicas de los diferentes países en cuatro grupos: grupo A, B, C, y D. En el sistema español el grupo A estaría formado por catedráticos y eméritos, el grupo B por titulares de universidad y el grupo C por ayudantes doctores y contratados doctores. Los asociados quedarían fuera en el cómputo de este índice. Pero esto presenta algunos problemas. a) Si queremos elaborar la serie histórica para comparar los índices actuales con fechas anteriores donde estaba vigente la LRU tenemos que en el paso de 2001 a 2002 alrededor de 30.000 personas desaparecerían de la estadísticas universitaria. b) Con el problema añadido de que la estadística a partir de ese momento agrupa asociados LOU con asociados LRU. c) Es cierto que un asociado LOU, según la ley, solo realiza tareas docentes y no tiene que realizar tareas de investigación. La cuestión es que las políticas de contratación de numerosas universidades ha recurrido a los contratos de asociados como forma de abaratar los costes en profesorado. Ello ha obligado al profesorado a comenzar su carrera precisamente por la figura de asociado, no solo investigan, sino que probablemente investigan y publican más que muchas otras categorías.

En cualquier caso se presentará el índice con y sin profesorado asociado. Veamos brevemente en qué consiste el índice. El índice de techo de cristal mide las oportunidades de las mujeres, comparadas con los hombres, de alcanzar un puesto en los niveles más altos de la jerarquía. Utilizado como indicador de discriminación vertical compara la proporción de mujeres en el grado A con la proporción total de mujeres en la academia, es decir, grado A+B+C. Un índice de 1 indicaría que no hay diferencias en la promoción de hombres y mujeres. A índices más altos más espeso es el cristal que impide el avance femenino. Un índice de menos de 1 indicaría que las mujeres están sobrerrepresentadas. La formula divide la proporción de mujeres en la academia por la proporción de mujeres en el grado A.

El índice es ligeramente inferior cuando eliminamos a los asociados del cómputo, La evolución del índice parece positiva. Ha bajado de 2,37 para el año 2002 a 1,81 para el 2012 (sin asociados). ¿Estamos pues en el camino correcto hacia la igualdad? ¿Cuánto tiempo tendremos que esperar? A

través de una regresión lineal y en función de los datos de los que disponemos, la estadística muestra que serán necesarios 50 años para alcanzar la igualdad en el grupo A y 21 en el grupo B.

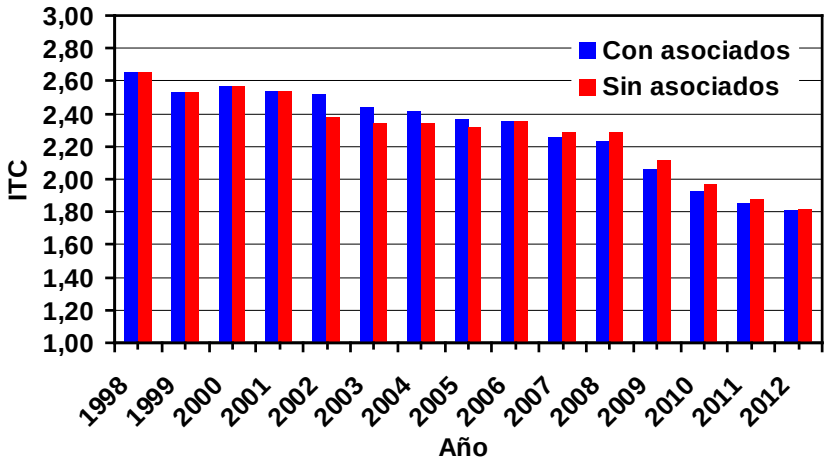


Figura 5. Evolución del índice de techo de cristal por año (elaboración propia)

2. LA LEGISLACIÓN. SERIE TEMPORAL

¿Qué medidas políticas se han implementado en aras de la igualdad? ¿Podemos rastrear algún tipo de impacto de estas políticas?

La primera y fundamental es la elaboración de indicadores y estadísticas desagregadas por género. En ese campo, y fundamentalmente debido al impulso de la Unión Europea el trabajo del INE, ha sido notable. Históricamente hemos de destacar el grupo de trabajo creado por la FECYT que estableció el primer conjunto de indicadores que analizaba la situación de la mujer en el sistema español de ciencia y tecnología [PÉREZ SEDEÑO, 2005].

Pero ha habido medidas políticas de calado que deben comenzar a ser evaluadas, por lo menos, dada la brevedad del horizonte temporal, en términos de tendencias:

- **Plan nacional de I+D 1996-1999.** Aquí ya se contemplaba la Integración en el PN I+D de un Programa Sectorial de Estudios de las Mujeres y del Género. relativo a las actividades de investigación que lleva a cabo el Instituto de la Mujer.
- **Plan de igualdad de oportunidades 1996-2000.** Entre las medidas políticas propuestas tenemos: más modelos educacionales para hacer la ciencia y la tecnología más asequible a las estudiantes: facilitar a las mujeres el acceso a la educación científica: promover la investigación en todos los sectores en los cuales la mujer está interesada: promover la especialización de las mujeres en carreras que podrían ser el origen de empleos de carácter innovador.
- **Plan nacional de I+D 2004-2007.** Dentro de las políticas horizontales asociadas al plan se propone: Fomentar la permanencia y la promoción de las mujeres en la carrera científica, por ejemplo programas de reincorporación a la carrera científica para las mujeres que la han abandonado total o parcialmente por razones de maternidad.
- **Orden PRE/525/2005, de 7 de marzo, por la que se da publicidad al Acuerdo de Consejo de Ministros por el que se adoptan medidas para favorecer la igualdad entre mujeres y hombres.** En materia de investigación establecía la creación de una unidad específica de Mujer y Ciencia para abordar la situación de las mujeres en las instituciones investigadoras y mejorar su presencia en ellas

e incluir, como criterio adicional de valoración en la concesión de ayudas a proyectos de investigación, la participación de mujeres en los equipos de trabajo.

- **Ley Orgánica 3/2007.** Tal vez uno de las medidas más importantes de esta ley es la paridad en los comités de evaluación (art. 53). Además prevé: a) La inclusión, en los planes de estudio en que proceda, de enseñanzas en materia de igualdad entre mujeres y hombres. b) La creación de postgrados específicos. c) La realización de estudios e investigaciones especializadas en la materia.
- **Ley Orgánica de Universidades 4/2007.** Introduce distintas consideraciones respecto al tema de la igualdad de género en la investigación, estableciendo explícitamente la paridad en las comisiones de selección para la provisión de plazas, pero también para la habilitación de titulares y catedráticos.
- **Plan nacional de i+d 2008-2011.** Debido a su carácter transversal, el principio de igualdad impregna toda la filosofía y los programas de ayudas del Plan Nacional de I+D+I 2008-2011.

3. DISCUSIÓN

La función de los indicadores es establecer un diagnóstico del sistema y medir si las medidas políticas adoptadas han supuesto un impacto sobre el estado del sistema. Los indicadores han mejorado levemente pero por el momento han sido hechos pocos esfuerzos para analizar qué medidas políticas han tenido éxito y cuáles no en esas variaciones porcentuales. Las dificultades para realizar ese análisis son múltiples: a) el horizonte temporal es todavía relativamente corto; b) en ocasiones la legislación específica medidas políticas concretas a tomar (como la paridad en las comisiones de selección o introducir la variable género dentro de la concesión de proyectos I+D) pero en otras no va más allá de declaraciones de principios acerca de incluir la perspectiva de género dentro de la estrategia X; c) distinguir entre las medidas políticas propuestas y la financiación que efectivamente se les dedica; d) la dificultad de determinar cuando empiezan a tener efecto determinadas medidas; y, e) la distorsión introducida en los últimos 7 años por la crisis económica. Teniendo esto en cuenta se trata de poner en correlación los datos antes analizados con la legislación promovida. Como ya señalamos la ley de universidades de diciembre de 2001 introducía nuevas figuras de profesorado y nuevos requisitos de contratación. Esta ley parece haber tenido un impacto positivo sobre la presencia de la mujer en las categorías inferiores dado que las nuevas figuras presentan, desde su inicio datos equilibrados. Es posible que esto sea fruto de los procesos de acreditación necesarios para acceder a las distintas categorías, lo que supone un filtro previo, o a la necesidad de estar dos años desvinculado de la universidad de contratación para los ayudantes doctores, lo que intentaba limitar las contrataciones endogámicas. En la categoría de catedráticas los mayores incrementos se dan en los años 2009, 2010, 2011. Estos incrementos son significativos pues triplican los mejores datos de años anteriores. Sin embargo en el periodo 2004-2006 se observan los menores incrementos. Ese periodo también es especialmente malo para las profesoras titulares, siendo su mejor periodo el inmediatamente anterior que va de 2001 a 2003. Si introducimos un eje temporal con la legislación y los superponemos parece, que en lo que a catedráticas se refiere las mejoras más significativas se producen a partir de 2007. Las medidas más importantes que se toman en esas leyes son la paridad en los comités de selección. Mientras que en el caso de las titulares tenemos el plan nacional I+D 96-99 y el plan de igualdad de oportunidades 96-2000. El objetivo del primero era el fomento de la investigación en temas de igualdad entre hombres y mujeres y del segundo el fomento de vocaciones científicas en las mujeres, hincapié en los modelos educacionales, promoción de la investigación en áreas de interés para la mujer.

¿Qué ocurre en el periodo de 2004 a 2006? Una de las razones puede ser las aducidas por Sedeño et. al, a partir del año 2000 los fondos destinados a los proyectos de la *Acción Estratégica de Fomento de la Igualdad de Oportunidades entre Mujeres y Hombres*, pasan a depender únicamente

del instituto de la mujer con una financiación escasa. Los datos anómalos de 2007 pueden obedecer a que 2006 es la fecha tope para transformar los contratos LRU a LOU, desde la promulgación de la ley en diciembre de 2001 es posible que muchas mujeres optaran por transformar sus contratos directamente a titular.

Estas explicaciones no pasan del rango de hipótesis de las cuales habría que buscar muchos más elementos confirmatorios. Lo que se pretende mostrar es la necesidad de realizar este tipo de estudios para que las medidas políticas y económicas encaminadas a mejorar la situación de la mujer sean realmente efectivas.

4. BIBLIOGRAFÍA

EUROPEAN COMMISSION (1999) Communication from the Commission of 17 February 1999 "Women and Science. Mobilizing women to enrich European Research"

EUROPEAN COMMISSION (2006) *She Figures 2006*, Directorate General for Research, Science and Society, Luxembourg

EUROPEAN COMMISSION (2009) *She figures 2009*. Directorate General for Research, Science and Society. Luxembourg

EUROPEAN COMMISSION (2012) *She figures 2012*. Directorate General for Research, Science and Society. Luxembourg

OCDE (2003) *Manual de Frascati*. Fundación española para la Ciencia y la Tecnología, Madrid

PÉREZ SEDEÑO, E. (2005) *La situación de las mujeres investigadoras en el sistema español de ciencia y tecnología*. Madrid: FECYT.

PÉREZ SEDEÑO, E. Y ALCALÁ CORTIJO, P. (2006) "La Ley de la Ciencia veinte años después: ¿dónde estaban las mujeres?" en *MI+D Revista Electrónica*. http://www.madrimasd.org/revista/revistaespecial1/articulos/perezalcala.asp [Consultado el 28 de agosto de 2014].

MINISTERIO DE ECONOMÍA Y COMPETITIVIDAD (2014) *Científicas en cifras*. Madrid: Ministerio de Economía y Competitividad.

MINISTERIO DE EDUCACIÓN (2009) *Panorama de la educación. Indicadores de la OCDE 2009 Informe español.* En: http://www.stes.es/documentacion/informes_ocde/InformeOCDE2009.pdf [Consultado el 29 de agosto de 2014].

TORRES GONZÁLEZ, O., Y PAU, B. (2011) "Techo de cristal y suelo pegajoso. La situación de la mujer en los sistemas español y alemán de ciencia y tecnología", *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, Vol. 6. nº 18, 35-59.

TORRES GONZÁLEZ, O. (2012) "Science and Gender Indicators: A Critical Review", *International Journal of Gender, Science and technology*, Vol. 4, nº 1, 24-47.

UNESCO (1997) *ISCED International Standard Classification of Education*. Disponible en http://www.uis.unesco.org/ev.php?ID=7433_201&ID2=DO_TOPIC [Consultado el 4 de abril de 2011].

VAQUERO GARCÍA, A., ET. AL. (2012). *La mujer en el campo científico, tecnológico y de transferencia del conocimiento en Galicia. Situación actual y actuaciones futuras.* Universidad de Vigo 2011. Versión electrónica: https://www.uvigo.es/sites/default/uvigo/DOCUMENTOS/igualdade/LA_MUJER_EN_EL_CAMPO_CIENTIFICO_TECNOLOGICO_versixn_web_castellano_doc.pdf [Consultado 28 de agosto 2014].

CAPÍTULO 15

ANTES Y DESPUÉS DE 1714: DE LA REVOLUCIÓN CIENTÍFICA A LA ILUSTRACIÓN

BEFORE AND AFTER 1714: FROM SCIENTIFIC REVOLUTION TO ENLIGHTENMENT

GONZÁLEZ REDONDO, F. A. (coord.) (2015) *Ciencia y Técnica entre la Paz y la Guerra. 1714, 1814, 1914*. Madrid, SEHCYT, pp. 1125-1132.

LOS NÚMEROS IRRACIONALES EN LA TEORÍA MUSICAL. DIFERENCIAS ENTRE LA ANTIGÜEDAD Y EL RENACIMIENTO

Alfonso Hernando González[(1)]

(1) I.E.S. Enrique Flórez, Burgos, España, alfonso_hernando@hotmail.com

Resumen

En la Antigüedad la escuela pitagórica afirmaba que todos los intervalos musicales podían ser descritos mediante proporciones numéricas sencillas; eso hacía que encontraran grandes dificultades cuando tenían que incluir intervalos pequeños tales como el semitono y otros menores, que son muy poco manejables si no se usan números irracionales. Por otro lado, los aristoxénicos, cuyo interés principal era la práctica musical, desarrollaron otro sistema que proporcionaba más flexibilidad. Sin embargo, como contrapartida, tuvieron que evitar toda relación entre música y matemáticas. De este modo ni unos ni otros pudieron encontrar una forma de superar esta situación y la teoría quedó en un punto muerto. Este ejemplo muestra que en la Antigüedad el cambio del marco teórico era casi imposible.

En cambio, durante el Renacimiento, los músicos teóricos, aunque, en principio, aceptaban las ideas pitagóricas, no dudaron en usar números irracionales para analizar los intervalos musicales cuando era preciso, lo que, finalmente, permitió hacer progresos decisivos.

En este artículo tratamos de ilustrar las profundas diferencias entre la Antigüedad y el Renacimiento a través del análisis, aunque sea sucinto, de algunas ideas de Salinas, Zarlino y otros autores del siglo XVI.

Palabras Clave: Números irracionales, Afinación musical, Francisco de Salinas, Zarlino.

IRRATIONAL NUMBERS IN MUSICAL THEORY. DIFFERENCES BETWEEN ANTIQUITY AND RENAISSANCE

Abstract

In ancient Greece, the Pythagoreans stated that all musical intervals could be de defined using simple numerical ratios. As a consequence they had great difficulties when they had to deal with the semitone and other intervals which were very difficult to describe without using irrational numbers. On the other hand, the Aristoxenians, who were more interested in everyday musical practice, developed a different system, which provided more flexibility. However, in return, they had to avoid any relationship between music and mathematics. So neither Pythagoreans nor Aristoxenians could find a way to overcome this problem and none of them were able to improve their theories. This example shows that in Antiquity it was almost impossible to change the theoretical framework.

On the contrary, in the Renaissance, theoretical musicians, although they initially accepted Pythagorean ideas, did not hesitate to use irrational numbers in order to analyze some intervals when required, which allowed them eventually to make a decisive breakthrough.

In this paper, we try to illustrate the differences between ancient Greece and the Renaissance by analyzing, although briefly, some ideas of Salinas, Zarlino and other authors from the sixteenth century.

Keywords: Irrational numbers, Atunement theory, Francisco de Salinas, Zarlino.

1. LOS NÚMEROS IRRACIONALES EN LA TEORÍA MUSICAL ANTIGUA

La teoría musical y, más en concreto, el papel que se daba en ella a los números irracionales es un lugar idóneo para analizar las profundas diferencias entre la ciencia antigua y la del Renacimiento. En lo que sigue bosquejaremos algunas de las líneas generales que conforman el problema, sin tratar de hacer un análisis muy detallado (lo que sería imposible por razones de espacio) ni mucho menos exhaustivo.

En la ciencia griega, las teorías se ocupan de las distintas disciplinas, cada una de las cuales se basaba en una serie de ideas fundamentales que eran normalmente conocidas como *principios* l. Una vez que se llegaba a un consenso sobre ellos, la teoría se encargaba de organizarlos y de buscar la correspondencia con los fenómenos y con los conocimientos adquiridos.

Los científicos antiguos no dirigen sus esfuerzos a la expansión o modificación de la teoría. En realidad, se suponía que, una vez establecida, no sería necesario hacer cambios de importancia. Los expertos en cada ciencia tampoco hacen demasiados esfuerzos para aplicar la teoría a ámbitos mayores, o a fenómenos empíricos más complejos. Más bien, se concebía de un modo esencialmente cerrado. Por esta razón, cuando surgía algún dato empírico o procedimiento que no concordaba claramente con lo admitido, no se hacía una revisión de la teoría, sino más bien se reorganizaban ligeramente algunos elementos o se reinterpretaban los nuevos datos.

Sin embargo, convivían formas bastante diferentes de tratar de explicar diversos aspectos de lo real. Ahora bien, cada una de las escuelas arrancaba de modelos muy distintos (con principios y metodologías contrapuestas), así que las mutuas críticas apenas tenían valor constructivo y cada contendiente mantenía sus posiciones prácticamente invariables.

En el caso de la teoría musical, se desarrollaron dos grandes escuelas: los pitagóricos y los aristoxénicos[1]. Los primeros pensaban que toda la música dependía de las relaciones numéricas sencillas y bien conocidas que se observaban entre las longitudes de las cuerdas que producían los sonidos más armónicos. Como consecuencia, insistían en que todos los intervalos musicales debían corresponderse con este tipo de proporciones. Los más importantes quedaban del siguiente modo: la octava se asociaba a 2/1; la quinta, a 3/2; la cuarta, a 4/3; y el tono, a 9/8. Así, por ejemplo, se constataba que, si se dividía la longitud de una cuerda por la mitad, el sonido subía una octava. Tan profunda, se pensaba, era la relación entre la música y la aritmética que no parecía razonable que fuera necesario utilizar otro tipo de entes matemáticos. Ahora bien, en seguida se comprendió que era preciso usar intervalos musicales asociados a números irracionales. En particular, eso ocurría con el semitono. Utilizando la terminología moderna, este intervalo se asocia a la raíz cuadrada de 9/8 que es, claro está, un número irracional.

El problema no pasó desapercibido a los matemáticos antiguos que enseguida comprendieron que el semitono exacto obligaba a la introducción de magnitudes inconmensurables (que son equivalentes desde el punto de vista formal a nuestros números irracionales). Ahora bien, como eso estaba explícitamente prohibido por la teoría, nunca se permitió la consideración de este tipo de intervalos. Las magnitudes inconmensurables sólo estaban permitidas en geometría, ya que muchas

[1] En este apartado sólo daremos un breve resumen del problema, ya que lo hemos abordado con más amplitud en HERNANDO [2014b], por lo que remitimos a este trabajo para más detalles, así como para información bibliográfica.

construcciones exigían su empleo. La música, que se asociaba siempre a la aritmética, únicamente se servía de los números naturales y sus cocientes.

Conviene señalar, aunque sea de pasada, las especiales características de este ámbito, ya que la música no se enfrenta con lo empírico (que es lo que ocurre por ejemplo en la astronomía), sino, más bien, con la práctica de los intérpretes. En otros términos, no hay que aludir a un material propiamente empírico (en el sentido de perteneciente al mundo exterior) sino que es únicamente en el terreno de las obras musicales donde se trata de buscar la justificación para ampliar o limitar la propia teoría.

La teoría pitagórica, con su intransigencia, dificultaba la labor de los músicos prácticos, ya que ellos tenían que utilizar constantemente intervalos que no eran descritos de forma satisfactoria con sus sistemas numéricos. Ésta es sin duda una de las razones fundamentales que condujeron a la formación de otra corriente de pensamiento encabezada por Aristóxeno. Uno de sus objetivos fue permitir la entrada de intervalos como el semitono (y otros más pequeños), para los que la teoría pitagórica no disponía de recursos adecuados. Para conseguirlo describía los intervalos de otra manera, que es equivalente a la actual escala logarítmica, aunque hay que tener presente que en la Antigüedad no se dio nunca cobertura formal a esta idea. El procedimiento consistía en asignar un número arbitrario a un intervalo; a partir de ahí, se asignaba la mitad al que lo dividía en dos, y así sucesivamente. Por ejemplo, si al tono se le asignaba el 24, al semitono le correspondía el 12. Análogamente se hacía con el resto. Así se conseguía un modo sencillo de describir cada intervalo; pero, a cambio, desaparecían las relaciones numéricas exactas que se asociaban a las longitudes de las cuerdas, que era parte esencial de la teoría pitagórica (hay que insistir en que, con el sistema de Aristóxeno, se perdía la referencia a las longitudes de las cuerdas, aunque se mantuviese un esquema numérico). Con su sistema, era posible acercarse a la práctica musical, lo que hizo que tuviera bastante aceptación, aunque los teóricos más conocidos se mantuvieran fieles (más o menos) a los esquemas pitagóricos. Sin embargo, su alejamiento de las ideas pitagóricas, obligó a los aristoxénicos a renunciar a cualquier contacto con la matemática y lo numérico, diciendo que el único criterio posible era el de la percepción. Por esta razón ellos nunca aludían a las proporciones numéricas que los pitagóricos asociaban con los intervalos señalados, pese a estar bien establecidas.

De este modo, se produjo un estancamiento, ya que, al no renunciar ninguna de las dos corrientes a sus planteamientos, se producía un diálogo de sordos. Ni los pitagóricos podían dar esquemas razonables de las escalas usuales, ni los aristoxénicos podían utilizar las relaciones numéricas entre intervalos musicales.

2. LOS NÚMEROS IRRACIONALES EN LA TEORÍA MUSICAL DURANTE EL RENACIMIENTO

Daremos ahora un salto histórico considerable. Lefèbre d'Étaples (aprox. 1455-1536) en 1496 expone una teoría musical completamente pitagórica, en la que sigue la línea usual de indicar al comienzo que la música dependía de la aritmética, asimismo expone una demostración original de que cualquier intervalo de la forma $(n+1)/n$ no se puede dividir mediante números racionales. Ahora bien, al final del tercer libro señala que, aunque efectivamente la división de este tipo de intervalos en dos partes iguales no se puede hacer por medio de números racionales, se puede conseguir por medios geométricos (véase figura 1). Más en concreto, recurre a un teorema de *Los Elementos* de Euclides [LEFÈBRE, 1496, III, 35]. Es decir, el sistema era bien conocido en la Antigüedad, pero nadie lo aplicó a la música en la Grecia Clásica debido a la estricta prohibición que hemos reiterado. Con esta nueva forma de abordar este viejo problema, y por primera vez en la historia de la teoría musical, se aplica explícitamente el uso de números irracionales al estudio de los intervalos musicales; eliminándose la estricta prohibición pitagórica, sin apenas reparar en el cambio de rumbo tan radical

que eso suponía. D'Étaples no hace ningún comentario sobre su procedimiento, o sea, no trata de justificarlo, ya que, para entonces, aunque fuese de un modo inconsciente, lo numérico se consideraba de un modo muy distinto al que caracterizaba a los autores antiguos, y no le parecía extraña la posibilidad de usar números irracionales en la música. Su procedimiento fue, desde entonces, utilizado a menudo[2].

Desde finales del siglo XV y durante todo el XVI se produce un renacer de la teoría musical en el que todos los autores parten de la teoría pitagórica antigua con toda su carga de numerología y de estudio de diferentes proporciones numéricas. También es característico de este periodo el enriquecimiento de los intervalos antiguos básicos con los de tercera mayor y tercera menor justas (6/5 y 5/4)[3]. De este modo, la teoría se hizo más compleja, dando lugar a lo que se conoce como escala justa. Ahora bien, precisamente la ampliación del uso de proporciones numéricas favoreció una vuelta a la teoría antigua que se basaba en ellas. Es más, hubo teóricos que encargaban la traducción al latín de diversas obras antiguas[4]. Por otro lado, una buena parte de los libros hacían todo lo posible por relacionar las escalas musicales del momento con las de la Antigüedad, lo que contribuyó a que se asociasen los géneros antiguos a los usos de la época, pese a que eran desde luego bien distintos. En cualquier caso, los autores del XVI trataban siempre de acogerse en los brazos de la tradición clásica, aunque fuera de forma muy forzada. Visto lo anterior, no puede sorprendernos que la mayoría de los libros, en sus páginas iniciales, expresaran su acuerdo con las tesis pitagóricas, indicando explícitamente que había que usar exclusivamente números racionales. Ahora bien, a medida que avanzaban en su estudio, y tenían que enfrentarse con problemas que conducían a la consideración de intervalos con proporciones irracionales (que se denominaban intervalos temperados), cambiaban la estrategia para incluirlos. El primer ejemplo lo proporciona Fogliano en 1529. En efecto, al principio de su tratado indica que la música depende de la aritmética solamente, para, posteriormente, cuando tiene que temperar algunos intervalos, recurrir al procedimiento de Lefèbre d'Étaples [FOGLIANO, 1529, III, 2].

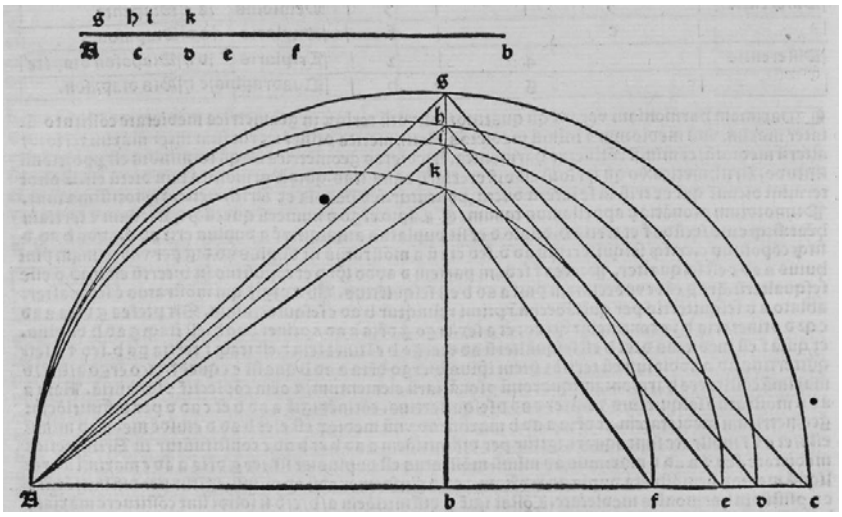


Figura 1. Esta construcción (Lefèbre d'Étaples, 1496, f. 6gv) se empleó a lo largo del siglo XVI frecuentemente para calcular medias geométricas en música. Por ejemplo, Fogliano, Zarlino y Salinas la usaron.

[2] Para más información se puede consultar GOLDÁRAZ [2004], GARCÍA [2003] o HERNANDO [2014ª].
[3] El primer texto impreso que los utiliza es RAMOS [1482]. Para el análisis de las afinaciones más influyentes, véase BARBOUR [1972].
[4] Así se indica en SALINAS [1577, IV, 30]. Para más información sobre el interés por la traducción de los libros griegos, y para una visión de conjunto sobre la teoría musical del Renacimiento, véase PALISCA [1985].

Zarlino (1517−1590), que es el autor más influyente de la época, algunos años después (en 1558), sigue su senda con una obra más extensa y ambiciosa, pero también más prolija y retórica. Por un lado, hace uso muy extenso de las ideas numerológicas para justificar su propio sistema basado en la aritmética, hasta el punto de que dedica largos párrafos a la defensa del número seis. La razón de dar tanta importancia a este número se basaba en que los intervalos que mejor sonaban, incluyendo la tercera mayor y menor citadas, se obtenían con números iguales o menores que seis, mientras que, los que incluían números mayores (salvo alguna excepción), se consideraban disonantes. No obstante, cuando se ve en la obligación de temperar, acude al mismo método de d'Étaples, añadiendo además otro (que asimismo toma de la Antigüedad) [ZARLINO, 1558, II, 25].

De este modo, en los tratados musicales del siglo XVI conviven elementos contrapuestos: por un lado parten de teorías con una fuerte carga numerológica; mientras que, por otro, abren la puerta a los números irracionales para poder dar cabida a intervalos que, de hecho, se usaban a diario. Es decir, en lugar de seguir la estrategia de los antiguos, que cerraron la teoría a toda intromisión de estos números, mantienen unos criterios mucho más flexibles.

Nos referiremos a continuación a la obra de Salinas (15131590), ya que , por su rigor, resulta especialmente adecuada para ilustrar el proceso histórico. En el primer libro de su *De musica libri septem*, al hablar de los números irracionales, niega explícitamente que tengan el más mínimo papel en la música. Después de explicar en un largo párrafo que las proporciones "sordas" o "desconocidas" son sólo para la geometría, termina diciendo que los músicos únicamente se deben ocupar de las proporciones racionales [SALINAS, 1577, I, 10].

Sin embargo, y también siguiendo lo que era norma en el momento, *tempera* los intervalos perfectos, o sea, cambia su tamaño obteniendo valores que obligaban al uso de números irracionales, sin lo cual era imposible el diseño de las afinaciones más habituales. De todos modos, trabaja con ellos durante bastantes capítulos sin indicar que estaba haciendo uso de este tipo de números. Únicamente, cuando se ocupa explícitamente de la división de un intervalo en dos iguales, dice lacónicamente que esta división no puede realizarse con números naturales[5], dando a continuación las mismas construcciones geométricas que se conocían desde d'Étaples. Más adelante, utilizará esos procedimientos para describir por primera vez el temperamento igual de doce semitonos.

Además de eso, en el capítulo XIV del libro tercero se argumenta que el instrumento perfecto, que es la voz humana, puede utilizar únicamente intervalos racionales, pero que eso no es posible con los instrumentos artificiales. Es decir, comprende con claridad que es necesario incluir intervalos irracionales. Además añade:

> Se puede objetar que ni Ptolomeo ni ningún otro músico antiguo menciona la imperfección de estas consonancias. Creo que la causa principal de ello está en que probablemente pensaron que esto pertenecía solamente a los prácticos, ya que se hacía únicamente por la percepción, a diferencia de la ciencia que solo depende de la razón [SALINAS, 1577, III, 14].

Es decir, no concibe que Ptolomeo no usara intervalos imperfectos (o sea, con números irracionales). A continuación, cita a Galeno para constatar que la afinación tenía que hacerse de oído, lo que obligaba al uso de intervalos irracionales. En la Antigüedad era tan grande la rigidez de la teoría que Ptolomeo no menciona tan siquiera la posibilidad de utilizar intervalos que no sean racionales, mientras que en el Renacimiento todos los teóricos buscan la forma de justificarlos, ya

[5] Véase SALINAS [1577, III, 24]. En todas las citas de esta obra, tomamos como referencia la traducción de FERNÁNDEZ CUESTA [1983], incluso cuando hacemos algunas modificaciones de detalle. Salinas conoce bien la diferencia entre los números racionales y los irracionales, como queda claro cuando indica, en SALINAS [1577, III, 27], que es imposible que tomando un intervalo racional varias veces se transforme en el intervalo (4/3), lo que equivale a decir que una raíz de orden cualquiera de este número no puede ser racional.

que eran extremadamente útiles. Salinas concluye de forma rotunda: “De las palabras de Galeno, se deduce claramente que ya entonces había intervalos imperfectos, más aún, siempre los ha habido y siempre los habrá” [SALINAS, 1577, III, 14].

El tratamiento de los intervalos temperados en el Renacimiento proporciona un buen ejemplo de lo que podríamos llamar *revoluciones silenciosas,* que se producen cuando la forma de estudiar algún tipo de fenómenos se va modificando gradualmente, hasta que se produce un cambio de orientación profunda, sin que los protagonistas puedan advertirlo, ya que tienden a pensar que la nueva orientación es tan natural que no se llegan a entender claramente las ideas del pasado. En el caso considerado, se constata que a Salinas le parecía tan inevitable la inclusión de números irracionales que no comprendía por qué no se habían utilizado en la Grecia Clásica.

3. EL USO DE LOS NÚMEROS IRRACIONALES EN LAS MATEMÁTICAS Y EN LA TEORÍA MUSICAL

Un poco antes de que los músicos teóricos empezaran a utilizar los números irracionales, algunos matemáticos se ocuparon de la aproximación de raíces no exactas, además, también elaboraron una serie de reglas para trabajar con ellos (que equivalen a lo que se aprende hoy en un curso elemental). Stifel (1487-1567) hace ambas cosas en su *Arithmetica Integra* [STIFEL, 1544]. Además también se ocupa de música (aunque no incorpora la escala justa), indicando correctamente que el semitono se puede calcular con una raíz cuadrada. Por otro lado, las raíces las aproxima con el sistema, habitual en Astronomía, de usar la base sexagesimal. Otro autor que hace algo similar es Niccolò Fontana (1499-1557), Tartaglia, que, en su obra más extensa [FONTANA, 1556], divide el semitono y otros intervalos utilizando raíces. Asimismo, da aproximaciones a las raíces, aunque basadas en un procedimiento iterativo distinto del de Stifel. Al final, indica que el modo de conseguir una solución exacta es recurrir a las construcciones geométricas ya indicadas. Por último Cardano (1501-1576) en su *Ars Magna*, publicada en 1545, utiliza libremente las raíces, pero no da ningún método para aproximarlas. Además, en una obra sobre música[6], hace lo mismo que Stifel, o sea, caracterizar el semitono por una raíz cuadrada.

Volviendo al terreno musical no parece que la obra de Stifel y Tartaglia haya tenido mucha trascendencia, pero fue conocida al menos por Zarlino, que alude a ellos en sus *Dimostrationi Harmoniche* [ZARLINO, 1571, pp. 158-160]. Más en concreto, cita el punto en el que Stifel describe el semitono como una raíz cuadrada. Sin embargo, no menciona las aproximaciones que hemos indicado. Por si quedan dudas, en el siguiente apartado vuelve a utilizar el método geométrico de Euclides para encontrar una raíz cuadrada. En resumen: Zarlino no apreció la ventaja de los métodos aritméticos y siguió utilizando, como el resto de los teóricos, las construcciones geométricas que no daban aproximaciones numéricas y eran, en último término, de escasa utilidad.

En su última obra otra vez dedica mucho espacio al problema de si se puede o no dividir el tono en dos partes iguales. Al principio retoma (con más erudición) la idea de que el tono no se puede dividir en dos partes iguales y que no hay que usar números irracionales. Muy distinto es el enfoque del libro IV, cuando aborda la división de la octava en doce semitonos iguales, que toma de Salinas. Zarlino hace un trabajo de elaboración muy cuidadoso y expone tres construcciones geométricas distintas y correctas[7]. Concluye que las raíces, por muy ingeniosas que sean, no le parecen útiles (apreciación errónea que se debe, claro está, a su poca familiaridad con los nuevos métodos).

[6] Nos referimos a CARDANO [1663]. La fecha es la de la publicación póstuma de su obra completa, pero se piensa que se pudo componer en torno a 1546.

[7] Se puede consultar directamente ZARLINO [1588, IV]; o bien, GARCÍA [2003], donde se explican las tres construcciones de forma sencilla pero detallada. También en HERNANDO [2006] doy más información. Sobre la prioridad de Salinas en el estudio del temperamento igual puede consultarse GOLDÁRAZ [2004].

Además indica que trató de buscar métodos aritméticos para dar una idea numérica de los métodos de temperación, pero que, viendo su dificultad, se limitó a dar aproximaciones realizadas con construcciones geométricas [ZARLINO, 1588, IV, 12, p. 158].

Como resumen, se puede decir que, aunque no terminan de recorrer el camino (sobre todo, debido a sus limitaciones en la manipulación matemática), los teóricos musicales del XVI marcan el camino que acabaría por superar las limitaciones de la antigua escuela pitagórica.

En los años finales del siglo, Stevin (1548-1620) da pasos muy significativos. Por un lado, introduce el uso de números decimales en base 10. Por otro, insiste en que se deben usar números irracionales siempre que sea necesario, y que todos los números tienen el mismo status, por lo que no cabe diferenciar entre números sordos y números racionales. Esta idea la aplica conscientemente a la música, dando por primera vez unos valores numéricos de la escala dividida en 12 semitonos iguales, usando, claro está, números irracionales en forma decimal[8].

En el siglo XVII diversos autores como Mersenne, Huygens, Zaragoza, etc., siguiendo la orientación general de la época, utilizan aproximaciones numéricas con toda normalidad. La vieja prohibición pitagórica se olvidó completamente. Tan grande fue el olvido que apenas ha habido estudios que hayan reparado en el interés histórico de la evitación de los números irracionales en la teoría musical.

4. CONCLUSIÓN

Los antiguos trataron de encontrar un sistema teórico que explicara de un modo satisfactorio y unitario todos los intervalos musicales. Además, esto debía hacerse con los mínimos elementos y de acuerdo con unos principios básicos que excluían tajantemente el uso de números irracionales. La teoría no trataba de fomentar la indagación de las formas musicales, sino la comprensión de unas bases teóricas. Es decir, el papel de la teoría procedía en cierto modo de un apartamiento de lo práctico.

En cambio, en el Renacimiento se produjo un proceso que conducía a esquemas musicales más complejos en los que era casi imprescindible la aparición de números irracionales. Ahora bien, la teoría de la que se disponía era claramente insuficiente, de ahí los esfuerzos por ampliarla, primero fijándose en los modelos antiguos, y, posteriormente, buscando sistemas originales. De este modo, lo que se veía en la Antigüedad como una frontera infranqueable, pasaba a ser en el Renacimiento lugar de paso obligado para ampliar la propia disciplina, sin preocuparse demasiado de que esa misma ampliación entrara en clara contradicción con las bases teóricas que ellos defendían explícitamente. Es decir, en el siglo XVI la teoría se utilizaba como instrumento para ampliar y dar cabida a los procedimientos prácticos. Por el contrario, en la Antigüedad más bien se concebía como forma de acotar el ámbito práctico que se había desarrollado previamente.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOUR, M. (1972) *Tuning and Temperament*. Da Capo Press, Nueva York
CARDANO, G. (1545) *Ars Magna,* Nurenberg.
CARDANO, G. (1663) *De musica liber,* Lyon.

[8] Véase STEVIN [1884] o RASCH [2002] para más detalles. De acuerdo con Rasch, el texto original de Stevin fue finalizado en el periodo 1610-1620, habiendo sido abocetado mucho tiempo antes. En cualquier caso, no tuvo influencia directa ya que fue editado mucho tiempo después.

CHRISTENSEN, T. (ed.) (2002) *The Cambridge History of Western Music Theory,* Cambridge University Press.

FERNÁNDEZ CUESTA, I. (1983) traducción castellana de SALINAS (1577). Alpuerto, Madrid.

FOGLIANO, L. (1529) *Musica Theorica*, Venecia.

FONTANA, N., conocido como TARTAGLIA (1556) *General trattato di numeri et mesuri*, Venecia.

GARCÍA PÉREZ, A. (2003) *El número sonoro, la matemática en las teorías armónicas de Salinas y Zarlino*. Salamanca, Caja Duero.

GOLDÁRAZ GAÍNZA, J. J. (2004) *Afinación y temperamentos históricos,* Alianza, Madrid.

HERNANDO GONZÁLEZ, A. (2006) "Aspectos matemáticos de la teoría musical del siglo XVI", en *Actas del IX Congreso de la SEHCYT,* Vol. 1, 153-168. Cádiz.

HERNANDO GONZÁLEZ, A. (2014a) "Las matemáticas en la obra de Francisco de Salinas", en *Francisco de Salinas. Música, teoría y matemáticas en el Renacimiento.* Universidad de Salamanca.

HERNANDO GONZÁLEZ, A. (2014b) "La evitación de los números irracionales en la teoría musical antigua y sus consecuencias", en *La Gaceta de la RSME. Vol 17*, nº 4, 743-764.

LEFÈBRE D'ÉTAPLES, J. (1496) *Musica libris demostrata quatuor*, París.

PALISCA, C. V. (1985) *Humanism in Italian Renaissance Musical Thought*. Yale University Press, New Haven y Londres.

RAMOS DE PAREJA, B. (1482) *Musica practica*, Bolonia.

RASCH, R. (2002) "Tuning and temperament", en T. Christensen (ed.) (2002), pp. 193-222.

SALINAS, F. (1577) *De musica libri septem*. Salamanca.

STEVIN, S. (1884) *Van de Spiegheling der singconst*. Amsterdam.

STIFEL, M. (1544) *Arithmetica integra*, Nurenberg.

ZARLINO, G. (1558) *Institutiones harmoniche*. Venecia.

ZARLINO, G. (1571) *Dimostrationi harmoniche*. Venecia.

ZARLINO, G. (1588) *Sopplimenti musicali*. Venecia.

GONZÁLEZ REDONDO, F. A. (coord.) (2015) *Ciencia y Técnica entre la Paz y la Guerra. 1714, 1814, 1914*. Madrid, SEHCYT, pp. 1133-1140.

LOS MÓVILES PERPETUOS EN EL MANUSCRITO DE FRANCISCO LOBATO (SIGLO XVI)

Carlos Jiménez Muñoz[(1)], Andrés Martínez de Azagra Paredes[(2)], Nicolás García Tapia[(3)]

(1) IES Valle del Alberche de Navaluenga, Ávila, cjimenezmuno@educa.jcyl.es
(2) ETSIIAA Universidad de Valladolid, Palencia, amap@iaf.uva.es
(3) Real Academia de Bellas Artes de la Purísima Concepción, Valladolid.

Resumen

El manuscrito de Francisco Lobato es un conjunto de apuntes técnicos y autobiográficos adheridos al dorso de los mapas de un ejemplar de la *Geografía* de Ptolomeo, editada en Roma en 1508. Estas notas incluyen curiosas anécdotas y minuciosas descripciones de ingenios mecánicos e hidráulicos, acompañadas por sencillas e intuitivas ilustraciones. El documento fue redactado en la segunda mitad del siglo XVI y descubierto en los años 80 del siglo XX en una exposición sobre el centenario del Monasterio de San Benito en Valladolid.

En estos apuntes aparecen numerosos artificios, como molinos de viento, de sangre y de agua, conducciones hidráulicas, esclusas y algunos otros. Son especialmente curiosos e ingeniosos dos artificios que pueden adscribirse al amplio grupo de los móviles perpetuos. Estos artefactos los denomina su autor “máquina gravísima y delicada” y “canal de agua que vuelve”.

La “máquina gravísima y delicada” agrupa una serie de ingenios propios de la época como la rueda hidráulica o el tornillo de Arquímedes. Por su parte, el “canal de agua que vuelve” incluye, entre otros, un sifón, un molino de rodezno y una azuda toledana. Estos dos artificios, por ser móviles perpetuos, nunca llegaron a funcionar en su conjunto. Sin embargo y por separado, muchos de sus componentes los construyó Francisco Lobato y funcionaron correctamente.

En esta comunicación realizamos un detallado estudio de ambos dispositivos, explicando el funcionamiento de cada una de las máquinas por separado y en su conjunto, y los analizamos dentro de su contexto histórico, comparándolos con otros móviles perpetuos previos, contemporáneos y posteriores.

Palabras Clave: Manuscrito de Francisco Lobato, Ingeniería hidráulica, Tecnología del siglo XVI, Tornillo de Arquímedes, Rueda hidráulica, Móvil perpetuo.

PERPETUAL MOTION MACHINES IN THE MANUSCRIPT OF FRANCISCO LOBATO (16th CENTURY)

Abstract

The manuscript of Francisco Lobato is a collection of autobiographical and engineering notes attached to the maps of a copy of the *Geography* of Ptolomy published in Rome in 1508. These notes include curious anecdotes and detailed descriptions of mechanical and hydraulic devices, accompanied by simple and intuitive illustrations. The document was written by a Castilian of Medina del Campo in the second half of the sixteenth century and it was discovered thirty years ago in an exhibition about the Centenary of the Monastery of Saint Benedict in Valladolid.

In the notes of the Castilian technician there are numerous devices, like wind and water mills, hydraulic pipelines, locks and some others. In that group, two devices that can be ascribed to the large group of the perpetual motion machines are especially ingenious. These are called by its author "máquina gravísima y delicada" (complex and delicate machine) and "canal de agua que vuelve" (waterway that returns).

The "máquina gravísima y delicada" includes several wits typical of this time as the hydraulic wheel or the Archimedean screw. On the other hand, the "canal de agua que vuelve" includes, among others, a siphon, a "rodezno" mill and an "azuda" from Toledo. These two devices, by the fact of being perpetual motion machines, never came to function as a whole; however, the components separately functioned properly and represented a milestone in the search of the desired and unattainable machine of perpetual motion.

In this paper we carry out a detailed study of both devices, explaining the operation of each machine separately and together, and we analyze them within their historical context, comparing them with previous, contemporaneous and subsequent perpetual motion machines.

Keywords: Manuscript of Francisco Lobato, Hydraulic Engineering, 17th Century Technology, Archimedean screw, Waterwheel, Perpetual motion machine.

1. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, las investigaciones de López Piñero [LÓPEZ PIÑERO, 1979] o Vicente Maroto y Esteban Piñeiro [VICENTE y ESTEBAN, 2006], entre otros, han sacado a la luz documentos que ponen de relieve la importancia de la ciencia y la técnica en el siglo de Oro. Aún así, persiste la desacertada creencia de la falta de capacidad de los españoles para la invención, en parte respaldada por la famosa sentencia de Unamuno "¡que inventen ellos!". Sin embargo, es en la técnica y en la ingeniería donde España da sus mejores frutos, cosa lógica, ya que un imperio de tales dimensiones no habría podido sustentarse sin buenos ingenieros y notables inventores [GARCÍA TAPIA y CARRILLO, 2002].

En el campo de la ingeniería aparecen mentes excepcionales. Quizá el ingenio hidráulico español más conocido de esta época sea el artificio de Juanelo Turriano (1501-1585) para elevar el agua del río Tajo a la ciudad de Toledo. Pero también desarrollaron una encomiable labor otros ingenieros menos conocidos como Jerónimo Girava (c. 1490-1556), Pedro Juan de Lastanosa (1527-1576) o Andrés García de Céspedes (1560-1611). Dentro de este grupo de ingenieros olvidados destaca Francisco Lobato del Canto (c. 1530-1588), vecino de Medina del Campo, que es el autor de un manuscrito que incluye unas interesantes reflexiones redactadas en la segunda mitad del siglo XVI. En sus apuntes, Lobato efectúa un amplio recorrido por los ingenios hidráulicos de su época, utilizando sencillos e intuitivos dibujos y breves explicaciones. Este manuscrito fue rescatado del olvido por José Antonio García-Diego y Nicolás García Tapia en la década de los ochenta del siglo XX [GARCÍA-DIEGO y GARCÍA TAPIA, 1987]. La relevancia de este apenas conocido escrito aconseja profundizar en su estudio, analizando los ingenios más señeros que en él aparecen. Vamos a detenernos en dos de ellos: la "máquina gravísima y delicada" y el "canal de agua que vuelve".

2. FRANCISCO LOBATO Y SU MANUSCRITO

Para llevar a cabo el presente trabajo, nos hemos basado en la investigación de García-Diego y García Tapia (1987). Así, todas las referencias las hemos sacado de esta fuente.

El manuscrito de Francisco Lobato es un tratado de treinta y siete folios pegados al dorso de los mapas de un ejemplar de la *Geografía* de Ptolomeo[1]. Incluye fechas que van desde 1547 hasta 1585. En su mayor parte fue redactado en 1577 [GARCÍA-DIEGO y GARCÍA TAPIA, 1987]. El autor narra sucesos cotidianos de su vida y comenta algunos aspectos históricos. Lo más valioso de este documento son sus minuciosas descripciones e ingeniosas ilustraciones de máquinas, algunas de invención propia. Entre éstas aparecen molinos de agua, de viento o de sangre con novedosos detalles constructivos, sugerencias para hacer los ríos navegables, conducciones de agua para alimentar fuentes, sistemas de molienda a represadas o máquinas de movimiento continuo.

Las únicas referencias que han llegado hasta nuestros días del autor son aquéllas que él mismo menciona en su manuscrito, en el que se presenta como "Yo, Francisco Lobato del Canto, vecino de Medina del Campo". El objetivo que persigue no es la publicación del documento, ni tampoco obtener fama o dinero. Tiene unas pretensiones más modestas que expone en sus notas: recordar datos técnicos, "porque no se pase de la memoria, lo pongo aquí", y justificarse ante sus familiares, "Y esto póngolo aquí para que entiendan mis hijos que por procurar ganar lo hice, y no lo jugué ni gasté en otros vicios que otros hombres lo gastan". Lobato también tiene en mente escribir una historia de su villa natal, Medina del Campo, que parece que sí desea llevar a la imprenta, aunque no sabemos si finalmente lo hizo. Así dice: "Yo […] propuse de hacer un libro intitulado Crónica y antigüedad de Medina del Campo" [GARCÍA-DIEGO y GARCÍA TAPIA, 1987, p.25].

3. MÓVILES PERPETUOS EN EL MANUSCRITO

La búsqueda de una máquina de movimiento perpetuo está plagada de ingeniosas tentativas. A lo largo de la Edad Media y la Edad Moderna, inventores de la talla de Villard de Honnecourt (c. 1200-c. 1250), Taccola (1382-1453), Leonardo da Vinci (1452-1519), Jacopo Strada (1507-1588), Vittorio Zonca (1568-1603) o Robert Fludd (1574-1637) plantean sus proyectos[2], siendo todos ellos móviles perpetuos de primera especie que pretenden obtener energía a partir de la nada [BRODIANSKI, 1989], contradiciendo así el Primer Principio de la Termodinámica.

Pese a este error de partida, el trabajo realizado por muchos de estos autores ha supuesto avances importantes para la técnica y es digno de admirar. Ellos se sintieron respaldados por procesos naturales, aparentemente perpetuos, como los movimientos celestes o el ciclo del agua. A este respecto, a comienzos del siglo XVII, el técnico navarro Jerónimo de Ayanz (1553-1613) afirma que es imposible crear una máquina que funcione de manera autónoma: "el querer hacer movimiento perpetuo, me maravilla mucho que lo emprenda hombre de entendimiento". Pero, a continuación, admite la existencia de movimientos perpetuos naturales, entre los que encuentra tres: "El primero, son los ríos caudalosos […]. Lo segundo tiene más dificultad, que es movimiento celeste […]. El tercer movimiento que será para siempre es el alma, que tenemos hecha a semejanza de Dios […][3].

En el manuscrito que comentamos aparecen dos móviles perpetuos hidráulicos de primer orden. A diferencia de otros inventores, Lobato no pretende conseguir este utópico dispositivo *per se*, sino que busca máquinas hidráulicas eficientes y aplicaciones prácticas para sus ingenios. El primer artificio es la "máquina gravísima[4] y delicada" [GARCÍA-DIEGO y GARCÍA TAPIA, 1987, pp. 47-48]. Este ingenio consta de varios dispositivos. Las piezas fundamentales del mismo son un tornillo de Arquímedes y una rueda hidráulica. El otro ingenio, denominado por Lobato "canal de agua que

[1] Se trata de un ejemplar de la *Geografía* de Ptolomeo editada en Roma en 1508, con comentarios latinos de Marco Beneventano y Juan Cotta.
[2] Estos y otros ingenios aparecen descritos e ilustrados en la página web: hp-gramatke.net.
[3] Ayanz y Beaumont, Jerónimo (1612), *Al Serenissimo Principe Emanuel Filiberto, Gran Prior de San Juan, Generalissimo del mar.* Biblioteca Nacional de España, Madrid, R/34183/10.
[4] El término "gravísima" hace referencia a la complejidad de la máquina.

vuelve" [GARCÍA-DIEGO y GARCÍA TAPIA, 1987, pp. 87-90] es ideado y construido a raíz de la orden de Maximiliano de Austria de hacer navegable el río Duero. En este caso, el eje central de la máquina es un molino de sifón.

4. *MÁQUINA GRAVÍSIMA Y DELICADA*

Este ingenio (Figura 1) está compuesto por varios dispositivos que funcionan gracias al trasvase de agua entre dos estanques situados a diferente altura. Desde el estanque inferior (situado a la izquierda en la figura) el agua es elevada hasta el estanque superior (situado a la derecha) mediante un "husillo" o tornillo de Arquímedes. El autor describe cómo ha de instalarse:

> Y sobre esta columna o postes de madera ha de cargar el ingenio de husillo que ha de subir el agua, el cual ha de estar asentado a cola de cartabón[5] hasta que pueda levantar el agua en el altura que quisieren; el cual ha de ser del largo que requiera, conforme a la hondura que el dicho pozo o estanque tuviere [GARCÍA-DIEGO y GARCÍA TAPIA, 1987, p. 47].

Lobato considera que el agua, una vez elevada, es capaz de realizar varios trabajos de forma simultánea. En primer lugar, en el estanque superior hay un vertedero por el que cae un tercio del volumen de agua sobre una rueda hidráulica que, a través de un sistema de engranajes compuesto por una entruesga (rueda dentada de molino) y una linterna, es la encargada de mover el tornillo de Arquímedes. Así lo explica Lobato: "y en el medio de él ha de tener asentada una rueda a la manera de entruesga, para que por ella la menee la rueda que ha de mover el agua; […] y por un canal salga la tercera parte del agua que subiere y ha la hacer andar" [GARCÍA-DIEGO y GARCÍA TAPIA, 1987, pp. 47-48]. Por tanto, una parte del propio fluido debe ser la responsable de su propia elevación, lo cual es inviable por razones energéticas.

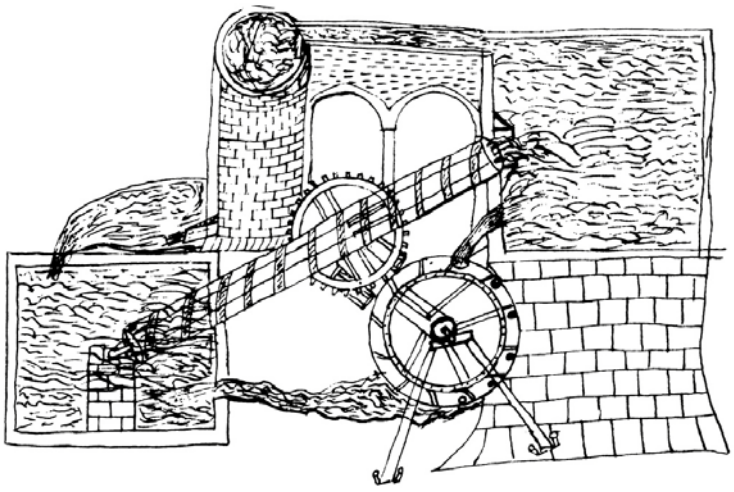


Figura 1. "Máquina gravísima y delicada" [GARCÍA-DIEGO Y GARCÍA TAPIA, 1987]

En este proyecto, Lobato busca un dispositivo Los otros dos tercios del agua deben discurrir por un canal para, o bien regar una huerta, o bien salir a través de un saetín y poner en

[5] El término "a cola de cartabón" hace referencia al ángulo que forman en caballete las dos vertientes de una armadura de tejado.

funcionamiento un molino de rodezno situado al pie de un cubo. En este último caso, el agua, una vez hubiera desempeñado su función, volvería de nuevo al estanque del que habría partido, cerrándose así el ciclo. Lobato describe el proceso de forma sencilla y clara: "y las otras dos partes han de salir por otra canal para que con ella riegue una huerta o muela un molino dándole huida a donde pueda tener salto conveniente y el agua con que moliere se ha de volver al pozo o estanque de donde salió por su pie" [GARCÍA-DIEGO y GARCÍA TAPIA, 1987, p. 48].

útil y eficiente, más que una máquina de movimiento perpetuo *per se*. El motor que acciona su ingenio es una rueda de cangilones de alimentación superior. Lobato considera, con razón, que este tipo de rueda es la que más agua conserva. Así mismo, es la rueda hidráulica que mayor rendimiento energético posee [REYNOLDS, 1983]. El molino que incluye en este proyecto es un molino de cubo, la mejor solución técnica cuando se dispone de caudales escasos, como ocurre en el río Zapardiel.

Con todo esto, vemos que, a pesar de que la máquina en su conjunto no llega a desempeñar su cometido, los dispositivos por separado hubiesen funcionado perfectamente, pues Lobato era un consumado experto en la construcción de todos estos ingenios hidráulicos, como se evidencia a lo largo de su manuscrito. Así mismo, agrupa un conjunto de artefactos como la rueda hidráulica, el tornillo de Arquímedes o el molino de cubo, que nunca antes habían coexistido en un mismo proyecto, lo que hace a este ingenio original y único. Además, las elecciones de Lobato a la hora de mejorar la eficiencia del mecanismo nos muestran que el técnico castellano es un gran impulsor de sistemas de molienda.

En los círculos científicos de la Edad Moderna un diseño de este tipo no presenta ninguna contradicción aparente. Un esquema similar al que plantea Lobato, con rueda hidráulica y tornillo de Arquímedes, es propuesto por Leonardo da Vinci unas décadas antes[6]. Con posterioridad este genio renacentista realiza unos ensayos para estudiar el rozamiento y deduce que no es posible elevar la totalidad del agua que cae, puesto que "de la máquina hay que restar lo que se pierde en el rozamiento de los apoyos"[7]. Así, Leonardo formula una sentencia hidráulica clarividente: "es imposible poner en movimiento un molino con ayuda del agua muerta"[8].

Pese a este importante descubrimiento de Leonardo, la búsqueda del móvil perpetuo hidráulico prosigue su camino. En 1575 Jacopo Strada propone una máquina de características análogas a la de Lobato, cuya función es accionar una piedra de afilar. En 1618 Robert Fludd presenta varios dispositivos con características similares a la "máquina gravísima y delicada". Entre ellas, proyecta un molino accionado por una rueda hidráulica. En 1661, Georg Andreas Böckler, en su obra *Theatrum Machinarum Novum*, proyecta uno de los móviles perpetuos hidráulicos más complejos de la historia [ORD-HUME, 1977]. Este artificio es accionado por una rueda hidráulica y el agua es elevada en varias etapas utilizando rosarios de cajas, para que, cuando el líquido esté en la cota más alta, sea vertido sobre la rueda hidráulica que acciona todo el sistema.

Los intentos de encontrar un móvil perpetuo han sido tan recurrentes como infructuosos. Así, hasta que en 1775 la Academia de Ciencias de París niega la posibilidad de crear un dispositivo con tal propiedad y veta los documentos relativos a estas máquinas [BRODIANSKI, 1989]. Décadas más tarde, el Primer Principio de la Termodinámica enunciado por Julius Robert von Mayer (1814-1878) en 1842, con nulo éxito y muchas críticas, y ratificado años después por Hermann von Helmholtz (1821-1894) y James Prescott Joule (1818-1889), cierra definitivamente las puertas a estos dispositivos. Aún así, la búsqueda del móvil perpetuo no ha finalizado. En los últimos años del siglo XIX es propuesto un nuevo móvil perpetuo hidráulico [DIRCKS, 1989]. En este artefacto, el agua sube por una mecha por capilaridad y es vertida, una vez elevada, sobre una rueda hidráulica, que gira así

[6] Leonardo da Vinci en el *Códice de Arundel* (c. 1500) presenta un mecanismo de movimiento perpetuo compuesto por un tornillo de Arquímedes y una rueda hidráulica.
[7] Leonardo da Vinci, *Códice de Leicester* (c. 1510).
[8] Leonardo da Vinci, *Códice de Leicester* (c. 1510). El "*agua muerta*" es aquélla que se encuentra a una cota inferior al nivel de trabajo de la máquina.

indefinidamente. La insistencia en proponer móviles perpetuos hidráulicos continúa en el siglo XX y se extiende hasta nuestros días[9].

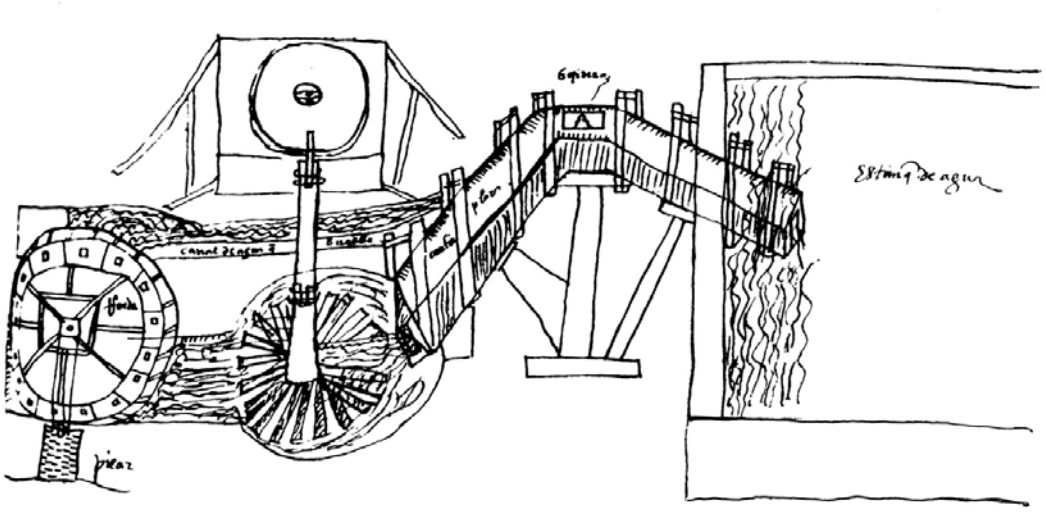


Figura 2. "Canal de agua que vuelve" [GARCÍA-DIEGO Y GARCÍA TAPIA, 1987]

5. *CANAL DE AGUA QUE VUELVE*

En 1558, Lobato, junto a su paisano, el eminente médico y filósofo Gómez Pereira (1500-c.1565), proyecta y lleva a la práctica, el "canal de agua que vuelve" (Figura 2). Este ingenio es ideado y construido a raíz de la orden de Maximiliano de Austria para hacer navegable el río Duero. Para tal fin habrían de eliminarse los azudes y los molinos del río, siendo necesario encontrar una fuente de energía alternativa alejada de los cursos fluviales. Para solventar esta seria dificultad, Lobato propone derivar y alejar el agua del río mediante un sifón. El proyecto se llevó a cabo en un estanque, perteneciente al comendador Morejón de Valencia. Del mencionado estanque sale agua por un sifón en cuyo desagüe y a menor cota, se instala una rueda hidráulica. Más adelante, una noria de cangilones eleva de nuevo el agua y, a través de un canal, se devuelve al estanque del que ha partido. Este ingenio se construyó y puso en marcha con escaso éxito. Así se lamenta Lobato:

> [...] dimos orden cómo se podría volver el agua y parecións que con una rueda o azuda como las de Toledo la volveríamos, la cual hicimos, y volvería la doceava parte y aún no tanto como lo que salía y en este comedio vino el señor comendador Morejón de Valencia y vió el daño del estanque y de la huerta que se había hecho con la acequia, que salía hasta el río Zapardiel. Que recibió enojo e mandólo deshacer y así se deshizo y trajimos la cantimplora y ruedas y otras cosas y quedáronseme allá mis piedras, como era cosa más pesada. Y éstas me costaron 11 ducados y el señor comendador las gastó allá en unas fuentes que en el estanque y huerta hizo y nunca se me pagó cosa ninguna, que algún día se lo tengo de pedir [GARCÍA-DIEGO y GARCÍA TAPIA, 1987, pp. 88-89].

[9] Como simple curiosidad, en una revista en línea llamada "*Journal of theoretical analysis of the perpetual motion machines*", se propone un móvil perpetuo hidráulico en 2012.

Tras el infructuoso ensayo, la idea inicial de conseguir un móvil perpetuo se desvanece y su autor se centra únicamente en el sifón de derivación. Lobato se muestra así de optimista con relación a su invento: "Que acabado mi molino y máquina en perfección, como se vendrán a hacer muchos molinos como él, no será menester aceñas en Duero, ni Guadalquivir, ni Tajo, ni en Águeda, ni en Tormes, ni en Pisuerga, ni en Miño, ni en todos los más ríos de España" [GARCÍA-DIEGO y GARCÍA TAPIA, 1987, p. 91]. Por otra parte, Gómez Pereira, al que Lobato se refiere como "el licenciado Perea", patenta en solitario un molino de sifón, cuyo privilegio de invención por diez años se le concede el 30 de junio de 1563 [GARCÍA TAPIA, 1990]. Aunque la patente no da detalles, el molino de sifón patentado muy probablemente estaba inspirado en el que encontramos en el manuscrito de Lobato.

Son escasos los móviles perpetuos que incluyen un sifón en su mecanismo. Hacia el año 1600, el italiano Vittorio Zonca, en su obra *Novo teatro di machine et edificci per varie et sicure operationi*, describe una máquina que en algo puede recordar al "canal de agua que vuelve", aunque su desarrollo sea mucho más ingenuo y sencillo: incluye un sifón que, supuestamente y merced a cambios en el diámetro de la tubería, genera un flujo continuo de agua que mueve un molino.

6. CONCLUSIONES

El manuscrito de Francisco Lobato se puede considerar único en el sentido de que reúne los conocimientos tecnológicos de un experimentado ingeniero hidráulico cuya intención nunca fue sacarlos a la luz. Su actitud parece ser la de un hombre culto, un empresario poseedor de bienes suficientes, lleno de entusiasmo por la mecánica y curioso de las novedades que en ella aparecen. Además, no busca ánimo de lucro con la elaboración de su manuscrito, pues en ningún caso parece que se plantee patentar sus ingenios ni la publicación de los mismos. No se le puede considerar, por tanto, un ingeniero típico, pues no parece que trabajase para nadie; sino para sí mismo y dedicando a ello sólo una parte de su tiempo.

En la "máquina gravísima y delicada" destaca la capacidad de Francisco Lobato de combinar un tornillo de Arquímedes, una rueda hidráulica vertical y un molino de rodezno en un único ingenio. Demuestra su sólida experiencia en las tres máquinas aludidas, aunque sólo se detiene en dibujar el tornillo y la rueda hidráulica. En otros folios del manuscrito, Francisco Lobato hace gala de su excelente formación en molinos. Por su parte, en el "canal de agua que vuelve", Lobato corrige su error inicial y consigue desarrollar un molino de sifón eficiente.

Si tenemos en cuenta que estas máquinas son sólo dos pequeñas muestras entre los múltiples ingenios que aparecen en el manuscrito, podemos inferir que nos encontramos ante un tratado excepcional que aúna gran parte de los conocimientos hidráulicos de su época. Los dos artificios que hemos comentado asumen la posibilidad del móvil perpetuo de primera especie. Son admirables en su conjunto, siendo las máquinas por separado muy interesantes de analizar, sobre todo cuando el autor detalla sus piezas o cuando propone mejoras. A su vez, en el texto del segundo artificio apreciamos una clara evolución en el pensamiento de Lobato, que se aleja de los móviles perpetuos hidráulicos para centrarse en mejorar la eficiencia de sus molinos.

8. BIBLIOGRAFÍA

BRODIANSKI, V.M. (1989) *Móvil perpetuo antes y ahora*. Moscú, Editorial Mir.

DIRCKS, H. (1870) *Perpetuum Mobile or a History of the search for self-motive power from 13th to the 19th Century.* Londres, E. & F.N. Spon.

GARCÍA-DIEGO, J.A.; GARCÍA TAPIA, N. (1987) *Vida y técnica en el Renacimiento. Manuscrito de Francisco Lobato, vecino de Medina del Campo.* Valladolid, Universidad de Valladolid.

GARCÍA TAPIA, N. (1990) *Patentes de invención españolas en el siglo de Oro*. Madrid, Ministerio de Industria y Energía.

GARCÍA TAPIA, N.; CARRILLO, J. (2002) *Tecnología e Imperio: Turriano, Lastanosa, Herrera y Ayanz*. Madrid, Nivola.

GARCÍA TAPIA, N. (2003) *Técnica y poder en Castilla durante los siglos XVI y XVII*. Salamanca, Junta de Castilla y León.

LÓPEZ PIÑERO, J.M. (1979) *Ciencia y técnica en la sociedad española de los siglos XVI y XVII*. Barcelona, Labor Universitaria.

ORD-HUME, A. (1977) *Perpetual motion, the history of an obsession*. New York, St. Martin's Press.

REYNOLDS, T. (1983) *Stronger than a hundred men: A History of the Vertical Water Wheel*. Baltimore, Johns Hopkins University Press.

VICENTE MAROTO, M.I.; ESTEBAN PIÑEIRO, M. (2006) *Aspectos de la ciencia aplicada en la España del siglo de Oro*. Valladolid, Junta de Castilla y León.

GONZÁLEZ REDONDO, F. A. (coord.) (2015) *Ciencia y Técnica entre la Paz y la Guerra. 1714, 1814, 1914*. Madrid, SEHCYT, pp. 1141-1148.

MANUSCRITO CON OBRAS ATRIBUIDAS A DIEGO PÉREZ DE MESA EN LA *BIBLIOTECA HISTÓRICA* DE LA UNIVERSIDAD COMPLUTENSE

José María Ortiz de Zárate Leira[(1)]

(1) Departamento de Física Aplicada I, Universidad Complutense de Madrid, jmortizz@ucm.es

Resumen

La *Biblioteca Histórica* de la Universidad Complutense, bajo la signatura *BH MSS 205*, custodia un manuscrito antiguo con material diverso en latín y castellano atribuido a Diego Pérez de Mesa, que fue catedrático de Matemáticas en la Complutense en 1585-1595. El contenido principal del documento es astrológico, aunque incluye partes de contenido cosmográfico. Aquí presentamos los resultados de una lectura de dicho manuscrito, proponemos una división de su contenido, discutimos autoría y fecha de composición e intentamos encuadrar sus contenidos en el contexto general de la vida y obra de Pérez de Mesa.

Palabras Clave: Diego Pérez de Mesa; Ciencia española del siglo XVI; Universidad de Alcalá (histórica).

A MANUSCRIPT WITH WORKS ATTRIBUTED TO DIEGO PÉREZ DE MESA AT THE *HISTORIC LIBRARY* OF THE COMPLUTENSE UNIVERSITY (MADRID)

Abstract

The *Historic Library* of the Complutense University (Madrid, Spain) owns, under the call number *BH MSS 205*, an old manuscript containing various works, in Latin and in Spanish, attributed to Diego Pérez de Mesa, who was Professor of Mathematics at the Complutense in 1585-1595. The manuscript is mainly on astrology, although it includes some parts on cosmography. Here we present the results of a reading of the manuscript, propose a division of its contents, discuss authorship and date of writing, as well as try to place the document in the wider context of the life and works of Pérez de Mesa.

Keywords: Diego Pérez de Mesa; Spanish science in the XVI century; Complutense University (Historic).

1. DIEGO PÉREZ DE MESA (1563-c. 1632)

La Biblioteca Histórica de la Universidad Complutense (UCM) custodia, con la Signatura *BH MSS 205*, un manuscrito antiguo con material diverso en castellano y en latín de naturaleza científica, principalmente astrológica, pero también astronómica y cosmográfica. Este manuscrito está digitalizado y es accesible como parte de la *Biblioteca Digital Dioscórides* (BDD). El material se atribuye a Diego Pérez de Mesa, una figura interesante de la Ciencia Española en el Siglo de Oro. Este manuscrito no parece muy conocido y no está citado en los repertorios existentes de obras de Pérez de

Mesa[1]. Nuestro objetivo aquí es presentar dicho manuscrito, efectuar un análisis preliminar de su contenido y situarlo en el contexto más amplio de las obras conservadas de Pérez de Mesa.

La biografía más exhaustiva de nuestro autor es la de Pereña [1980], de donde extractamos: Diego Pérez de Mesa nació en Ronda el 17 de diciembre de 1563[2]. Realizó los estudios de Bachiller en Artes en la Universidad de Salamanca (1577-1581), donde fue alumno, entre otros, de Jerónimo Muñoz[3]. En 1582 figura matriculado en la Facultad de Teología de Salamanca, sin embargo, como veremos después, no debió licenciarse en ese momento. Pereña [1980, p. XXIV] lo sitúa a partir de 1588 como *catedrático de matemáticas de la Universidad de Alcalá*. En diciembre de 1591 obtiene la cátedra de astronomía de Salamanca, vacante por el fallecimiento de Muñoz, pero no llega a tomar posesión de ella y permanece en Alcalá. Por esa misma época obtiene el título de *Licenciado y Maestro en Artes*, en la propia Universidad Complutense donde ya ejercía de catedrático[4]. En 1595, con aprobación real, se traslada a Sevilla. Señala Pereña [1980, p. XXVIII] que, probablemente, ocuparía la cátedra de matemáticas que, a petición de las Cortes de Madrid de 1593, crea el Cabildo sevillano en colaboración con la Universidad Hispalense y la Casa de Contratación.

A partir de 1600-1601 Pérez de Mesa abandona la carrera académica y su puesto docente en Sevilla es cubierto por otra persona. Los datos sobre su vida a partir de entonces son escasos. Pereña [1980, p. XXXII] sólo menciona referencias personales que aparecen en su última obra *Política o Razón de Estado,* que indican que Pérez de Mesa vivió en Italia (Roma y Nápoles), muy probablemente al servicio del cardenal Gaspar Borja Velasco. El cardenal fue embajador ante la Santa Sede (por dos veces) y virrey de Nápoles, pero en 1632 cuando Pérez de Mesa le dedica *Política o Razón de Estado*, el cardenal era Arzobispo de Sevilla donde se supone que estaría también nuestro autor. Se trata del último dato biográfico que se conoce.

Datos biográficos nuevos, tras la detallada semblanza de Pereña [1980], aparecen en la descripción [LILAO Y CASTRILLO, 2002, pp. 68-69] de una de las obras que contiene el manuscrito Ms. 1726 (f. 62r-69v) de la Universidad de Salamanca: *Tractatus astrologiae a doctissimo D. Didaco Perez de Messa Romae perlectus anno 1601*. Ésta sería la primera evidencia directa que sitúa a Pérez de Mesa en Italia como se había supuesto, y en las fechas en que se esperaba. Por otra parte, para complementar el presente trabajo, hemos consultado el *Libro de Actos y Grados* (1582-1603) de la Complutense, identificando algún dato biográfico que no parece conocido por investigadores previos. Un asiento en ese libro (folio 64r), con fecha 21 de mayo de 1585, dice: «Fizo provisión de la cátedra de matemáticas el bachiller Diego Pérez». Este dato aporta soporte documental al inicio de la actividad de Pérez de Mesa en Alcalá y confirma que al incorporarse al claustro complutense era sólo bachiller. Otro asiento en ese mismo libro (folio 329r) de 12 de enero de 1596, recoge la toma de posesión como catedrático de Matemáticas de Andrés Gómez de Santiago, natural de Madrid. Debe tratarse de la persona que sustituye a Pérez de Mesa, que por esas fechas ya se encontraba en Sevilla.

2. OBRAS CONSERVADAS Y ATRIBUIDAS A DIEGO PÉREZ DE MESA

Aparte del manuscrito objeto del presente trabajo, en los últimos años el catálogo de obras conservadas y atribuidas a Diego Pérez de Mesa ha aumentado notablemente. Por ese motivo, y para situar la obra que comentamos en su contexto más amplio, nos ha parecido conveniente incluir aquí un listado lo más exhaustivo posible:

[1] Por ejemplo, no lo mencionan ni PEREÑA [1980] ni JUEZ [2002], que presentan catálogos de manuscritos.
[2] Aparte de lo señalado por PEREÑA [1980, p.XVI] con datos del Mss.5995 de la BNE, conviene señalar que el Mss.446 de la Universitat de Barcelona lo define como *Rondensis*.
[3] Jerónimo Muñoz fue catedrático en Salamanca desde 1578 hasta su fallecimiento en 1592.
[4] PEREÑA [1980] obtiene algunos de estos datos del *Libro de claustros plenos 1590-1603* de la Universidad Complutense, que se conserva en el AHN, con signatura (para búsquedas en PARES) UNIVERSIDADES, L.1128.

2.1 Obras publicadas en vida del autor. Pérez de Mesa no publicó en vida obras completamente originales. El catálogo se reduce a la traducción del italiano de la única obra conocida de Giulio Fulci[5], y a la reedición de un libro de Pedro de Medina (~1493-1567). Como discute en detalle Pereña [1980, p. XX], en la reedición de Medina se advierten numerosos añadidos que deben atribuirse a Pérez de Mesa. Ninguna de estas obras tiene contenido propiamente científico.

- *Libro de los maravillosos efectos de la limosna, y sentencias dignas de memoria, tocantes a la mesma limosna. Recogidas por Iulio Folco de la lectura de muchos sanctos. Traduzida de lengua italiana en nuestro vulgar castellano por Diego Pérez de Mesa, catredatico* [sic] *de mathematicas de la Vniversidad de Alcalá*. Alcalá de Henares, 1589. Impreso por Antonio Gotard a costa de Blas González[6].
- *Primera y segunda parte de las Grandezas y cosas notables de España. Compuesta primeramente por el maestro Pedro de Medina, vezino de Seuilla, y agora nueuamente corregida y muy ampliada por Diego Perez de Messa, catedrático de matemáticas en la Universidad de Alcala*. Alcalá de Henares, Impresso en casa de Iuan Gracian a costa de Luys Mendez (1590) y a costa de Juan de Torres (1595)[7].

2.2 Obras editadas y publicadas en época reciente. Pereña y Baciero [1980] publicaron *Política o Razón de Estado*, a partir del manuscrito MSS 6021 (fol. 1-260) de la BNE.

2.3 Obras manuscritas. Como sucede con muchos de los autores de la España del Siglo de Oro, la mayor parte de la producción de Pérez de Mesa permanece inédita y se conserva solo en forma manuscrita. A continuación listamos manuscritos con obras que pueden atribuirse a Pérez de Mesa:

2.3.1. Manuscritos de la BNE:

1. *Mss. 5917*: Manuscrito misceláneo, copiado a mediados del s. XVII. Contiene varias obras, entre ellas una titulada: *Astrología Judiciaria que leyó en Sevilla Diego Pérez de Mesa, Catedrático de Alcalá de Henares, por mandato del Rey Nuestro Señor D. Felipe II, año de 1595*. La obra atribuida a Pérez de Mesa en este manuscrito ha sido recientemente estudiada por Lanuza [2006].
2. *Mss. 5995*: Contiene una única obra: *Tratado de Astrología de diferentes modos de levantar figuras, compuesto por el Maestro Mesa, catedrático de la Universidad de Alcalá.* Son 159 hojas. Pereña [1980,p.XVI] destaca que contiene una carta astral del autor con su fecha de nacimiento. Recientemente, su contenido ha sido estudiado y comentado por Lanuza [2006].
3. *Mss. 6021*: Contiene una única obra: *Política o Razón de Estado sacada de la Doctrina de Aristóteles, por Diego Pérez de Mesa*. Está dedicada a Gaspar Borja Velasco, de cuya biblioteca procede. Este manuscrito ha sido comentado y editado por Pereña y Baciero [1980].
4. *Mss. 8882*: Contiene una única obra: *Comentarios de esfera por el licenciado Diego Pérez de Mesa, catedrático de Sevilla, a 22 de septiembre de 1596*. Se trata de un tratado de cosmografía de carácter técnico-geométrico inspirado en la obra de Sacrobosco. Navarro [2002, pp.285-286 y 2014, pp.117-118] ha comentado recientemente esta obra.
5. *Mss. 8933*: Contiene cuatro obras. Entre ellas *Los 303 aforismos del Licenciado Diego Pérez de Mesa, astrólogo y matemático* (ff. 209-257v). El Inventario de Manuscritos de la BNE indica que la obra de Pérez de Mesa está incompleta.
6. *Mss. 9050*: Contiene una única obra: *Libro primero de la navegación, compuesta por el Ldo. Diego Pérez de Mesa, cathedrático de Mathematicas de la ciudad y Reyno de Sevilla*.

[5] Fraile de origen calabrés que, por lo demás, es bastante desconocido.
[6] El Catálogo Colectivo del Patrimonio Bibliográfico Español (CCPB) no recoge ningún ejemplar de este libro, aunque según MARTÍN [1991, p. 1178] se conservan ejemplares en Lisboa y en El Escorial.
[7] El CCPB recoge 6 ejemplares de la edición de 1590, y 22 de la de 1595.

7. *Mss. 11078*: Contiene una única obra: *Tratado del arte de navegar por el Licenciado Diego Pérez de Mesa*. Al final indica una fecha: 6 septiembre 1603. Este manuscrito ha sido estudiado recientemente por Vicente [2002, p.357] y por Navarro [2014, p.221].
8. *Mss. 19008*: Entre las diversas obras que contiene hay cuatro que pueden atribuirse a Pérez de Mesa: *De Arithmeticis, auctore Iacobo de Mesa earum compluti profesore* (ff. 64-105). *Tractatus de Algebra* (ff. 105-110). *Dilucidus tractatus de regnomonica, seu de fabrica horologiorum* (...) *a Iacobo Pérez de Mesa* (ff.112-123). *Marci Maruli Carmen de Doctrina Domini Nostri Iesu Christi in cruce* (ff. 124-126). El tratado de aritmética está datado en 1592 y el de gnomónica en 1593. Este manuscrito ha sido recientemente publicado en parte y comentado por Juez [2002].

2.3.2. Manuscritos de la Biblioteca de la Universidad de Salamanca:

9. *Manuscrito 1726*: Manuscrito misceláneo en castellano y latín [LILAO Y CASTRILLO, 2002, pp.68-69]. Se atribuyen a Pérez de Mesa tres de las obras que contiene: *Tractatus astrologiae a doctísimo D. Didaco Perez de Messa Romae perlectus anno 1601* (ff. 62-69). *Tratado de la astrología de nacimientos de D. Perez de Messa* (ff. 82-104), este tratado está copiado en Madrid, en 1615. *Tractatus de membris et aegritudinibus, Messa* (ff. 126-145).
10. *Manuscrito 2294*: Manuscrito misceláneo en castellano [LILAO Y CASTRILLO, 2002, pp.666-667]. Se atribuyen a Pérez de Mesa cuatro de las obras que contiene: *Libro y tratado de aritmética y arte mayor y algunas partes de astrología y matemáticas* (…) *por Diego Pérez de Mesa, catedrático de esta real ciudad de Sevilla, del año 1598* (ff. 1-100). *Libro primero y cuaderno de la geometría práctica por el licenciado Diego Pérez de Mesa, catedrático de esta ciudad de Sevilla este año de 1599* (ff. 115-137). *Cuaderno de astrología compuesto por el dicho señor licenciado Diego Pérez de Mesa en Sevilla* (ff. 145-172). *Entra el juzgar de enfermedades por el dicho señor Diego Pérez de Mesa compuesto en Sevilla* (ff. 193-207).[8] La primera obra, a su vez, puede dividirse en dos tratados: *Aritmética* (ff. 2-60) y *Álgebra* (ff. 61-100). El tratado de álgebra de Pérez de Mesa contenido en este manuscrito ha sido leído y comentado recientemente por Romero [2007,2012], que lo considera de gran valor y modernidad para la época.

2.3.3. Manuscritos de la Biblioteca de la Universitat de Barcelona:

11. *Mss 446*: Miquel [1956, pp.567-569] identifica en este manuscrito una única obra: *Sphoera sive Scientia de Coelo et de Mundo,* que se atribuye a Diego Pérez de Mesa. Como el Mss. 6021 de la BNE (n.3) está dedicado a Gaspar Borja Velasco y pudiese proceder de la biblioteca personal del cardenal. No está datado, pero menciona a Borja Velasco como Arzobispo de Sevilla, por lo que sería posterior a 1632. Este manuscrito perteneció a Carles LLupiá i Vilanova[9] (1631-1695). La obra que contiene ha sido comentada recientemente por Navarro [2002, pp.285-287] que la considera una versión latina del Mss. 8882 de la BNE (n.4) con muy pocos añadidos..
12. *Mss 1561:* Miquel [1969, p.44] identifica en este manuscrito dos obras que se atribuyen a Pérez de Mesa: *Tractatus de arithmetica practica* (ff. 1-56). *Explicatio in fabricam horologium solarium communen* (ff. 89-117). El manuscrito, además, contiene otras obras de tema matemático de las que no consta autor; también una gramática latina, en catalán. Romero [2007] lo ha estudiado recientemente.

2.3.4. Manuscritos de la Biblioteca Tomás Navarro Tomás (CSIC):

13. *BC RM RM/3876*: El catálogo de manuscritos del CSIC indica: *Tratado primero de la astronomía judiciaria en el cual se enseñan las introducciones para juzgar astrológicamente Diego Pérez de*

[8] Este interesante manuscrito contiene, además, una traducción al castellano por Rodrigo Zamorano del libro de los elementos de Euclides.

[9] Noble originario de la actual Cerdaña francesa (Señor de Castellnou) que, tras el tratado de los Pirineos (1659) se establece en Cubelles (Tarragona), como Señor de Alfarrás. Este manuscrito pasará a poder de Fray José de la Concepción, arquitecto encargado por Carles LLupiá de la remodelación del Castell de Cubelles en 1675.

Messa; y lo data en Salamanca en 1579. Si la datación es correcta, sería el manuscrito más antiguo que se conserva, correspondería a un Pérez de Mesa todavía estudiante.

2.4 Obras conservadas fuera de España. Pérez de Mesa pasó varios años de su vida en Italia. Parte de su producción científica debió permanecer allí, aunque muy pocas noticias han llegado hasta nosotros[10] y son bastante antiguas. En 1672, Nicolás Antonio en su *Bibliotheca Hispana Nova* [Tomo I, p.306] menciona que Leo Allatius[11] cataloga en *Apibus Urbanis* hasta 12 obras de Pérez de Mesa conocidas en Roma, cuyos títulos reproduce Antonio mientras señala que no ha visto ninguna de ellas. Algunos de esos títulos (*Arte de Navegar*, *Cosmografía o La Esfera*, *Aritmética*...) coinciden con obras en manuscritos españoles, otros sólo se conocen por esta noticia italiana. Más recientemente Urriza [1941] también recoge estos datos procedentes de Italia.

3. MANUSCRITO EN LA BIBLIOTECA HISTÓRICA-UCM

Tras presentar en la sección anterior un catálogo exhaustivo de las obras conservadas de Pérez de Mesa nos centramos ahora en el manuscrito objeto principal de este trabajo.

3.1 Descripción física. Se trata de un manuscrito encuadernado en pergamino. Son 141 páginas de papel, tamaño 22x16 cm aprox. Contiene un ex-libris del Colegio Mayor de S. Ildefonso, por lo que debió llegar a la actual Biblioteca Histórica UCM en 1834, con el traslado de la Universidad a Madrid. El contenido del manuscrito es misceláneo, con partes en latín y partes en castellano; en letra cursiva aparentemente de una sola mano que puede asociarse a finales del siglo XVI o principios del XVII.

Los folios presentan una doble numeración: una serie en la esquina superior derecha, y otra serie centrada en el margen inferior. La segunda serie parece ser anterior a la escritura y en ocasiones el texto se distribuye alrededor de los números. Hasta el folio 26 las dos series son correlativas, a partir del 27 aparece un desfase. Ese desfase va aumentando a medida que progresa el manuscrito, ya que hay bastantes folios en los que no figura numeración en el margen inferior. En la división y comentarios que presentamos aquí hemos seguido la numeración de la esquina superior derecha, que también sigue la BDD. El original presenta dos folios sin numerar, uno entre el 123 y el 124, y otro entre el 128 y el 129. Hemos adoptado el convenio de denotar como 123bis el primer folio sin numerar, y 128bis el segundo folio sin numerar.[12]

3.2 División de su contenido. Nuestra lectura nos lleva a distinguir hasta doce unidades textuales:

1. Folios 1r-26v. *Curso de astrología judiciaria del licenciado Mesa, matemático y catedrático de Alcalá*. En castellano. Dividido en tres libros o tratados: *De la división del mundo* (2r); *Síguese el segundo tratado, en el que daremos reglas para levantar la figura del cielo con la significación de las 12 casas* (15v); *Síguese el tratado 3, del modo y manera de juzgar los planetas puestos en la figura celestial* (22r). Termina de forma abrupta en el folio 26v, tras explicar las reglas para juzgar astrológicamente de los eclipses.

2. Folios 26v-27v. Cosas varias: Copia literal de un texto de Guido Bonatus,[13] en latín (26v). Lista de libros propiedad del autor o copista (27r), en castellano. Tabla astrológica (27v) que es una versión mejorada de tablas ya mostradas en el folio 14v. Exactamente la misma tabla se encuentra en el libro de von Hassfurt mencionado en el ítem 6 abajo.

[10] La única excepción es el manuscrito comentado en el n. 9.
[11] Leo Allatius (1586-1669) fue un erudito de origen griego, activo en Roma en la primera mitad del s. XVII, llegará a ser director de la Biblioteca Vaticana desde 1661 hasta su fallecimiento.
[12] La BDD, sin embargo, tiene dos folios con el número 124 y otros dos con el número 128. Nuestro 123bis corresponde al primer 124 en BDD, y nuestro 128bis al segundo 128 en BDD.
[13] En particular, de la obra *De Astronomia Tractatus X*, publicada en Basilea en 1550 (ver columnas 38 y 39).

3. Folios 28r-65v: Apuntes de astrología en latín. Pueden dividirse en tres partes: *De ingressu solis in Aries* (28r); *Pars secunda: De nativitatibus* (42v). *Tractatus de decubita infirmorum* (54r).

4. Folio 66r: Es un folio suelto, que se titula *Aritmética*. Está en latín y contiene unos cálculos sencillos, pero de significación confusa por falta de contexto. El folio 66v está en blanco.

5. Folios 67r-72v. Tratado de Gnomónica, en latín, con título: *Comentarium in Cap. 4 de umbris*.[14] Enseña cómo usar un gnomon para resolver varios problemas prácticos: Determinar la declinación del sol, establecer la línea del meridiano, calcular la latitud de un lugar, etc. Tiene un carácter eminentemente didáctico. Contiene cuatro figuras y dos tablas.

6. Folio 73r-76v. Copia de Hasfurty. Estos folios contienen una figura tachada (73r), varias tablas y texto en latín de contenido astrológico. Al principio del folio 73v aparece una anotación: *autor hasfurty*. Se refiere a Johann Virdung von Hassfurt y se comprueba que las tablas y texto de estos folios son copia literal de pasajes del libro: *Ioannis Hasfurti. De cognoscendis et medendis morbis ex corporum coelestium positione libri IIII*, Venecia, 1584 (en particular, los folios 7v-8r de esa obra).

7. Folio 77r-98v. *Tratado de mutatione aeris o temporales de los principios que para juzgar han tomado los astrólogos* (77r). Apuntes de astrología, en castellano. Comienzan con una introducción (folios 77-79) que enumera los cinco principios generales para elaborar juicios astrológicos. Sin embargo, en lo que sigue, sólo se elabora sobre el primero: Las conjunciones magnas.

8. Folio 99. El recto contiene un texto en latín con el título *De numero infortunarum et fortunarum*, mientras el verso contiene texto tachado, ilegible.

9. Folios 100r-116v: Apuntes de astrología en castellano. Parece la continuación de los folios 77-98. Comienza con los cometas, el quinto de los principios mencionados en 77-79. A partir del folio 102 comienza una nueva sección que contiene aforismos para realizar predicciones meteorológicas (astrología rústica). Parece incompleto y termina de forma abrupta. El folio 116v está en blanco

10. Folios 117-131: Cosas varias, en latín y castellano: Momentos favorables para las sangrías (118-119). Poesías en castellano (119-120). *Capítulo del crecer y menguar de los días* (121). Tablas e instrucciones para el cómputo del número aúreo, la letra dominical, y otros cálculos astronómico-astrológicos (122-125). Horóscopos varios y tablas astrológicas[15] (126-128bis). Tabla de latitudes y longitudes de diversas ciudades españolas (129). Diversas figuras astrológicas (130-131).

11. Folios 132-136: Breve obra, en castellano: *Tratado de los círculos de la esfera y relojes horizontales. Contiene cinco figuras*. De marcado carácter didáctico, cada sección está introducida por una breve poesía, que facilitaría la memorización. Es un recurso didáctico común en la época.

12. Folios 137-141: Cosas varias, que conectan con las descritas en el número 10, e índices. En particular: Instrucciones y tablas para el cómputo de la letra dominical de un año, en castellano (137). Índice de materias contenidas en el volumen (138-139). Continuación de la tabla de latitudes y longitudes de ciudades de España (140). Variantes del horóscopo ya discutido en el folio 126 (141).

3.3 Breve comentario. Como ya se ha dicho, este manuscrito procede del Colegio Mayor de San Ildefonso, según se indica en el ex libris: *Biblioteca Complutense Ildefonsina*. Habría estado en posesión de la Universidad Complutense desde el momento de su escritura. Se puede afirmar con bastante seguridad que fue compilado en Alcalá de Henares a finales del siglo XVI o principios del XVII. El propio manuscrito contiene algunas fechas: El folio 18r, al datar una carta astral, indica textualmente: «En este año de 1589, por el mes de julio (...) a la latitud de Alcalá». Más adelante, los folios 122-125, en cálculos relacionados con el número aúreo anual, contienen fechas de los años 1599-1600.

En cuanto a la autoría, es importante señalar que de todas las unidades en las que hemos dividido el manuscrito (ver 3.2) la única que aparece atribuida es la primera: el tratado (incompleto) de astrología judiciaria que se atribuye al *Licenciado Mesa*. Esta parte no puede considerarse autógrafa,

[14] Quizá pueda referirse al libro cuarto de los *Libros del Saber de Astronomía,* de Alfonso X .
[15] Las cartas astrales son para el 14 de enero de 1557 y la ciudad de Toledo, correspondiendo al nacimiento de un tal Juan Bautista Álvarez (126r).

ya que el propio encabezado afirma que «trasladóse de otro cartapacio que tiene ? Sebastián Mateo». Lo más probable es que sean apuntes de clase tomados por uno o varios estudiantes de Pérez de Mesa en Alcalá. Existen abundantes ejemplos, en España y en esta misma época, de este tipo de apuntes de clase que se han conservado hasta hoy, particularmente si son de profesores de prestigio.[16] Las otras unidades textuales (ver 3.2), tienen contenidos parecidos a otros manuscritos que se han conservado atribuidos a Pérez de Mesa (construcción de relojes, cálculos astronómico-astrológicos,...) Sin embargo, las fechas que aparecen en esta parte del manuscrito (1599-1600) son de cuándo Pérez de Mesa estaría en Sevilla o, incluso, en Italia. Los indicios parecen apuntar a una cierta escuela que Pérez de Mesa dejó en Alcalá. Copiarían los apuntes del maestro, pero con cierta elaboración propia. Es difícil establecer conclusiones más concretas sin conocer en detalle la historia de la Complutense en este periodo. En particular, por ejemplo, la figura del sucesor de Pérez de Mesa (Antonio Santiago) es bastante oscura. Los contenidos de carácter más personal, como la lista de libros del folio 27r o las rimas de los folios 119-120 no podrían atribuirse a Pérez de Mesa[17].

El contenido del manuscrito es esencialmente astrológico. Demuestra que, a pesar de las prohibiciones de la Bula *Coeli et Terrae Creator* de Sixto V (1586) que Pérez de Mesa conoce perfectamente (ver folios 1r y 22v), la astrología continúa siendo un tema de interés en la Universidades Castellanas [LANUZA, 2006]. La interpretación de Pérez de Mesa (folio 22v) es que las bulas permiten los juicios astrológicos en la predicción meteorológica y en la elaboración de predicciones basadas en la fecha de nacimiento. Ideas similares serán utilizadas por otros autores, por ejemplo, Fernando de Vera en su *Memorial* de 1622 [SARRIÓN, 2006, pp. 194-196]. En los temas con conexión científica, el manuscrito es tradicional. Por ejemplo, la visión del universo (folios 2-3) es Ptolemaica, aunque en otras obras Pérez de Mesa cite a Copérnico[18]; o los cometas son fenómenos atmosféricos (folio 100). Sin embargo, se cita a Erasmus Reinhold (folio 92r). Como otros contemporáneos, usa el gran poder predictivo de Copérnico, pero sin discutir la cosmovisión asociada [NAVARRO, 2014, p.111].

4. CONCLUSIONES

La relación entre Astrología y Revolución Científica es un tema ampliamente tratado en la historiografía.[19] Pérez de Mesa sería un ejemplo (español) más de esa relación: Catedrático de Matemáticas en una Universidad de prestigio, pero lo que le hace más conocido y popular son sus escritos astrológicos, como es la mayor parte del manuscrito que aquí comentamos.

Desde una perspectiva actual, quizá lo más interesante del manuscrito que hemos estudiado sea el *Tratado de Gnomónica* (en latín) de los folios 67-72 y el *Tratado de los Círculos de la Esfera y los relojes horizontales* (en castellano) de los folios 132-136. Aunque nuestro manuscrito no atribuye esos dos tratados directamente a Pérez de Mesa, se observan similitudes con otras obras conservadas y sí atribuidas a Mesa.[20] Estas dos obritas tienen un carácter didáctico y no contienen material realmente original, pero demuestran el gran nivel que la cosmografía española de la época.

Esperamos que el presente trabajo sirva para mostrar la gran riqueza de fuentes manuscritas de los siglos XVI y XVII de naturaleza científica que se conservan en bibliotecas españolas, y que necesitan una lectura e interpretación desde una perspectiva actual. A nuestro juicio, se trata de una tarea previa necesaria para situar a la ciencia española de la época en su debido contexto.

---

[16] Por ejemplo, apuntes de clase de Jerónimo Muñoz se conservan en Baviera e Italia. Se conocen los nombres de los estudiantes (discípulos) que los copiaron [NAVARRO Y RODRÍGUEZ, 1998, pp. 32-33].

[17] De hecho, las poesías populares de los folios 119-120 aparecen también recogidas en el *Cancionero de Gabriel de Peralta* [JAURALDE, 2007, Volumen III, p. 1678].

[18] Por ejemplo, en el Mss 8882 de la BNE, ver Navarro [2014, pp. 117-118].

[19] Referencias recientes en RUTKIN [2014], o, para el contexto español, en LANUZA [2006].

[20] En particular, el Mss 19008 de la BNE.

5. BIBLIOGRAFÍA

ANTONIO, N. (1672) *Bibliotheca Hispana Nova*. Edición de Joaquín de Ibarra, Madrid, 1788.

JAURALDE POU, P. (dir.) (2007) con M. Sánchez Sánchez (coord.) *Catálogo de manuscritos de la Biblioteca Nacional con poesía en castellano de los siglos XVI y XVII. Volumen III*. Madrid, Arco Libros.

JUEZ GÁLVEZ, F. J. (2002) «Un manuscrito desconocido del "Carmen de doctrina Domini Nostri Iesv Christi"». *Colloquia Maruliana*, *XI*, 485-498.

LANUZA NAVARRO, T. (2006) «La astrología en la Universidades Castellanas durante el siglo XVII». En: J. Batlló, J. Ferran, M. Piqueras (coords.) *Actes de la VIII Trobada d'Història de la Ciència i de la Tècnica*, Barcelona, Institut d'Estudis Catalans, 577-582.

LILAO FRANCA, O. y CASTRILLO GONZÁLEZ, C. (2002) *Catálogo de Manuscritos de la Biblioteca Universitaria de Salamanca. II – Manuscritos 1680-2777*. Salamanca, Ediciones de la Universidad.

MARTÍN ABAD, J. (1991) *La Imprenta en Alcalá de Henares (1502-1600)*. Madrid, Arco Libros.

MIQUEL ROSELL, F. (1958) *Inventario general de manuscritos de la Biblioteca Universitaria de Barcelona. Volumen I. Manuscritos 1 - 500.* Madrid, Direcciones Generales de Enseñanza Universitaria y de Archivos y Bibliotecas.

MIQUEL ROSELL, F. (1969) *Inventario general de manuscritos de la Biblioteca Universitaria de Barcelona. Volumen IV. Manuscritos 1501 - 2030.* Madrid, Direcciones Generales de Enseñanza Universitaria y de Archivos y Bibliotecas.

NAVARRO BROTÓNS, V. (2002) «La Astronomía». En: L. García Ballester (coord.) *Historia de la ciencia y de la técnica en la corona de Castilla, Tomo III, siglos XVI y XVII*. Salamanca, Ediciones de la Junta de Castilla y León, 259-317.

NAVARRO BROTÓNS, V. (2014) *Disciplinas, Saberes y Prácticas*. Valencia, Edicions Universitat de València.

NAVARRO BROTÓNS, V. y RODRÍGUEZ GALDEANO, E. (1998) *Matemáticas, cosmología y humanismo en la España del siglo XVI. Los Comentarios al segundo libro de la Historia Natural de Plinio de Jerónimo Muñoz*. Valencia, Edicions Universitat de València.

PEREÑA VICENTE, L. (1980) *Estudio Preliminar: I. Política o educación democrática. Identidad científica*. En: L. Pereña y C. Baciero (eds.) *Diego Pérez de Mesa: Política o Razón de Estado*. Madrid, Ediciones CSIC, pp. XII-XXXI.

PEREÑA VICENTE, L. y BACIERO GONZÁLEZ, C. (eds.) (1980) *Diego Pérez de Mesa: Política o Razón de Estado*. Madrid, Ediciones CSIC.

ROMERO VALLHONESTA, F. (2007) *Una aproximació al pensament algebraic a l'Espanya del segle XVI.* Trabajo de Investigación. Centro de Historia de la Ciencia, Universidad Autónoma de Barcelona.

ROMERO VALLHONESTA, F. (2012) "Algebraic symbolism in the first algebraic works in the Iberian Peninsula". *Philosophica*, *87*, 117-152.

RUTKIN, D. (2015) *Reframing the Scientific Revolution: Astrology, Magic and Natural Knowledge. Volume I (1250-1500)*. Dordrecht, Springer-North-Holland.

SARRIÓN MORA, A. (2006) *Médicos e Inquisición en el Siglo XVII*. Ciudad Real, Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha.

URRIZA, J. (1941) *La Preclara Facultad de Arte y Filosofía de la Universidad de Alcalá de Henares en el Siglo de Oro, 1509-1621*. Madrid, Ediciones CSIC.

VICENTE MAROTO, Mª I. (2002) "El arte de navegar". En: L. García Ballester (coord.) *Historia de la ciencia y de la técnica en la corona de Castilla, Tomo III, siglos XVI y XVII*. Salamanca, Ediciones de la Junta de Castilla y León, 346-381.

GONZÁLEZ REDONDO, F. A. (coord.) (2015) *Ciencia y Técnica entre la Paz y la Guerra. 1714, 1814, 1914*. Madrid, SEHCYT, pp. 1149-1156.

LA AMPLIACIÓN METODOLÓGICA DE SEBASTIÁN IZQUIERDO, 10 AÑOS DESPUÉS DE LA PAZ DE WESTFALIA (1648)

Carlos Ortiz de Landázuri(1)

(1) Universidad de Navarra, Pamplona, España, cortiz@unav.es

Resumen

Se analiza la *ampliación metodológica de las ciencias* emprendida por Sebastián Izquierdo (1601-1681) en el 'Prólogo' del *Pharus Scientiarum* (1659), once años después de la paz de Westfalia (1648). Formuló tres propuestas desde un punto de vista escolástico, a saber: una *lógica íntegra de la justificación*, una *psicología inductivo-falibilista del descubrimiento* y una *enciclopedia universal* del conjunto de los saberes *subalternados.* Sólo así se pudo garantizar un correcto planteamiento integral del problema de la demarcación, de la génesis empírica de la ciencia y de la finalidad cívico-bélica de los más diversos saberes.

Palabras Clave: Izquierdo, *Pharus Scientiarum*, enciclopedia.

SEBASTIÁN IZQUIERDO'S METHODOLOGICAL EXTENSION, TEN YEARS AFTER THE PEACE OF WESTPHALIA (1648)

Abstract

Sebastián Izquierdo (1601-1681) defended a *Methodological extension* of science in the 'Preface' of *Pharus Scientiarum* (1659), eleven years after the *Peace of Westphalia* (1648). He made three proposals from a scholastic point of view, namely: a comprehensive logic of justification, an inductive-fallibilist psychology of discovery and a universal subordinate science encyclopaedia. Only thus it could ensure proper integral approach to the problem of demarcation, the genesis of empirical science and the civil-military purpose of diverse knowledge.

Keywords: Izquierdo, *Pharus Scientiarum*, encyclopedia.

1. HACIA UNA AMPLIACIÓN ENCICLOPÉDICA DE LOS SABERES CIENTÍFICOS EN UNA ÉPOCA BARROCA

Sebastián Izquierdo (Alcaraz, Albacete, 1601- Roma, 1681), jesuita, perteneciente a la tercera escolástica del Siglo de Oro español, propuso en el 'Prologo' del *Pharus Scientiarum* (1659) la elaboración de una nueva *Enciclopedia* universal de las ciencias y las artes, con una particularidad: Se trataba de no recurrir a un sistema acumulativo de saberes, sino de elaborar una "ciencia de las ciencias" que, además de los saberes físicos, metafísicos, o lógicos tradicionales, incluyera también las nuevas formas de aprendizaje a partir de la experiencia. Es decir, un saber enciclopédico que comenzase localizando aquella *lógica íntegra* desde la que fuera posible localizar y demarcar los

principios universalmente válidos por los que se regula cada forma de saber, desde los más tradicionales hasta los exclusivamente basados en la propia experiencia. Se trata en cualquier caso de una propuesta de *ampliación metodológica* que se propuso desde la cultura *barroca escolástica* en un momento histórico muy decisivo: 10 años después de la paz de Westfalia, cuando a consecuencia de la moderna *revolución científica* y de la *crisis protestante*, ya se había producido una gran dispersión entre los planteamientos metafísicos y las propias creencias religiosas, con el propósito deliberado de reunificarlas. Precisamente el propósito de este trabajo es mostrar los objetivos y limitaciones de las propuestas de Izquierdo relativas a esta nueva forma de saber enciclopédico que debería ser capaz de unificar los distintos saberes alrededor de la metafísica, sin tampoco poder suplantarle en las tareas que son específicamente suyas [ORTIZ DE LANDÁZURI, 2012a].

En este sentido Izquierdo nunca hace referencia a los auténticos artífices de la revolución científica de su tiempo, desde Hobbes a Galileo o Descartes, a los que parece desconocer. En su lugar sitúa su propuesta en continuidad con aquellos otros autores clásicos que, aunque no fueran escolásticos, trataron de recuperar la profunda unidad existente entre la creciente dispersión de saberes efectivamente operativos, abarcando desde el escéptico Sexto Empírico hasta el empirismo inicial de Francisco Verulario. La novedad estribará en el carácter profundamente *barroco* que acabará adquiriendo su nueva *lógica* íntegra de la justificación científica, presentándose incluso como un defensor del principio de refutación, si efectivamente se logra localizar un hecho que permite rebatir una teoría, aunque sea metafísica. En efecto, a diferencia de lo propuesto por Aristóteles, las relaciones formales meramente lógicas existentes entre las ciencias ahora se reinterpretan desde un *núcleo del saber* o *faro de la ciencia* que en principio es lo más fácil de conocer, en cuanto toman sus principios a partir del ente. Sin embargo este mismo núcleo acabará permitiendo justificar a su vez la creciente complejidad, dispersión e interdependencia mutua existente entre los más diversos saberes, tanto teóricos como prácticos, en la medida que pueden aportar una peculiar forma de justificación o de refutación de los respectivos saberes subalternantes o subalternados. Hasta el punto que los distintos saberes particulares adquieren un segundo papel heurístico sobreañadido con un alcance verificador muy efectista, en la medida que permiten reforzar o debilitar desde un punto de vista logicista un tanto desproporcionado el conjunto de saberes enciclopédicos mediante el que se busca articular la metafísica aristotélica. Por eso afirma:

> Propongo (…) una Enciclopedia, (…) que no se reduzca a un simple agregado de ciencias, (..) sino que se trata más bien de una ciencia de las ciencias, (..) o lógica integra, cosa que no sucede en Aristóteles. Tendría dos partes, una teórica (…) y otra práctica, (…) pretendiendo alcanzar un conocimiento de lo que debería ser lo más fácil de conocer en el conjunto del universo (..) La llamo el *faro de la ciencia* ya que debe aportar la luz que nos permita navegar con perspicacia en el piélago de saberes que hoy configuran la ciencia [IZQUIERDO, 1659, p. 21].

2. HACIA UNA LÓGICA ESCOLÁSTICA ÍNTEGRA DE LOS SABERES ENCICLOPÉDICOS BARROCOS

En este contexto Sebastián Izquierdo propuso una *ampliación enciclopédica de los métodos científicos en general* que era muy distinta a la *reforma* defendida por entonces por los seguidores principales de la *revolución científica*, como fueron Galileo o Descartes. No se trataba tanto de ampliar el ámbito del saber, ni de agrupar el mayor número de saberes posibles, sino de localizar el *núcleo central lógico*, que justifica el paso desde lo más fácil de conocer hasta lo más complejo y disperso, una vez comprendida la profunda interacción existente entre todos ellos. Máxime cuando se

opina que la metafísica debería permitir justificar un segundo papel heurístico sobreañadido que de un modo reflexivo y muy efectista ahora también se otorgaría a los elementos formales lógicos de cada saber científico. En efecto, sólo el punto de vista del ser y del ente propio de la metafísica permite advertir la profunda interacción existente entre los propios saberes lógicos, físicos y metafísicos, en la medida que están regulados recíprocamente entre sí, sin poder ya escindirlos.

En este sentido Izquierdo consideró que la *escolástica barroca* debería iniciar una *ampliación metodológica* que precisamente debería comenzar replanteando el problema de la *demarcación* entre lógica, física y metafísica. Sólo así, una vez comprobado cuál es el objeto y el método propio de la metafísica, también se podría iniciar una *lógica de la justificación científica* que pusiera de manifiesto la profunda interacción existente entre todas estas diferentes forma de saber, según analicen el respectivo objeto en primera, en segunda intención o desde una perspectiva metafísica, con una particularidad: la metafísica no sólo debería analizar los entes en general, incluidos los propios entes de razón, sino que de un modo secundario también debería analizar el papel lógico específico desempeñado por las afecciones sensibles en la configuración de la ciencia física. Por eso afirma:

> En primer lugar respecto a la manifiesta utilidad del método (de las ciencias particulares o físicas) supongo: (..) La física considera su objeto en cuanto que es, o en cuanto se remite a un estado *quidditativo* con una cierta propensión existencial a inherir en el ser. (…) Pero de un modo secundario, también puede abarcar todo ente, incluso aquel cuya existencia es imposible (como sucede con el ente de razón), dado que lo posible se comprende por la relación que siempre hace a la existencia. De este modo (…) cada esencia también puede hacer una referencia indirecta a las pasiones (sensibles) más inmediatas que origina, especialmente a aquellas que en el decurso de sus operaciones se hacen más visibles [IZQUIERDO, 1659, p. 21].

3. EL ANÁLISIS MULTIFACTORIAL ENCICLOPÉDICO DE LA LÓGICA ESCOLÁSTICA DE LA EXPERIENCIA

En este sentido la ampliación escolástica barroca de los saberes científicos propuesta por el *Pharus Scientiarum* retrotrae el análisis de la experiencia científica a una *lógica integra* previa, que se contrapone claramente a los criterios meramente nominalistas o incluso empiristas de la revolución científica. En efecto, en vez de establecer una contraposición entre la *impresión natural*, el *signo convencional* y el *referente objetivo* común a ambos, ahora se recupera un triple uso *multifactorial de la experiencia*, a saber: Primero, se concibe la información sensible en *primera intención*, generando a su vez unos conceptos que tratan a su vez de reflejar los rasgos específicos particulares propios de cada ente, aunque se les asigne muy escasa universalidad. Segundo, se concibe esa misma información en *segunda intención* en la medida que estos mismos conceptos son susceptibles de una reflexión lógica capaz de establecer entre ellos unas relaciones formales universales en virtud de razones estrictamente *lógicas*. Y, en tercer lugar, la *filosofía primera* analiza la correlación existente entre este doble análisis multifactorial llevado a cabo, situándose a un tercer nivel previo a ambos. Al menos así sucede cuando la metafísica establece diversos grados de universalidad y necesidad entre las sucesivas categorías reflexivas así alcanzadas, como ahora sucede con las nociones de sujeto, predicado, acto, etc. Se trataría de un requisito o condición de sentido de la ocurrencia de aquellos otros dos usos previos, en primera y en segunda intención, que se puede hacer de estas mismas categorías lógicas máximamente universales [ORTIZ DE LANDÁZURI, 2012b]. Por eso afirma:

> Pero los conceptos (o la información sensible) tomados en segunda intención, también proceden de las cosas a través de un acto intelectual con capacidad de volver a remitirse a sí

mismo, para captarse (de un modo reflexivo) no tal y como son en sí, sino tal y como la inteligencia los concibe de un modo objetivo, dando lugar a los llamados conceptos subjetivos, a los predicados conceptuales, a los actos conceptuales significados mediante las palabras, o a las distintas formalidades racionales de un mismo concepto, que constituyen a su vez el correspondiente género o especie conceptual, así como otros posibles derivados. (…) De ahí que las ciencias humanas tengan por objeto o bien considerar (los conceptos) en sí mismos, o bien a través de los objetos especulativos así generados. Máxime cuando se trata de una vía que todavía no ha sido investigada, especialmente en lo que respecta al origen de su naturaleza, así como en la relación particular que a su vez mantienen con los conceptos tomados en primera intención [IZQUIERDO, 1659, p. 19].

4. LA METAFÍSICA "FARO" Y "FUENTE" DEL NUEVO SABER ENCICLOPÉDICO ACERCA DE LA EXPERIENCIA

Evidentemente la introducción de una *triple intencionalidad* -directa, refleja y metafísica- también acabaría teniendo importantes consecuencias heurísticas. En primer lugar la demarcación entre la física y la metafísica debería permitir un tránsito desde la consideración de los conceptos en primera intención a la segunda intención, así como su posterior consideración heurística desde un punto de vista metalógico o enciclopédico superior aún más integrador. Sólo así podría tener en cuenta la posible incidencia de una noción en el conjunto de los saberes; por ejemplo, en cuanto se remiten a un conjunto de *presuposiciones autoinmunes teleológicas* aún más universales, como ahora sucede con la noción de mundo físico, de alma o de Dios [NOVOTNY, 2013]. Por eso Izquierdo afirma:

> De ahí se deduce que al determinar la naturaleza de (…) cualquier ciencia, se debe determinar primeramente a partir de que conceptos de segunda intención se hace posible este ulterior acercamiento (respecto de la filosofía primera), tratando a su vez de determinar el tipo de pasión (o experiencia) que en cada caso les mueve. (..) De ahí que se concluya, que al fijar la naturaleza de un objeto de una (…) ciencia, se debe determinar con antelación (de un modo absoluto o metafísico) el tipo de conceptos, el tipo de especulación que permite determinar la naturaleza de nuestras intelecciones, o el específico modo de abstraer usado por una determinada ciencia [IZQUIERDO, 1659, p. 19].

Evidentemente presidiendo estas *presuposiciones metafísicas teleológicas* en sí mismas *autoinmunes* se encuentra la propia noción de Dios, "faro" y "fuente" última de todo saber enciclopédico. En efecto, su intervención se hace absolutamente necesaria para poder postular la existencia de un *orden teleológico subalternado* entre las ciencias, de modo que la física se subordine a la lógica y ésta, a su vez, a la metafísica. Sólo la ordenación hacía Dios permite explicar el *orden teleológico* existente entre los conceptos descubiertos por la ciencia, teniéndole que concebir como el "faro" y la "fuente" de todo auténtico saber enciclopédico, dado que en caso contrario surgiría una creciente dispersión entre los diversos saberes. A este respecto afirma:

> Con razón amonesta el sabio: "Cuanto de bueno hicieras remítelo a Dios" (…). Al menos así sucede con numerosas virtudes que constituyen como el ornamento del alma, entre las que se encuentra en un lugar destacado la ciencia, que es practicada por aquellos hombres espirituales que saben algo de las cosas superiores que están ocultas para el resto de los mortales. Poseen por ello una eterna luz mental, que luce radiante como un sol divino en la

> noche tenebrosa de nuestra ignorancia. De este modo mediante el estudio surge de nuestro faro una cierta luz capaz de situarse a la altura de los símbolos de la sabiduría paterna divina con la pretensión de manifestar así el esplendor de la fuente de donde proceden, (…) sin que su presencia genere ninguna propensión a la dispersión, ya que cualquier ciencia encuentra allí la luz que da sentido al uso de cualquier nombre, así como al tesoro escondido de donde surge toda forma de saber [IZQUIERDO, 1659, p. 18].

5. PERSPECTIVISMO, PUBLICIDAD Y FALIBILISMO EN EL ENCICLOPEDISMO BARROCO

Una segunda consecuencia de la nueva *teoría de la ciencia enciclopédica* estriba en la valoración hipercrítica que ahora se propone de la *intencionalidad directa* de los conceptos cuando se remiten en primera intención a la experiencia. En efecto, en la medida que ahora se concibe la sabiduría divina como un *faro* o fuente del saber enciclopédico, también la *lógica escolástica íntegra* se debe usar para adoptar una actitud aún más *hipercrítica* y *falibilista* acerca de las conclusiones alcanzadas por cada uno de los *saberes físicos particulares* a partir de las informaciones sensibles. De hecho siempre es posible reformular o reinterpretar desde otro punto de vista o perspectiva estas informaciones sensibles, ya se justifique este cambio en razones físicas, lógicas, metafísicas o simplemente de publicidad enciclopédica. Por eso afirma:

> Respecto de los principios de demostración de una determinada proposición, siempre cabe postular otras proposiciones a partir de las cuales se demuestran, o bien conjeturar otra ciencia demostrativa con mayores derechos de justificación. (…) En este sentido el método científico siempre tiene respuestas para todo, y sólo basta que uno se lo proponga. (…) Pero especialmente en aquellas materias donde la información es muy escasa o simplemente resulta extraña o de difícil tratamiento, siempre cabe formular una hipótesis capaz de probar lo mismo de forma más breve y con argumentos más decisivos. (…) En cualquier caso siempre cabe repetir una argumentación para abrirse una vez más al admirable arte de descubrir una nueva verdad y de promocionarla, haciendo que los misterios ocultos de la naturaleza salgan a la luz pública [IZQUIERDO, 1659, p. 23].

6. HACIA UNA INTEGRACIÓN BARROCA DE LOS SABERES ASIMÉTRICOS SUBALTERNADOS

De todos modos Izquierdo terminó dando un paso más, a saber: añadir una ulterior *lógica complementaria de la aplicación* subalternada de saberes, que pretende justificar la creciente dispersión aparecida con posterioridad a la paz de Westfalia de 1648. Hasta el punto de añadir una cuarta dimensión en la consideración de las ciencias tan importante como las tres antes citadas, a saber: la pretensión *enciclopédica* de ampliar aún más el carácter en sí mismo científico del conjunto de los saberes particulares, ya se trate de saberes letrados o iletrados, según exijan o no la posesión de otros saberes previos. De hecho todos estos saberes, con frecuencia se habrían acabado demostrando en sí mismos refutables y falibles, en la misma medida que se los concebía como formando parte de un saber enciclopédico que exigía el seguimiento de una *metodología escolástica* aún más *hipercrítica,* tanto desde un punto de vista empirista como racionalista.

Evidentemente estas *pretensiones enciclopédicas* no eran nuevas. De hecho este proyecto escolástico de una nueva *Enciclopedia* metafísica y a la vez mundana o máximamente abierta a la pluralidad de saberes particulares, entrañaba grandes retos. Máxime si pretendía abarcar también las formas iletradas o meramente experimentales, sin excluir a ninguna. Hasta el punto de tener que

admitir formas de experimentación cada vez más indirecta, sin poder tampoco establecer un criterio de demarcación muy preciso entre los saberes particulares científicos y los que no lo son.

De hecho Izquierdo reconoce que hubo un proceso de ampliación ilimitada del concepto de experiencia empírica a lo largo de toda la antigüedad y de la Edad Media, que se habría acelerado a lo largo del Renacimiento y en los inicios de la Edad Moderna. Sin embargo siempre consideró que tanto el empirismo como el racionalismo acabaron otorgando a los saberes físicos particulares una autoridad abusiva en perjuicio de la efectiva supremacía que a este respecto le corresponde a la metafísica. Por eso afirma, retrotrayendo la génesis de este tipo de saber experimental a un momento anterior:

> Esto fue lo que se propusieron los científicos estudiosos que procuraron perfeccionar el arte legítimo de los antiguos involucrándose en complejas investigaciones. Al menos así ocurrió en (…) Sexto Empírico, (…) Pirrón, (…) Platón, (…) Aristóteles, (…) Raimundo Lulio, (…) o Gregorio El Tolosano, autor de las *Seis artes admirables*, (…) Egidio Montcourtius, en sus *Tipos de todas las ciencias*, (…) o el *Digesto Sapientia* del Parisino, (…) o Cornelio Gemma en su *Arte Cyclognomica*, (…) o Verulario en la *Instauratio Magna* [IZQUIERDO, 1659, p. 19].

7. HACIA UNA CONCORDIA ARMADA CIVILIZADA, 10 AÑOS DESPUÉS DE LA PAZ DE WESTFALIA

Evidentemente este panorama se amplió aún más con la elaboración de una *Enciclopedia cívico-bélica* que a su vez estaba aún más abierta a la subalternación de las ciencias. En este sentido Izquierdo mostró un interés preferente por orientar estas posteriores derivaciones de la *revolución científica* hacia un horizonte enciclopédico aún más ambicioso, a saber: tratar de determinar si cabría la posibilidad de ampliar aún más la propia noción de saber y de los conceptos científicos correspondientes, incluyendo ahora también el *arte de la guerra*. En efecto, en la medida que los propios saberes iletrados se pueden racionalizar mediante este nuevo saber enciclopédico también debería ser posible civilizar algo tan intrínsicamente violento como es la *guerra*, a pesar de las enormes dificultades que un propósito semejante siempre conlleva [WHALEY, 2014]. A este respecto afirmará:

> Supongo (...) la posibilidad cierta de elaborar un arte universal (…), tratando a su vez de difundirse con ayuda del método y de la divulgación más eficaz. Por eso (…) se debe buscar la ayuda de determinadas artes maravillosas que le permitan superar esas dificultades, como ocurre en las artes liberales con la música, la pintura, la escultura, la logística, el arte de la guerra, la arquitectura, la perspectiva y otras; o como también sucede con las artes iletradas, como son el arte textil, la sastrería, el batán, la industria fabril, la de la madera, la del hierro, la plástica, o de las lápidas [IZQUIERDO, 1659, pp. 20-21].

8. CONCLUSIÓN: ¿AMPLIACIÓN BARROCA DEL SABER O BELICISMO PRAGMÁTICO CIVILIZADO?

Evidentemente en el ‘Prologo’ al *Pharus Scientiarum*, Izquierdo trató de hacer compatible un ideal de concordia universal entre las ciencias con un *belicismo pragmático* cada vez mas civilizado, sin considerar que ambas propuestas pudieran entrar en conflicto. En su opinión, sólo con la ayuda de la metafísica el conjunto enciclopédico de las ciencias podrá lograr *civilizar el arte de la guerra*,

como en general también habrían logrado hacer con las artes iletradas. Evidentemente hoy día añadiríamos que también se puede embrutecer la guerra hasta límites insospechados, extremo que Izquierdo como buen hombre del barroco no termina de tener en cuenta [ORTIZ DE LANDÁZURI, 2013].

BIBLIOGRAFÍA

IZQUIERDO, S. (1659) *Pharus Scientiarum. Ubi quidquid ad cognitionem humanam humanitus acquisibilem pertinet…* Lyon, Bourgeat & Lietard, copia digitalizada disponible en Google Books.

NOVOTNY, D. D. (2013) *'Ens rationis' from Suárez to Caramuel. A Study in Scholasticism of the Baroque Era*. New York, Fordham University Press.

ORTIZ DE LANDÁZURI, C. (2012a) "El arte combinatorio del *Pharus Scientiarum* de S. Izquierdo, 350 años después. Entre el clasicismo y la modernidad". En: J. M. Urkia (ed.) *Libro de Actas del XI Congreso de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas*. San Sebastián, Real Sociedad Bascongada de los Amigos del País, 309-326.

ORTIZ DE LANDÁZURI, C. (2012b) "Objetividad y precisión en los saberes discursivos, según el *Pharus Scientiarum* de S. Izquierdo. La demarcación entre metafísica y física en la Escolástica del Siglo de Oro". En: I. Murillo (ed.) *La filosofía primera*. Madrid, Ediciones Diálogo Filosófico, Colección Jornadas, 400-424.

ORTIZ DE LANDÁZURI, C. (2013) "La lógica barroca de Sebastián Izquierdo. La doble cuantificación de la proposición". En: I. Murillo (ed.) *El barroco iberoamericano y la modernidad: actas del VI Simposio Internacional del Instituto de Pensamiento Iberoamericano*. Salamanca, Publicaciones Universidad Pontificia, 187-195.

WHALEY, J. (2014) *Das Heilige Römische Reich deutscher Nation und seine Territorien*. Darmstadt, Philipp von Zabern, Wissenschatliche Buchgesellschaft, 2 vols.

CAPÍTULO 16

EN TORNO A 1814: CIENCIA Y TÉCNICA HACIA LA EDAD CONTEMPORÁNEA. LAS CIENCIAS FÍSICAS

AROUND 1814: SCIENCE AND TECHNOLOGY TOWARDS MODERN AGE. PHYSICAL SCIENCES

GONZÁLEZ REDONDO, F. A. (coord.) (2015) *Ciencia y Técnica entre la Paz y la Guerra. 1714, 1814, 1914*. Madrid, SEHCYT, pp. 1159-1165.

NOTICIA DE UNOS MANUSCRITOS INÉDITOS DE JUAN MIEG (1780-1859), DIRECTOR DEL REAL GABINETE DE FÍSICA DE S. M.[1]

José Llombart Palet [(1)], María Cinta Caballer Vives [(2)]

(1) Universidad del País Vasco-Euskal Herriko Unibertsitatea, Leioa, jose.llombart@ehu.es
(2) Universidad del País Vasco-Euskal Herriko Unibertsitatea, San Sebastián, mariacinta.caballer@ehu.es

Resumen

El objeto del presente trabajo consiste en dar a conocer unos manuscritos inéditos debidos a Juan Mieg. Algunos son apuntes de clase tomados en la *École centrale des Quatre-Nations* y en el *Muséum d'Histoire Naturelle* durante la primera década del siglo XIX. En ambos centros parisinos, Mieg fue alumno de Cuvier, Brongniard, Brisson, Barruel… Otros originales tratan de diversos temas de física, química, historia natural, astronomía y matemáticas. Finalmente, figuran entre esos papeles un cuaderno de campo de las excursiones que como naturalista aficionado realizaba Mieg por los alrededores de Madrid y un catálogo de los insectos que integraban la colección que había ido formando durante su estancia en España. Esas libretas están fechadas en los años 1850 y 1851, respectivamente. Se describe muy someramente el contenido de los manuscritos, que, en su conjunto, están compuestos por no menos de 1.650 páginas.

Palabras Clave: Juan Mieg, Manuscritos, Siglo XIX, Física, Química, Astronomía, Historia Natural, Catálogo, Insectos.

ON SOME OF THE UNPUBLISHED MANUSCRIPTS BY JUAN MIEG (1780-1859), DIRECTOR OF H. M.'S ROYAL CABINET OF PHYSICS

Abstract

The purpose of this paper is to present some unpublished manuscripts due to Juan Mieg. Some are class notes taken at the *Ecole centrale des Quatre-Nations* and the *Muséum d'Histoire Naturelle* during the first decade of the nineteenth century. In both centers Parisians, Mieg was a pupil of Cuvier, Brongniard, Barruel, Brisson… Other original deal with various issues of physics, chemistry, natural history, astronomy and mathematics. Finally, among those papers a notebook of field trips as an amateur naturalist Mieg performed by around Madrid and a catalog of the insects that formed the collection that had been formed during their stay in Spain. These books are dated 1850 and 1851, respectively. The contents of the manuscripts, which, taken together, are composed of no less tan 1,650 pages are very briefly described.

Keywords: Juan Mieg, Manuscripts, 19th century, Physics, Chemistry, Astronomy, Natural History, Catalogues, Insects.

1. INTRODUCCIÓN

En 1808 se produjo la salida de España de Fernando VII (1784-1833) y de su padre Carlos IV (1748-1819), que había sido destronado por su hijo a raíz del motín de Aranjuez. En Bayona, Napoleón (1769-1821) les obligó a ambos a abdicar de sus derechos a la corona de España. Carlos IV y su séquito fueron trasladados a Compiègne, mientras que Fernando VII, junto con su hermano el infante don Carlos, su tío el infante don Antonio y otros miembros de la corte, fue confinado al castillo de Valençay, donde permaneció recluido en condiciones de cierta comodidad durante los seis años que duró la Guerra de la Independencia. En 1812 Fernando VII se hizo con los servicios de Johann o Jean o Juan Mieg como preceptor de Física de los infantes, quien desde 1807 venía desempeñando el cargo de profesor de esa disciplina, de alemán y de latín en el Colegio de Blois, del que fue nombrado regente en 1810. El desenlace de la guerra posibilitó que Fernando VII regresara a España en marzo de 1814. No quiso prescindir de los servicios de J. Mieg, por lo que le pidió que se trasladara a Madrid, ofreciéndole el cargo de "Criado de la Real Casa". En efecto, por Real Orden de 14 de diciembre de 1814 fue nombrado "Criado de Su Magestad" con el puesto de "Profesor de Física del Real Gabinete". Al año siguiente recibió el título de "Director del Real Gabinete de Física y Química", cargo que ocupó hasta la fecha de su fallecimiento en 1859. Más adelante, bajo el auspicio y la supervisión del infante don Antonio (1755-1817), organizó e impartió las enseñanzas de la "Escuela físico-química del Real Palacio", institución que tuvo un corto recorrido, desde 1816 hasta 1829. En la portada de su obra titulada *Colección de Problemas y Cuestiones sobre la Física y la Química* (Madrid, 1840) hace saber que era "individuo de la Academia médica de Madrid, de la Academia de Bon, y de la Sociedad entomológica de Francia etc." Paralelamente a estas actividades desplegó una gran labor como naturalista aficionado en las facetas de excursionista y coleccionista científico. Sus grandes dotes de dibujante posibilitaron que a través de los dibujos de las nuevas especies por él descubiertas pudieran ser descritas por naturalistas profesionales con los que estaba en contacto, quienes lo distinguieron bautizándolas con su nombre.[2]

Cabe preguntarse qué formación había recibido Juan Mieg para hacerse merecedor a desempeñar las funciones antedichas en la corte española. Nuestro personaje nació en Basilea en 1780, cursando sus primeros estudios en su ciudad de origen. Más tarde estudió humanidades en la Universidad de Friburgo, que concluyó en 1798. Seguidamente se trasladó a París para recibir clases de matemáticas, física, química, historia natural, dibujo,… en su condición de alumno de la *École centrale des Quatre-Nations de Plessis*. En este establecimiento fue discípulo del matemático S. Lacroix (1765-1843), del físico-químico y pedagogo E. Barruel (1749-1818), del zoólogo M. J. Brisson (1723-1806) y del químico y naturalista A. Brongniard (1770-1847). Completó su formación científica asistiendo a cursos impartidos en otros centros parisinos por renombrados profesores, como el físico, astrónomo y matemático J. B. Biot (1774-1862), el naturalista G. Cuvier (1769-1832), el zoólogo y naturalista A. M. Duméril (1774-1860) o el entomólogo P. A. Latreille (1762-1833).

Uno de los hijos de Mieg, Fernando Mieg Euxlhen (1823-1906), fue catedrático de Historia Natural en los institutos de segunda enseñanza de Bergara y Bilbao [CABALLER ET AL., 2001, p. 149]. Su padre llegó incluso a visitarle en el País Vasco. Los descendientes de J. Mieg por esa línea han puesto a disposición de los autores los manuscritos de su antepasado a los que se refiere este trabajo. El objeto del mismo consiste en darlos a conocer, efectuando una descripción somera de su contenido.

En su conjunto, los papeles examinados abarcan un total de 1.670 páginas. Un 82% de las mismas están escritas en francés. Cabe señalar que de las 1.375 pp. escritas en ese idioma, 300 de

[1] Los autores deseen agradecer a Juan Mieg Solozabal y a su hija Olatz Mieg de Andrés el haber puesto a su disposición los manuscritos de su antepasado, lo que ha permitido darlos a conocer y a poder realizar el presente trabajo.

[2] La vida y obra de Juan Mieg, en especial por lo que hace referencia a sus actividades como naturalista, ha sido estudiada por distintos autores. Véase, por ejemplo, REIG-FERRER [2009, 2010].

ellas están taquigrafiadas. Un 9,34% y un 8,32% están redactadas en latín (156 pp.) y castellano (139 pp.), respectivamente. En cuanto a las disciplinas científicas tratadas en los textos, puede decirse que en el 47,37% de las páginas se desarrollan temas relacionados con la física (791 pp.), en el 35,33% se exponen asuntos propios de la historia natural (590 pp.), en el 10,18% se explican cuestiones de química (170 pp.), en el 6,77% se abordan materias de carácter matemático (113 pp.) y, finalmente, el 0,36% de las páginas restantes tratan de lo que se podrían llamar "asuntos varios" (6 pp.).

A la hora de redactar el presente trabajo se ha optado por efectuar una clasificación cronológica de los manuscritos en cuestión. Así, en esencia, la comunicación se ha dividido en tres apartados principales. En el primero se exponen los manuscritos que están redactados entre 1800 y 1808, así como un cuaderno de dibujo de 1794. El segundo apartado trata de los originales que no vienen fechados. Finalmente, en el tercer apartado se hace referencia a un cuaderno de campo de historia natural de 1850 y a un catálogo de insectos de 1851.

2. LOS DOCUMENTOS FECHADOS ENTRE 1794 Y 1808

Desde el punto de vista cronológico el primero de los documentos de que se dispone es un cuaderno de dibujo en cuya portada figura, con mayúsculas, el nombre del autor de las ilustraciones, "J. MIEG", y el año en que se realizaron las mismas, "año 1794", cuando el artista sólo contaba con 14 años de edad. Consta de 23 pp., de las que nueve son de dibujos o bocetos sobre distintos temas realizados a lápiz, mientras que en las catorce láminas restantes figuran, dibujados a tinta o pintados a la acuarela, diferentes paisajes y motivos relacionados con la infancia y adolescencia del autor en Suiza. Casi todos los cuadros están firmados y fechados. En este cuaderno ya se detecta el gran talento que poseía Mieg como dibujante y pintor, habilidades que desarrolló cumplidamente a lo largo de su vida como científico.

En segundo lugar se presentan encuadernados en un solo volumen una serie de apuntes de clase que había tomado como estudiante su autor. En la primera página, a modo de título, se puede leer: "Notes d'histoire naturelle tirées des Cours de M^{r}. Cuvier et Alex. Brogniart (sic.) â Paris en 1800" y, a continuación, "p^{r}. Jean Mieg étudiant en sciences naturelles". Están escritos en francés y los componen un total de 340,5 pp., de las que 37,5 pp. están taquigrafiadas. Se puede considerar que el volumen está dividido en tres partes. La primera, titulada "Notes de zoologie", está dividida en seis capítulos. En el primero se estudian los mamíferos (46 pp.), presentando como resumen un cuadro sinóptico titulado "Distribution des Mammiferes p^{r}. Cuvier". El segundo capítulo está dedicado a la ornitlogía (52 pp.), ordenándose los pájaros siguiendo la "Classification due a M^{r}. Brongniart depuis de l´année 1800". El siguiente capítulo trata de la herpetología (20 pp.), indicando que la "Clasification erpetologique de Mr Brongniart a été adoptée par tous les naturalistes modernes". El cuarto capítulo está consagrado a los peces (30 pp.) y termina con una tabla que se corresponde con la "Clasification nouvelle des poissons par M^{r}. Cuvier". Los dos últimos capítulos se refieren a los moluscos (56 pp.) y a los crustáceos (20 pp.), respectivamente. A estos seis capítulos les sigue un apartado dedicado a los insectos (16 pp.), en el que se aplica la "Classification en 9 ordres de M. Brongniart". Finalmente, se clasifican los gusanos anélidos (1 p.) y los zoófitos (3 pp.). La segunda parte se titula "Notes d´histoire naturelle tirées d´un cour de M^{r}. Cuvier en 1801 et 1802" (12 pp.), en las que se tratan diferentes temas de geología y botánica siguiendo las explicaciones dadas por Brongniart en un curso impartido en 1800. La tercera parte de las "Notes d'histoire naturelle" la componen los apuntes titulados "Notes d´Anatomie comparée tirées des Cours de M^{r}. Cuvier en 1801 et 1802" (79 pp.) impartidos en el "Muséum d´histoire naturelle de Paris". En los mismos se desarrollan diversos temas de anatomía comparada como pueden ser los que hacen referencia a la emisión de sonidos por los animales, a la vocalización de las aves y a su órgano vocal, así como el estudio comparativo de los

órganos involucrados en la masticación y digestión de distintos animales. En los siguientes apartados de los apuntes se estudian, entre otros, los animales de sangre blanca, el sistema nervioso y sanguíneo de los moluscos, los moluscos gasterópodos y los moluscos acéfalos, así como los crustáceos e insectos. Estos apuntes vienen profusamente ilustrados por excelentes dibujos.

Existe otro volumen de fascículos encuadernados de esa época titulado **"**Notes de Phisique recueillies dans les cours de Mm. Brisson, Barruel, … à Paris en 1801 jusque 1808". Estos apuntes están escritos en francés y, en parte, de forma taquigráfica. Abarcan 172 páginas ilustradas con 67 figuras, en las que se desarrollan diferentes y variados temas de astronomía, estática, del movimiento compuesto, del rozamiento, de las fuerzas centrífuga y centrípeta, los choques elásticos, del movimiento pendular de los relojes, el barómetro, la meteorología, etc, etc.

3. LOS MANUSCRITOS SIN FECHA

En este apartado se encuentra un grueso volumen en cuyo lomo se puede leer: "Notes de Phisique, de Chimie, de Mathématiques et d´histoire naturelle". En la contracubierta se puede ver un pequeño sello pegado a la misma con la siguiente inscripción: "EXLIBRIS I. MIEG Phil. D.". Se trata de un volumen de 695 páginas compuesto por diferentes manuscritos sobre diversos temas y disciplinas científicas. Tanto la forma de la caligrafía como la calidad y precisión de las figuras e ilustraciones que se encuentran en los fascículos de que consta, inducen a pensar que su autor sea Juan Mieg, aunque salta a la vista que muchos de esos manuscritos fueron escritos en momentos bastante distanciados en el tiempo. El 93,24 % (648 pp.) de las páginas están escritas en francés, de las que en casi la tercera parte, el 29,63 % (192 pp.), se utiliza la escritura taquigráfica. Sólo en el 5,09 % (33 pp.) y en el 2,16 % (14 pp.) de las mismas se emplean el latín y el castellano, respectivamente. La distribución porcentual de las páginas del volumen según las disciplinas científicas que se encuentran representadas en el mismo arroja, aproximadamente, el siguiente resultado: física, el 58,42 % (406 pp.); química, el 24,46 % (170 pp.); matemáticas, el 16,26 % (113 pp.); historia natural, el 0,43 % (3 pp.) y "materias varias", el 0,86 % (6 pp.).

Otro de los manuscritos sin fecha se titula "Apendice astronómico ó Compendio del sistema del mundo para añadir después de la luz". En la portada se puede leer: "Recopilado por el prof. Mieg para sus lecciones de Física en Palacio". Está escrito en francés. En las 215 páginas que componen el tratado se desarrollan los siguientes temas: los círculos máximos y mínimos, las zonas celestes, la refracción y los paralajes, el Sol, los días , las estrellas, la Tierra, la Luna, los planetas, los anillos de Saturno, los Cometas, los distintos sistemas del Mundo, los fenómenos que dependen de los movimientos de la Tierra y la Luna y la Gnomónica.

4. LOS CUADERNOS TITULADOS "DEAMBULATIO ENTOMOLÓGICA" (1850) Y "CATALOGUS INSECTORUM" (1851)

En la portada de la primera de las dos libretas de pequeño formato (15 cms x 11 cms) de historia natural, que están fechadas, figura el título de la misma: "Deambulatio entomológica". El manuscrito, en portada interior, se denomina así: "Deambulatio entomológica, sive Elenchus insectorum qua in agris Matritum circa Teperiuntur 1850. Autore J. Mieg". Consta de 122 páginas escritas en castellano, con una apretada y clarísima caligrafía. Se trata de un cuaderno de campo en el que se da una relación de los insectos encontrados por Mieg durante sus excursiones o paseos entomológicos por los alrededores de Madrid. En la primera página del texto propiamente dicho el autor se refiere a la metodología empleada:

> Procurando indicar, muy superficialmente sin duda los principales insectos que en el curso de unos 30 años me acuerdo haber hallado en los alrededores de nuestra heroica Corte, pudiera adoptar dos métodos diferentes. El primero consistiría en repasar sistemáticamente los diversos ordenes de insectos tan conocidos con los nombres de Coleópteros, Himenópteros, Lepidópteros, ápteros, Hemípteros, etc. Otra vía sería la de seguir los principales paseos conduciendo à las diversas poblaciones que rodean la metrópoli en un radio de 8, 10 ó hasta 12 leguas. Haré uso en el ensayo que sigue de ambos métodos combinados. [MIEG, 1850, p. s. n.]

Con el objeto de evitar repeticiones al seguir el primer método, Mieg presenta un listado por familias, géneros y especies que corresponden a los distintos órdenes de los insectos más vulgares que suelen encontrarse habitualmente, indicando de forma pormenorizada los lugares en donde pueden hallarse, la época del año más apropiada para hacerlo y si el número de individuos de cada especie es más o menos abundante. Así, según Mieg, siguiendo cualquier dirección se pueden encontrar insectos de los siguientes órdenes: “Coleópteros”, “Hymenópteros”, “Neurópteros”, “Ortópteros”, “Lepidóptera”, “Hemípteros”, “Dípteros” e “Insectos ápteros”. En su conjunto, es decir, contabilizando familias, géneros y especies ese listado contiene 1.551 referencias. A continuación, en un apartado que contiene dos páginas titulado “Insectos varios que se encuentran à veces en las calles y tapias de la Capital”, Mieg presenta una lista de los insectos “de los que me acuerdo haber hallado” en distintos sitios, estructurada de la siguiente forma: “Coleópteros”, “Hemípteros”, “Neurópteros”, “Dípteros” y “Lepidópteros”. Seguidamente y antes de aplicar el segundo método, Mieg hace la siguiente “Observación”:

> Después de haber indicado en lo que precede los insectos que me acuerdo haber hallado generalmente en rededor de la metrópoli, añadiré en lo que sigue los que me parecen ser particulares à ciertos sitios. Se puede prever fácilmente que en la lista siguiente se hallaran necesariamente muchas repeticiones de insectos ya citados en el Catálogo anterior pues además de los insectos propios à ciertos sitios, sucede muchas veces que los que son raros en un paraje suelen ser comunes en otro, y viceversa. [MIEG, 1850, p. s. n.]

A continuación se catalogan los insectos que se encuentran recorriendo los siguientes paseos que conducen a distintas poblaciones próximas a la capital: “Paseo desde la puerta de Toledo hacia Carabanchel, Villaverde y el Canal de Manzanares”, “Paseo hacia Bobadilla”, “Paseo à los baños del Molar”, “Paseo por el camino de hierro, hacia Aranjuez, por Getafe, Pinto, Valdemoro y Cienpozuelos” , “Paseo por Aranjuez”, “Paseo à Alcalá”, “Paseo por Colmenar viejo à Miraflores de la Sierra”, “Paseo por Navalcarnero, Villamanta, Chapineria, hacia la Sierra inmediata”, “Paseo por las montañas de Navacerrada, hasta el Rl. Sitio de San Ildefonso” y “Paseo por Alcarria en los baños de Trllo y de la Isabella”.

La segunda de las libretas de pequeño tamaño (16,5 cm x 11cm) de historia natural se titula “Catalogus Insectorum”. En la portada interior del manuscrito se puede leer: “Catalogus insectorum professoris Miegii. 1851”. Consta de 125 páginas y está escrito en latín, tal como corresponde a los nombres científicos de los órdenes, familias, géneros y especies que figuran en el mismo, que, en lo que se refiere a los géneros y especies, se presentan ordenadas alfabéticamente en cada apartado. Se puede considerar que el listado está dividido en capítulos y que, a su vez, cada uno de ellos se divide en distintas partes. Para facilitar la valoración cuantitativa del catálogo se ha incluido al final de cada capítulo y de cada una de las partes, entre paréntesis, el número de páginas de que consta y el número de especies reseñadas, respectivamente.

El primer capítulo se titula “Catalogus Coleopterorum juxta D. Latreillei meth. Dispositorum” (64 pp.). Está dividido en los siguientes grupos taxonómicos: 1) “Pentam[a]. Carnivora”, subdividida a su vez en “Cicindel[ae]” (18 especies); “Carabici” (364 especies); “Hydrocanth[i]” (62 especies); 2) “Pentam[a]. Serricornua” (182 especies); 3) “Pentam[a]. Clavicornua” (127 especies); 4) “Pentam[a]. Lamellicornua” (219 especies); 5) “Pentam[a]. Brachelitra” (60 especies); 6) “Pentam[a]. Palpicornua” (27 especies); 7) “Heterom[a]. Melasoma” (79 especies); 8) “Heterom[a]. Trachelid[ae].” (82 especies); 9) “Heterom[a]. Stenelitra &taxicornua.” (61 especies); 10) “Tetram[a]. Longicornua” (152 especies); 11) “Tetram[a]. Rhyncophora.”, subdividida a su vez en “R. Orthocera” (35 especies); “R. Goniocera” (135 especies); 12) “Tetram[a]. Chrysomelinae.” (206 especies); 13) “Tetram[a]. Xylophaga.” (31 especies); 14) “Tetram[a]. Clavipalpa” (8 especies); y 15) “Trimera”, subdividida a su vez en “Aphidiphaga” (32 especies). El nombre del segundo capítulo es “Hymenoptera” (18 pp.). Consta de los siguientes grupos: 1) “Apiaria” (103 especies); 2) “Andranita” ((58 especies); 3) “Puppivora” (24 especies) y “Gallicola” (15 especies); 4) “Ichneumonida” (48 especies); 5) “Fossores”, que se subdivide en “Sphegides” (37 especies) y “Scolia” (19 especies); 6) “Crabronida” (61 especies); 7) “Tenthedrina” (53 especies); 8) “Diploptera, s. vespa” (16 especies) y 9) “Heterogynia, s. Formica” (18 especies). El siguiente capítulo corresponde a la familia denominada “Nevroptera” (2 pp.). Se divide en tres grupos: 1) “Planipennia” (27 especies), 2) Subulicornua” (11 especies) y 3) “Plicipennia” (1 especie). El cuarto capítulo se titula “Orthoptera” (3 pp.) y se divide en “Cursoria” (15 especies) y “Saltanita” (31 especies). El capítulo quinto se llama “Lepidoptera” (15 pp.). Está compuesto por los siguientes grupos: 1) “Diurna” (136 especies); 2) “Crepuscularia” (30 especies); 3) “Nocturna”, que se divide en “Bombicidae” (67 especies), “Noctuellidae” (62 especies), “Phalanites” (44 especies), “Pyralidae & tineidae” (27 especies), “Tineae” (13 especies) y “Pterophoridae, s. Fissipennae” (5 especies). El siguiente capítulo se denomina “Hemiptera” (7 pp.). Se divide en los siguientes grupos: 1) “Homoptera” (48 especies), 2) “Heteroptera-Cimices” (104 especies) y 3) “Aquatica” (14 especies). El séptimo capítulo se titula “Diptera” (12 pp.). Se compone de estos grupos: 1) “Nemocera (Tipulariae)” (19 especies); 2) “Tanystoma” (52 especies); 3) “Asiliti” (37 especies); 4) “Tabani” (16 especies); 5) “”Notacantha” (17 especies); 6) “Athericera” (44 especies); 7) “Muscidae” (106 especies); 8) “Pupipara” (3 especies). El catálogo de insectos concluye con los siguientes apartados: “Myriapoda” (7 especies), “Thysanoura” (3 especies), “Parasita” (5 especies) y “Arachnidea” (22 especies). En resumen, se pueden contabilizar un total de 3.298 especies, de las que corresponden 1.880 a los “coleopterorum”, 452 a los “hymenópteras, 39 a los “nevropteras”, 46 a los “orthopteras”, 384 a los “lepidopteras”, 166 a los “hemipteras”, 294 a los “dipteras”, y 37 a los “myriapodas”, “thysanouras”, “parasitas” y “arachnideas”.

Según Reig-Ferrer [2010, p. 4] Mieg había ido componiendo a lo largo de varias décadas una importante colección entomológica, que, a su muerte, fue adquirida, junto con el catálogo de la misma, fechado en 1855, y titulado “Catalogus Insectorum Professoris Miegii, justa D. Letreillii methodum fere dispos”, por el Museo de Historia Natural por indicación de su director Mariano de la Paz Graells (1809-1898) [GOMIS, 1995]. Éste utilizó el catálogo como si fuera de su propiedad. Así, no es de extrañar que cuando falleció Graells se encontrara entre los fondos de su biblioteca particular, que fue vendida a un librero alemán. Reig-Ferrer considera que el catálogo de Mieg de 1855 se encuentra desaparecido. Este autor también se hace eco de un artículo de X. A. Fraga según el cual Víctor López Seoane (1832-1900) tuvo ocasión de saber durante una estancia en Madrid que, en 1857, la colección de Mieg estaba constituida “por un total de 4.133 especies: 2.189 Coleópteros, 56 Ortópteros, 53 Neurópteros, 178 Hemípteros, 649 Lepidópteros, 353 Dípteros, 26 Arácnidos y 8 Miriápodos [FRAGA, 2001, p. 236]. Si se comparan estos datos cuantitativos con los que figuran en el catálogo de 1851 que se ha descrito en el párrafo anterior, se observa que éste contiene 835 especies menos, que las que tenía la citada colección en 1857 un año antes de la muerte de Mieg. No resulta descabellado pensar que el catálogo de insectos de 1851 sería una primera versión del catálogo de 1855 del que en el día de hoy, como se acaba de decir, se desconoce su paradero.

5. A MODO DE CONCLUSIÓN

Los apuntes tomados en clase por Juan Mieg dan testimonio directo de los conocimientos que se impartían en los centros de enseñanza parisinos a los que tuvo acceso como alumno durante la primera década del siglo XIX. El volumen de casi 700 páginas en el que se desarrollan diferentes y variados temas de física, química, matemáticas e historia natural, así como el compendio de astronomía, ponen de manifiesto por donde transitaban los intereses e inquietudes científicas de nuestro personaje. Finalmente, los dos cuadernos de historia natural dan cuenta de lo que fueron sus grandes pasiones como hombre de ciencia: el "excursionismo científico" y el "coleccionismo de insectos". Se considera que el hecho de dar a conocer estos dos manuscritos constituye la aportación más importante de este trabajo. Los autores, junto con otros colegas, tienen la intención de seguir profundizando en el estudio de los manuscritos que aquí, por limitaciones de espacio, sólo se han podido esbozar superficialmente.

BIBLIOGRAFÍA

CABALLER, M. C.; LLOMBART, J.; PELLÓN, I. (2001) *La Escuela Industrial de Bergara 1851-1861*. Donostia-San Sebastián, Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Gipuzkoa.

FRAGA, X. A. (2001) "La constitución de la historia natural en España. La actividad de los naturalistas a mediados del siglo XIX y el proyecto de catalogación de Graells". *Ingenium, 7,* (225-252).

GOMIS, A. (1995) "Marià de la Pau Graells i Agüera. La zoología isabelina". *Ciència i Tècnica als Països Catalans: una aproximació biográfica als darrers 150 anys*, 1, Barcelona, Fundació Catalana per a la Recerca, (117-143).

MIEG, J. (1850) "Deambulatio entomológica". Manuscrito. Fondo privado de los descendientes de J. Mieg.

REIG-FERRER, A. (2009) "El profesor y naturalista don Juan Mieg (1780-1859) en el 150 aniversario de su fallecimiento (I)". *Argulario*, *nº 23, 2º semestre 2009*, (9-17).

REIG-FERRER, A. (2010) "El profesor y naturalista don Juan Mieg (1780-1859) en el 150 aniversario de su fallecimiento (y II)". *Argulario*, *nº 24, 1er semestre 2010*, (4-14).

GONZÁLEZ REDONDO, F. A. (coord.) (2015) *Ciencia y Técnica entre la Paz y la Guerra. 1714, 1814, 1914*. Madrid, SEHCYT, pp. 1167-1174.

LA CLASIFICACIÓN DE AMPÈRE

Manuel Fernández-Cañadas Fernández[(1)]

(1) Universidad Politécnica de Madrid (jubilado), Madrid, España, fernandezcanadas@gmail.com

Resumen

En el año 1834 publica “Chez Bachelier, París” un ensayo titulado “Essai sur la Philosophie des sciences”, firmado por André Marie Ampère y en el cual se presenta y justifica una clasificación de todos los conocimientos humanos. La clasificación se presenta como natural, pero es totalmente dicotómica lo que en principio parece un tanto paradójico y forzado. El autor presenta en riguroso estreno, gran cantidad de neologismos, de lo que el autor es un especialista principalmente en el campo de la electricidad, en donde ha bautizado algunos de los nuevos descubrimientos con bastante éxito.

En total entre ciencias Cosmológicas relativas a los entes materiales y Noológicas referidas a los entes sociales o del pensamiento obtiene 128. Aunque en la clasificación final aparecen los 128 nombres solo son justificados por el autor los pertenecientes a las 64 cosmológicas, entre las cuales no considera la electricidad, a la que cita una sola vez, como parte de la física.

Palabras Clave: Ampère, Clasificación de conocimientos, Clasificación de las ciencias, Filosofía de la ciencia.

THE CLASSIFICATION OF AMPÈRE

Abstract

In 1834 "Chez Bachelier, Paris" published an essay entitled "Essai sur la Philosophie des sciences", signed by André Marie Ampère, and in which it presents and justifies a classification of all human knowledge. Classification is presented as natural, but it is totally dichotomized which in principle seems paradoxical and somewhat forced. The author presents in rigorous premiere, a large number of neologisms, of which the author is a specialist mainly in the field of electricity, where he has named some of the new discoveries with considerable success.

He identifies a total of 128 including cosmological sciences regarding to material bodies and Noological sciences relating to social and thought entities. Only the cosmological 64 are justified by the author, excluding electricity, cited only once, as he considers electricity as a part of physics.

Keywords: Ampère, Classification of knowledge, Classification of sciences, Philosophy of science.

1. INTRODUCCIÓN

André Marie Ampère (1775, 1836), fue uno de los más grandes hombres de la época denominada: *transición tecnológica*. Si su vida privada fue bastante infeliz, por el contrario, en los aspectos intelectuales siempre fue acompañada por el éxito. Se dedicó desde su juventud al estudio y

más tarde a la docencia, desde su tierra natal Lyon hasta llegar a París donde alcanzó la cima de la gloria, y más aún después de su muerte, en que alcanzó el honor de designar la unidad de corriente eléctrica[1].

En 1802 publica un opúsculo sobre cálculo de probabilidades, *Considérations sur la théorie mathématique du jeu*, que envía a la Academia de Ciencias y que ya le sitúa en un buen nivel matemático, disciplina esta que constituye en su juventud la mayor parte de su actividad docente junto con su cátedra de Física experimental en el *Collège de France.*

La ley que conocemos como "número de Avogadro" relativa al número de moléculas de un gas fue formulada independientemente también por Ampère en 1820[2]. En ese año el anuncio de H. C. Oersted (1777-1815) referente a la relación entre electricidad y magnetismo, encuentra en nuestro autor uno de los muchos seguidores que en todo el mundo reconocen la importancia del hecho y que se dedican a desarrollar teorías y artilugios. Entre otros hechos, el "Hombre de Ampère" es consecuencia de sus trabajos[3] y crea la "mesa de Ampère" donde experimenta con elementos en bajo rozamiento y crea las cinco leyes de la, por él denominada "Electrodinámica". A un conjunto de espiras le llamó solenoide y aquí observamos una faceta de nuestro personaje, que es la producción de neologismos como veremos en su clasificación de los conocimientos. Asimismo, genera la fórmula de la electrodinámica que expresa la acción entre dos elementos diferenciales de línea por los que pasan dos corrientes. Sus dos obras dedicadas a la electricidad. *Colección de observaciones sobre electrodinámica* (1822) y *Teoría de los fenómenos electrodinámicos únicamente deducidos de la experiencia*" (1826) contienen toda la teoría y la práctica por las que fue llamado "el Newton de la electricidad".

Las biografías dedicadas a su persona siempre son elogiosas. D. F. J. Arago le dedica una publicación[4], y de su obra dijo Maxwell: "es una de las más brillantes que registra la historia de la ciencia".

2. EL LIBRO

El libro de Ampère que nos ocupa, fue publicado en 1834, pero el autor confiesa que lleva muchos años preparándolo[5], y que lo saca a la luz incompleto, y se entiende, pues le faltan las explicaciones y justificaciones de la mitad de la clasificación. En total tiene 329 páginas con mancha de 78×148 mm, un cuadro desplegable de 152×430 mm fuera de texto con la clasificación, y un poema mnemotécnico y otro que contiene solamente el poema en latín dedicado a su hijo, mucho más difícil de recordar que la clasificación.

El vaciado del libro que salvo en el cuadro desplegable se refiere y analiza solamente las ciencias cosmológicas se muestra en la Figura 1.

En la introducción y la nota de otro autor, insiste en la utilidad de las clasificaciones naturales y considera que esta si lo es. Comenta y critica otras como la de Bernard de Jussieu, botánico francés, y cita la clasificación zoológica de Cuvier, pero respecto a la botánica de Linneo opina que es menos útil y natural que la de Jussieu y no parece conocerla salvo superficialmente.

---

[1] Año 1893. (*Congreso internacional de electricistas en la Exposición Internacional de Chicago*). Se definió como la corriente constante que al atravesar una solución de nitrato de plata es capaz de depositar 0,0018 gr. de plata por segundo. Luego más tarde se buscarían patrones más invariantes.

[2] "A igualdad de presión y volumen el número de moléculas de diferentes gases es el mismo" y se encuentra en algunos antiguos libros franceses como Ley de Avogadro-Ampère.

[3] "Si una corriente lineal dispuesta paralelamente a una aguja imantada es tal que circula aquella por el conductor entrando por los pies y saliendo por la cabeza de un supuesto observador tendido a lo largo de la corriente y mirando a la aguja imantada, el polo de la aguja que se dirige al Norte se desvía por la acción de la corriente a la izquierda del observador".

[4] ARAGO,D.F.J. (1854–1862). *Eloge d´Ampère,* Obras completas, Tomo II. Paris: Baudry/Gide.

[5] En el prefacio cuenta que había empezado a trabajar en ello desde 1804, que lo ha retomado en 1820 y que se ha publicado un esbozo en 1832 en la *Revue Encyclopédique.*

Índice	*páginas*	*total*	*Títulos resumidos u (observaciones)*
Préface	V - L	50	
Note	LI - LXII	10	
Introduction	1 - 32	32	*(Precedida por el índice de materias)*
Chap. premier	33 - 73	40	*Grandeurs ou des mesures*
Chap. second	74 - 102	28	*Corps inorganiques*
Chap. troisième	103 -130	27	*Êtres vivants, végétaux et animaux*
Chap. quatrième	131 - 192	61	*Agents qui altèrent aux êtres vivants*
Chap. cinquième	193 - 272	79	*Définition et classification. des embranchements*
Explicat. de tableaux synop.	245 - 272	27	*Explication. de tableaux synoptiques*
Carmen mnemonicum	s / p		

Figura 1. Vaciado del libro Essai sur la Philosophie des Sciences, ou Exposition Analytique d´une classification naturelle de toutes les connaissances humaines (Ampère, 1834).

Ampère, como se ha comentado antes, gusta de producir neologismos y con bastante éxito. Aquí utiliza raíces de latín y griego clásico y hace hincapié en los problemas de transliteración a la lengua francesa de las letras *g* y *j,* y del empleo de la letra griega γ.

Presenta su clasificación manteniendo rigurosamente una división dicotómica y comenzando por la partición de todos los conocimientos humanos, es decir las Ciencias, en *dos Reinos*:

Primer Reino * *Ciencias Cosmológicas*, que se ocuparan de los entes materiales.

Segundo Reino ** *Ciencias Noológicas*, que se ocuparán del pensamiento y la sociedad.

Cada reino se divide en dos sub-reinos, continuando dicotómicamente las divisiones entre los distintos niveles de forma que resultan otros seis niveles: 4 sub-reinos, 8 ramas, 16 sub-ramas, 32 ciencias de primer orden, 64 ciencias de segundo orden y 128 ciencias de tercer orden.

El ensayo en total consta de 212 páginas y se ocupa de explicar exclusivamente las ciencias cosmológicas en una primera parte, que es única, porque no existe una segunda, pues solo dedica unas líneas a justificar algunos de sus neologismos en las ciencias del conocimiento.

En los primeros cuatro capítulos explica y justifica las ciencias cosmológicas de tercer orden, es decir de las cuatro primeras ramas *(I, II, III y IV embranchements*), a saber: (I) las ciencias matemáticas, que incluyen la mecánica. (II) las ciencias físicas que consideran las tecnologías industriales y geológicas incluyendo la minería. (III) las ciencias relativas a los seres vivientes, tanto animales como vegetales, y ciencias de la salud en todos sus aspectos médicos, farmacéuticos, y tanto los relativos a la higiene como los semiológicos.

En el quinto y último capítulo, el autor monta la parte intermedia del armazón, explica sus neologismos y acaba terminando el cuadro de las ciencias cosmológicas.

3. LA CLASIFICACIÓN

Dado que las dimensiones del cuadro desplegable no permiten presentar una copia facsímil, vamos a contemplar *cuatro cuadros* correspondientes a los *cuatro sub-reinos* en que se dividen, según A. M. Ampère, los dos reinos básicos de todos los conocimientos humanos, a saber:

- El reino *Cosmológicas se divide en el sub-reino COSMOLÓGICAS PROPIAMENTE DICHAS que marcamos como 𝔸 y en el sub-reino FISIOLÓGICAS identificado como 𝔹.

- El reino **Noológicas a su vez se divide en el sub-reino NOOLÓGICAS PROPIAMENTE DICHAS, marcado con ℂ y en el sub-reino SOCIALES indicado con la letra 𝔻.

El rectángulo superior divide los sub-reinos en ramas y sub-ramas, y estas a su vez en 8 ciencias de 1er orden marcadas de 1 a 8. En el rectángulo inferior se muestran las ciencias de 1º, 2º y 3er orden, que se identificarán por la letra del sub-reino (fuente ALGERIAN) y el número de la ciencia de primer orden junto al título que les dio A.M. Ampère (fuente Times New Roman, ej.: A3. MÉCHANIQUE) tratando de imitar la tipografía y conservando la lengua francesa original [Figuras 2, 3, 4 y 5].

4. CONCLUSIONES

Se puede decir que, por una parte, la defensa de una clasificación natural (*es decir no figurada*) está en contraposición con la tremenda rigidez dicotómica que impide que pueda haber más de 128 ciencias. Por otra parte esa rigidez impone igualdad de trato en ciencias de pesos muy diferentes. De cualquier modo no convencen las justificaciones de "*natural*" para la clasificación propuesta.

En el prefacio, el autor cuenta que desde 1804 piensa en la cuestión del conocimiento humano, en la manera de distinguir el verdadero del falso y en ordenar o clasificar los conocimientos. En este trabajo parece que hay mucho material antiguo y extraña que la Química, a la que ha dedicado mucho tiempo, ni siquiera sea considerada de 2º orden, y que la electricidad ni siquiera sea de 3º y sólo tenga una referencia de pasada. Posiblemente en su juventud, cuando estudiaba la Enciclopedia, conoció el tema de las clasificaciones de los conocimientos en el discurso preliminar[6] y deseó hacer una suya [D'ALEMBERT, 1965].

La falta de explicaciones acerca de la mitad de las ciencias, de las llamadas Noológicas, junto con las consideraciones anteriores hace pensar que tomó parte de un material antiguo que no quería que se perdiera y lo envió a Chez Bachelier a publicar sin terminar. Pero esto sólo son conjeturas, y ahora solo se trata de recordar esta curiosa clasificación del gran hombre que fue A. M. Ampère[7].

BIBLIOGRAFÍA

AMPERE, A.M. (1834). *Essai sur la Philosophie des Sciences, ou Exposition Analytique d´une classification naturelle de toutes les connaissances humaines.* Paris. Chez Bachelier Imp. Quai des Augustins nº55.

D´ALAMBERT, J. (1965). *Discours préliminaire de l´Encyclopedie, Appendice 1.* Bibliothèque MÉDIATIONS, nº45. Paris. Éditions Gonthier.

QUETELET, L.A.J. (1836). *Notice sur Ampère*. Bruselas.

BARTHELEMY SAINT-HILAIRE, J. (1869). *Philosophie de deux Ampères.* Paris.

[6] En otros apéndices se analiza el sistema figurado de los conocimientos humanos de Francis Bacon. Hay ediciones anteriores en 1759 (París) y 1763 (Amsterdam).

[7] El autor de esta comunicación impartió la lección de primavera (*de fin de curso*) el 21 de marzo de 2007 con el título "La Clasificación Amperiana de los Conocimientos" en la ETSI de Montes (UPM) y aunque sin publicación formal, se hizo una reseña para repartir a los asistentes.

SOUS-RÈGNE	EMBRANCHEMENTS	*Sous Embranchements.+ no.sc. 1ER Ordre*
A.- COSM. PROP. DITES.	I. Mathématiques	*.- Mathematiques proprem. dites .1 / 2* *.- Physico-matémetiques ……..3 / 4*
	II. Physiques	*.- Physiques proprement dites……5 / 6* *.- Geologiques……7 / 8*

Sciences du 1er ordre	Sciences du 2nd ordre	Sciences du 3me ordre
A1. ARITHMOLOGIE.....	*a. Arithmologie élémentaire*.....	**11. Arithmographie.**
	b. Mégéthologie.....	**12. Analyse mathématique.** **13. Théorie des fonctions.** **14. Théorie des probabilités.**
A2. GÉOMÉTRIE.....	*c. Géométrie élémentaire*.....	**21. Géométrie synthétique.**
	d. Théorie des formes.....	**22. Géométrie analytique.** **23. Théorie des lignes et de surfaces.** **24. Géométrie moleculaire.**
A3. MÉCANIQUE.....	*e. Mécanique élémentaire*.....	**31. Cinématique.**
	f. Mécanique transcendente.....	**32. Statique.** **33. Dynamique.** **34. Méchanique moléculaire.**
A4. URANOLOGIE.....	*g. Uranologie élémentaire*.....	**41. Uranographie.**
	h. Uranognosis.....	**42. Héliostatique.** **43. Astronomie.** **44. Méchanique céleste.**
A5. PHISIQUE GÉNÉRALE.	*i. Physique générale élémentaire*....	**51. Physique expérimentale.**
	k.Physique mathématique.....	**52. Chimie.** **53. Stéréotomie.** **54. Atomologie.**
A6. TECHNOLOGIE.....	*l. Technologie élémentaire*.....	**61. Technographie.**
	m. Technologie comparée.....	**62. Cerdoristique industrielle.** **63. Economie industrielle.** **64. Pysique industrielle.**
A7. GÉOLOGIE.....	*n. Géologie élémentaire*.....	**71. Géographie pysique.**
	o. Géologie comparée.....	**72. Minéralogie** **73. Géonomie.** **72. Théorie de la terre.**
A8. ORYCTOTECHNIE.....	*p. Oryctotechnie élémentaire*.....	**81. Explotation des mines.**
	q. Oryctotechnie comparée.....	**82. Docimasic.** **83. Oryxionomie.** **84. Physique minérale.**

Figura 2. Cuadros de las ciencias correspondientes al sub-reino "cosmológicas propiamente dichas".

SOUS-RÈGNE	EMBRANCHEMENTS	*Sous Embranchements.+ no.sc. 1ER Ordre*
B.- PHYSIOLOGIQUES	III. Naturelles	*.- Phytologiques……..1 / 2* *.- Physico-natémetiques …… .3 / 4*
	IV. Médicales	*.- Phsyco-medicales……..5 / 6* *.- Medicales prop. dites……7 / 8*

Sciences du 1er ordre	Sciences du 2nd ordre	Sciences du 3me ordre
Ƀ1.BOTANIQUE.....	*a. Botanique élémentaire.....* *b. Phitognosie……..*	**11. Phitographie.** **12. Anatomie végétale.** **13. Phitonomie.** **14. Physiologie végetale.**
Ƀ2. AGRICULTURE……	*c. Agriculture élémentaire.....* *d. Agriculture comparée.....*	**21. Géopnique.** **22. Cerdoristique agricole.** **23. Agronomie.** **24. Phisiologie agricole.**
Ƀ3. ZOOLOGIE.....	*e. Zoología élémentaire.....* *f. Zoognosie.....*	**31. Zoographie.** **32. Anatomic animale.** **33. Zoonomie.** **34. Phisiologie animale.**
Ƀ4. ZOOTECHNIE.....	*g. Zootechnie élémentaire.....* *h. Zootechnie comparée.....*	**41. Zoocrésie.** **42. Zooristique.** **43. OEcionomie.** **44. Threpsiologie.**
Ƀ5. PHISIQUE MÉDICALE..	*i. Physique médicate prop. dite....* *k. Biotologieue mathématique.....*	**51. Pharmaceutique.** **52. Traumatologie.** **53. Diététique.** **54. Phrenygietique.**
Ƀ6. HYGYÉNE.....	*l. Crasiologie……..* *m. Hygiéne prop. dite……..*	**61. Crasiographie.** **62. Crasioristique.** **63. Hygionomie.** **64. Prophylactique.**
Ƀ7. NOSOLOGIE……	*n. Nosologie prop. dite……..* *o. Iatrologie……..*	**71. Nosographie.** **72. Anatomie patologique.** **73. Thérapeutique générale.** **72. Physiologie médicale.**
Ƀ8. MÉDECINE PRACTIQUE	*p. Semiologie……..* *q. Médecine practique p. dite.....*	**81. Sémiographie.** **82. Diagnostique** **83. Thérapeutique spéciale.** **84. Prognosie.**

Figura 3. Cuadros de las ciencias correspondientes al sub-reino “fisiológicas”.

SOUS-RÈGNE	EMBRANCHEMENTS	*Sous Embranchements.+ no.sc. 1ER Ordre*
C.- NOOL. PROP. DITES	V. Philosophiques	.- *Philosophiques prop. dites..1 / 2* .- *Morales…… .3 / 4*
	VI. Dialegmatiques	.- *Dialegmatiques prop.dites..5 / 6* .- *Eleuthérotechniques……..7 / 8*

Sciences du 1er ordre	Sciences du 2nd ordre	Sciences du 3me ordre
C1. PSYCHOLOGIE.....	*a. Pychologie élémentaire.....* *b. Psychognosie……..*	**11. Phichographie.** **12. Logique.** **13. Métodologie.** **14. Idéogénie.**
C2. MÈTAPHISIQUE……..	*c. Ontothétique.....* *d. Ontognosie……*	**21. Ontologie élémentaire.** **22. Théologie naturelle.** **23. Ontologie comparée.** **24. Théodicée.**
C3. ETHIQUE.....	*e. Ethique élémentaire……..* *f. Ethognosie……*	**31. Ethnográphie.** **32. Phisiognomonie.** **33. Morale prectique.** **34. Ethogénie.**
C4. THÉLÉSIOLOGIE……	*g. Thélésiologie élémentaire…..* *h. Thélsiognosie……*	**41.Thélésiographie.** **42. Dicécologie.** **43. Morale apodicthique.** **44. Antropothélique.**
C5. GLOSSOLOGIE……..	*i. Physique médicate prop. dite...* *k. Biotologieue mathématique.....*	**51. Lexicographie.** **52. Lexiognosie.** **53. Glossonomie.** **54. Philosophie des langues.**
C6. LITTÉRATURE……	*l. Crasiologie……..* *m. Hygiéne prop. dite……*	**61. Bibliographie.** **62. Bibliognosie.** **63. Critique littéraire.** **64. Philosophie de la littérature.**
C7. THECNÉSTHETIQUE.	*n. Nosologie prop. dite……..* *o. Iatrologie……*	**71. Terpnographie.** **72. Terpnognosie.** **73. Critique technoesthétique.** **72. Philosophie des beaux-arts .**
C8. PÉDAGOGIE……	*p. Semiologie……..* *q. Médecine practique p. dite….*	**81. Phédiographie.** **82. Idioristique** **83. mathésiologie.** **84. Théorie de l`éducation.**

Figura 4. Cuadros de las ciencias correspondientes al sub-reino "noológicas propiamente dichas".

SOUS-RÈGNE	EMBRANCHEMENTS	*Sous Embranchements.+ no.sc. 1ER Ordre*
D.- SOCIALES	VII. Ethnologiques	*.- Ethnologiques prop. dites. ..1 / 2* *.- Historiques …… .3 / 4*
	VIII. Politiques	*.- Ethnorytiques……..5 / 6* *.- Ethnégétiques… …..7 / 8*

Sciences du 1er ordre	Sciences du 2nd ordre	Sciences du 3me ordre
D1. ETHNOLOGIE.....	*a. Ethnologie élémentaire.....* *b. Ethnologie comparée……*	**11. Etnographie.** **12. Toporistique.** **13. Géographie comparée.** **14. Ethnogénie.**
D2. ARCHÉOLOGIE……	*c. Mnémiologie.....* *d. Archéologie comparée.....*	**21. Mnémiographie.** **22. Mnémiognosis.** **23. Critique archéologica.** **24. Archeogénie.**
D3. HISTORIE…….	*e. Histoire élémentaire.....* *f. Histoire comparée.....*	**31. Diégématique.** **32. Chronologie.** **33. Critique historique.** **34. Philosophie d l`histoire.**
D4. HIÉROLOGIE……...	*g. Sébastamatique.....* *h. Hiérologie comparée.....*	**41. Hiérographie.** **42. Symbolique.** **43. Controverse.** **44. Hierogénie.**
D5. NOMOLOGIE……	*i. Nomologie prop. dite.....* *k. Législación.....*	**51. Nomogrphie.** **52. Jurisprudence.** **53. Législation comparée.** **54. Théorie des lois.**
D6. ART MILITAIRE……	*l. Hoplismatique……* *m. Art militaire prop. dite……*	**61. Hoplographie.** **62. Tactique.** **63. Stratégie.** **64. Nicologie.**
D7. ECONOMIE SOCIALE.	*n. Chrématologia……* *o. Economie sociale prop. dite….*	**71. Statistique.** **72. Chrématogénie.** **73. Dianémétique.** **72. Cœnolbologie.**
D8. POLITIQUE……...	*p. Syneiménique……* *q. Politique prop. dite……*	**81. Ethnodicée.** **82. Diplmatie** **83. Cybernétique.** **84. Théori du pouvoir.**

Figura 5. Cuadros de las ciencias correspondientes al sub-reino "sociales".

GONZÁLEZ REDONDO, F. A. (coord.) (2015) *Ciencia y Técnica entre la Paz y la Guerra. 1714, 1814, 1914*. Madrid, SEHCYT, pp. 1175-1182.

ARCHIBALD SMITH, MATEMATICO PRECURSOR DE LOS COEFICIENTES DETERMINANTES EN LOS DESVIOS DE UNA AGUJA NAUTICA

Aitor T. Martínez-Lozares[(1)], Josu Arribalzaga Aurre[(2)], María Menéndez-Sánchez[(3)]

(1) E.T.S de Náutica y Máquinas Navales (UPV/EHU), Bilbao, aitor.martinez@ehu.es
(2) E.T.S de Náutica y Máquinas Navales (UPV/EHU), Bilbao, josu.arribalzaga@ehu.es
(3) E.T.S de Náutica y Máquinas Navales (UPV/EHU), Bilbao, mary_io24@hotmail.com

Resumen

Archibald Smith (1813-1872), matemático, nacido el 10 de agosto de 1813, en Glasgow. Archibald comenzó trabajando como carpintero y constructor, terminando su carrera como matemático y abogado. Estudió en la Universidad de Glasgow en 1828 y después en la de Trinity College de Cambridge. Se distinguió en las matemáticas y la física. Su labor científica se baso principalmente en el campo de las aplicaciones del magnetismo y el campo magnético de la Tierra.

Perteneció a la sociedad de Lincoln's Inn. Consiguió el Smith's Prize en 1836. En 1837, junto con Duncan Farquharson Gregory fundó el *Cambridge Mathematical Journal*. En 1862, junto con Sir Frederick John Owen Evans publicó un "Manual del Almirantazgo para determinar y aplicar las desviaciones de la Brújula causados por el hierro en un navío" (derivaciones de las distintas ecuaciones de la desviación magnética). Murió en Londres el 26 de diciembre de 1872.

Además de las obras mencionadas, fue el autor de: *Suplemento de las Normas para la determinación de las desviaciones de la Brújula causados por el hierro del Navío* (Londres, 1855) y de *Un método gráfico de corregir las desviaciones de brújula de un barco* (Londres, 1855). Estas obras se encuentran reducidas al mínimo necesario para entenderlas en el capítulo tres que figura a continuación. Juntamente con sus antecesores Girolamo Cardano (1501-1576) con su aro cardan, Mathew Flinder (1774-1814) con la aplicación de la barra y su coetáneo William Thomson (1824-1907) con sus esferas, consiguieron culminar la reducción al mínimo los desvíos de una aguja náutica en un buque.

Palabras Clave: Desviación, Aguja Náutica, Compensación.

ARCHIBALD SMITH, MATHEMATICIAN PRECURSOR OF FACTORS IN DETERMINING THE DEVIATION OF A NAUTICAL NEEDLE

Abstract

Archibald Smith (1813-1872), mathematician, born in August 10, of 1813, in Glasgow. Archibald started working as a carpenter and builder, ending his career as a mathematician and lawyer. Studied at the University of Glasgow in 1828 and then at Trinity College, Cambridge. He distinguished himself in mathematics and physics. His scientific work was mainly based on the field of applications of magnetism and magnetic field of the Earth.

He belonged to the Society of Lincoln's Inn. Got the Smith's Prize in 1836. In 1837, along with Duncan Farquharson Gregory founded the *Cambridge Mathematical Journal*. In 1862, along with Sir Frederick John Owen Evans, he published an "Admiralty Manual for determining and applying the

deviations of the compass caused by the iron in a ship" (derivations of various equations of magnetic deviation). He died in London on December 26, 1872.

Besides the works mentioned, he was the author of “Supplement to the Rules for the determination of the deviation of the compass caused by the Iron of the Ship” (London, 1855). These works are reduced to the minimum necessary to understand them in chapter three listed below. Together with its predecessors Girolamo Cardano (1501-1576) with her cardan hoop, Mathew Flinder (1774-1814) with the application of the bar and his contemporary William Thomson (1824-1907) with their spheres, got finish minimizing deviations of ship’s nautical needle.

Keywords: Deviation, Nautical Needle, Compensation.

1. INTRODUCCIÓN

Siendo, desde tiempos remotos, el uso generalizado de la aguja magnética como orientación en tierra y posteriormente en la mar, éste ha sido objeto de innumerables estudios [GURNEY, 2005; NGIA, 2004], debido a su complejidad, al principio de su utilización, y por ubicarse a bordo de un medio “no inmueble” en el que además se veía afectada por la declinación magnética terrestre, principio fundamental para la discriminación del estudio que nos ocupa.

Actualmente alcanza su máximo apogeo el estudio de dichos desvíos al influenciar de manera directa sobre ella las ondas magnéticas y electromagnéticas [GRAY, 1898], por los sistemas actuales de comunicaciones y por la operatividad portuaria del propio buque.

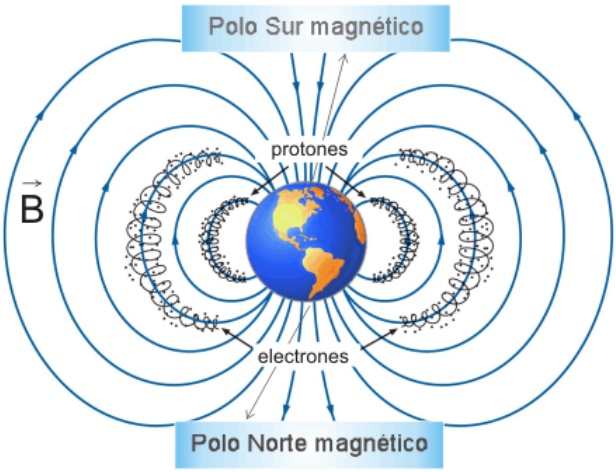


Figura 1. Detalle de las lineas de fuerza del campo magnético terrestre

Al cumplirse doscientos años del nacimiento del matemático inglés Archibald Smith, y del fallecimiento de su antecesor el navegante y también científico Mathew Flinder, queremos rendir un homenaje a estos pioneros en la determinación de los desvíos de la aguja magnética en su utilización a bordo de los buques, así como a algunos de sus coetáneos que dieron luz a estos quebraderos generados en torno al comportamiento de la aguja magnética instalada a bordo de los buques y viéndose incrementados por la influencia de la artillería (cañones, etc.) colocada en las naves [LOVE, 2004].

Estas naves, al principio construidas en madera [LOVE, 2004], y con el paso del tiempo en hierro y acero [3], hasta hoy día, en las que dichas agujas magnéticas, se ven afectadas por la

incidencia de las innumerables antenas y equipos electrónicos [GRAY, 1898] instalados a bordo, en las proximidades de lo que llamamos compás.



Figura 2. Archibald Smith (Colección del autor)

2. ARCHIBALD SMITH

Vamos a destacar de este matemático nacido el 10 de agosto de 1813, en Glasgow, que a pesar de sus comienzos como carpintero y constructor, terminó su carrera como matemático y abogado. Hijo de James Smith, quien fuera reconocido por sus investigaciones y conclusiones geológicas, que le valió el epíteto de "el padre de la geología post-terciario de Escocia", Archibald, estudió en la Universidad de Glasgow en 1828 y después en la Trinity College de Cambridge donde se graduó en 1836. Se distinguió en las matemáticas y la física [GRATTAN-GUINNESS, 2000], basando principalmente su labor científica en el campo de las aplicaciones del magnetismo y el campo magnético de la Tierra [BARBER Y ARROTT, 1988].

Perteneció a la sociedad Lincoln's Inn, además de conseguir el Smith's Prize en 1836 fundando en 1837 junto a Duncan Farquharson Gregory la *Cambridge Mathematical Journal*.

3. DESARROLLO DE LA ECUACIÓN DEL DESVÍO

Directamente relacionado con las formulas originales desarrolladas por Denis-Poisson en 1824, como consecuencia de los múltiples accidentes acaecidos por la pérdida del rumbo y posición de los buques de madera que se guiaban con una aguja magnética, pero que desconocían toda la magnitud del efecto de los artículos metálicos situados en las cercanías de las agujas magnéticas. A raíz de este desconocimiento Poisson desarrolló unas formulas matemáticas que permitían la corrección, de las agujas magnéticas, resultante por los efectos debidos a diversos artículos metálicos a bordo de los buques de madera, como los cañones, pistolas, fusiles, clavos etc. De esta manera Poisson concretó las formulas para realizar las correcciones adecuadas a la aguja magnética.

Con posterioridad, y partiendo de las formulas desarrolladas por Poisson, Archibald Smith desarrolló las suyas propias adecuando las del primero a los tiempos y tipo de construcción que había

surgido con la aparición de los buques totalmente construidos de acero [EVANS, 1895]. Estos producían mayores desvíos en la aguja magnética debido a que ya no solo eran algunos artefactos los que condicionaban el buen funcionamiento de la aguja, sino que era el todo, el buque completo el que afectaba a la aguja en su buen devenir. De ahí la necesidad imperiosa de definir algún sistema realmente efectivo para realizar las correcciones adecuadas y compensarlas para el buen funcionamiento de la aguja magnética.

El manual del Ministerio de la Marina de los desvíos de la aguja magnética presenta con gran detalle los desarrollos de las distintas ecuaciones del desvió magnético de Archibald Smith. Aquí vamos a repasar brevemente el desarrollo para el caso más sencillo, el de un barco en aguas iguales (con un asiento cero, calado a proa igual al calado a popa) [SMITH, 1869]. El desarrollo se presenta en citas numeradas y referenciadas en el presente ensayo, y esta presentación es una composición concisa de las mismas.

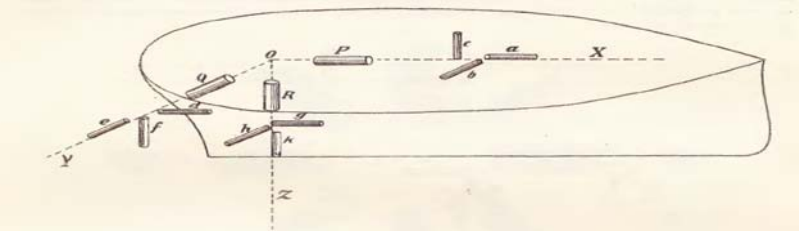


Figura 3. Disposición de los Imanes y varillas en un buque.

Supongamos que la fuerza de la Tierra relativa al buque sea *X*, *Y* y *Z* en las direcciones de proa estribor y hacia abajo respectivamente, y la fuerza magnética total del buque y la Tierra sean *X'*, *Y'* y *Z'*. En 1824 Siméon Denis-Poisson dedujo las siguientes ecuaciones generales relacionando estos valores, en el que las fuerzas magnéticas inducidas por el hierro dulce eran proporcionales a las fuerzas magnéticas de la Tierra:

$$X' = X + aX + bY + cZ + P \quad (1)$$
$$Y' = Y + dX + eY + fZ + Q \quad (2)$$
$$Z' = Z + gX + hY + kZ + R \quad (3)$$

Archibald Smith añadió los términos constantes (*P*, *Q* y *R*) para computar el magnetismo permanente del buque debido a sus hierros duros ya que Poisson consideraba que estos efectos eran escasos sin un impacto general, lo cual era cierto en los buques de madera de su época. Poisson también asumió ciertas simetrías en los hierros del buque que Smith no lo asumió.

Supongamos ahora que la proa del buque está señalando un ángulo ξ desde el norte magnético hasta su posición (*el rumbo magnético*), y un ángulo de ξ', como se muestra en la aguja magnética (*el rumbo de aguja*). El desvió δ de la aguja magnética desde el norte magnético, debido al buque es entonces ξ – ξ'.

Para el presente desarrollo decimos que:

H = La fuerza horizontal del campo magnético de la Tierra = $\sqrt{X^2 + Y^2}$

H' = La fuerza horizontal combinada del campo magnético de la Tierra y el buque = $\sqrt{X'^2 + Y'^2}$

θ = La profundidad o inclinación, del campo magnético de la Tierra.

La fuerza vertical del campo magnético de la Tierra *Z* no aparece explícitamente en este desarrollo ya que puede ser representado por *H* tan*θ*. Es evidente que:

$$X = H\cos\xi\,; \quad Y = -H\sin\xi\,; \quad Z = H\tan\theta\,; \quad X' = H'\cos\xi\,; \quad Y' = -H\sin\xi$$

y sustituyendo estos en las ecuaciones (1) y (2) tenemos que:

$$H'\cos\xi = (1+a)H\cos\xi - bH\sin\xi + cH\tan\theta + P \quad (4)$$
$$-H'\sin\xi = (-\sin\xi + d\cos\xi)H - eH\sin\xi + fH\tan\theta + Q \quad (5)$$

Si a la primera ecuación le multiplicamos por $\sin\xi$ y a la segunda ecuación por $\cos\xi$ y luego los sumamos y posteriormente lo vamos simplificando llegamos a:

$$\frac{H'}{H}\sin\delta = \frac{d-b}{2} + \left(c\tan\theta + \frac{P}{H}\right)\sin\xi + \left(f\tan\theta + \frac{Q}{H}\right)\cos\xi + \frac{a-e}{2}\sin 2\xi + \frac{b+d}{2}\cos 2\xi \quad (6)$$

Esto proporciona la fuerza directriz al este magnético debido al buque en unidades de fuerza horizontal de la Tierra, y tiene un valor medio de $\frac{d-b}{2}$. Se han utilizado las siguientes identidades para obtener la forma anterior de la ecuación:

$$\cos^2\xi = \frac{1+\cos 2\xi}{2}; \quad \sin^2\xi = \frac{1-\cos 2\xi}{2}; \quad \sin\xi\cos\xi = \frac{\sin 2\xi}{2}$$

Ahora multiplicamos la ecuación (4) por $\cos\xi$ y la ecuación (5) por $\sin\xi$ y los restamos. Después de simplificaciones parecidas llegamos a:

$$\frac{H'}{H}\cos\delta = 1 + \frac{a+e}{2} + \left(c\tan\theta + \frac{P}{H}\right)\cos\xi - \left(f\tan\theta + \frac{Q}{H}\right)\sin\xi + \frac{a-e}{2}\cos 2\xi - \frac{b+d}{2}\sin 2\xi \quad (7)$$

Esto proporciona la fuerza directriz al norte magnético debido a la Tierra y al buque en unidades de fuerza horizontal de la Tierra, y tiene un valor medio de $1+\frac{a+e}{2}$, que lo definiremos como λ y por lo tanto λH es la fuerza media al norte magnético.

Vamos a definir las siguientes constantes:

$$\mathrm{A} = \frac{d-b}{2\lambda}; \quad \mathrm{B} = \frac{1}{\lambda}\left(c\tan\theta + \frac{P}{H}\right); \quad \mathrm{C} = \frac{1}{\lambda}\left(f\tan\theta + \frac{Q}{H}\right); \quad \mathrm{D} = \frac{a-e}{2\lambda}; \quad \mathrm{E} = \frac{b+d}{2\lambda}$$

Estas constantes aquí están indicadas en negrita, pero históricamente casi siempre se han impreso en Góticas, debido a la dificultad en distinguirlas A, B, C, D y E. Si dividimos las ecuación (6) con (7) obtenemos:

$$\tan\delta = \frac{\mathrm{A}+\mathrm{B}\sin\xi+\mathrm{C}\cos\xi+\mathrm{D}\sin 2\xi+\mathrm{E}\cos 2\xi}{1+\mathrm{B}\cos\xi-\mathrm{C}\sin\xi+\mathrm{D}\cos 2\xi-\mathrm{E}\sin 2\xi} \quad (8)$$

Esta es la ecuación exacta del desvió δ en términos del rumbo magnético ξ, las constantes A, D y E que sólo dependen de la disposición de los hierros blandos y duros de un buque en particular, y las constantes B y C que dependen de campo magnético de la Tierra en la ubicación del buque, así como la disposición de sus hierros duros y blandos

Pero en la mar nosotros no conocemos realmente el rumbo magnético ξ de la proa del buque, sino que solamente el rumbo de aguja ξ' que nosotros leemos. Este es el problema real, porque incluso cuando sustituimos ξ - ξ' por δ nosotros no tenemos una solución definida para calcular ξ (y por lo tanto tampoco δ).Es mucho mejor buscar un medio para expresar el desvío directamente en términos del rumbo de aguja ξ'. En este proceso de cálculo finalizaremos reemplazando los coeficientes exactos A, B, C, D y E por otros coeficientes inexactos *A*, *B*, *C*, *D* y *E*.

Podemos hacer esto de la siguiente manera. En primer lugar, sustituimos ξ' + δ por ξ y $\sin\delta/\cos\delta$ por $\tan\delta$ en la ecuación (8). Después de algunas simplificaciones tenemos:

$$\sin\delta = \mathrm{A}\cos\delta + \mathrm{B}\sin\xi' + \mathrm{C}\cos\xi' + \mathrm{D}\sin(2\xi'+\delta) + \mathrm{E}\cos(2\xi'+\delta)$$

que se puede expresar como:

$$\sin\delta = \frac{\mathrm{A}\cos\delta + \mathrm{B}\sin\xi' + \mathrm{C}\cos\xi' + \mathrm{D}\sin 2\xi' + \mathrm{E}\cos 2\xi'}{1 - \mathrm{D}\cos 2\xi' + \mathrm{E}\sin 2\xi'}$$

Resulta que E es relativamente pequeña, por lo que desechamos $E\sin 2\xi'$ en el denominador. Para desvíos inferiores a 20º podemos decir que $\sin\delta = \delta$ y $\cos\delta = 1$, lo cual es bastante razonable teniendo en cuenta que la mayoría de los barcos estarán compensados hasta cierto punto. Luego ampliamos el denominador en unas series de Fourier en múltiplos de 2ξ' y dividirlos ("un proceso algo laborioso de expansiones y sustituciones", como dice Smith) para obtener la series infinitas.

$$\delta = A + B\sin\xi' + C\cos\xi' + D\sin 2\xi' + E\cos 2\xi' + F\sin 3\xi' + G\cos 3\xi' + \cdots \ldots.$$

que lo acortamos en:

$$\delta = A + B\sin\xi' + C\cos\xi' + D\sin 2\xi' + E\cos 2\xi'$$

Esta es la ecuación aproximada del desvió, ya que utiliza (letras que no están en negrita, que serian equivalentes a las góticas) los coeficientes aproximados. Para B, C y D siendo pequeñas cantidades de primer orden y A y E siendo pequeñas cantidades de segundo orden, los coeficientes aproximados *A*, *B*, *C*, *D* y *E* se definen como los siguientes:

$$\delta = A + B\sin\xi' + C\cos\xi' + D\sin 2\xi' + E\cos 2\xi'$$

$$A = \arcsin \mathrm{A} = \text{una constante para el buque}$$

$$B = \arcsin\frac{\mathrm{B}}{1 + \frac{\sin D}{2}}$$

$$C = \arcsin\frac{\mathrm{C}}{1 - \frac{\sin D}{2}}$$

$$D = \arcsin \mathrm{D} = \text{una constante para el buque}$$

$$E = \arcsin \mathrm{E} = \text{una constante para el buque}$$

$$\mathrm{B} = \frac{1}{\lambda}\left(c\tan\theta + \frac{P}{H}\right)$$

$$\mathrm{C} = \frac{1}{\lambda}\left(f\tan\theta + \frac{Q}{H}\right)$$

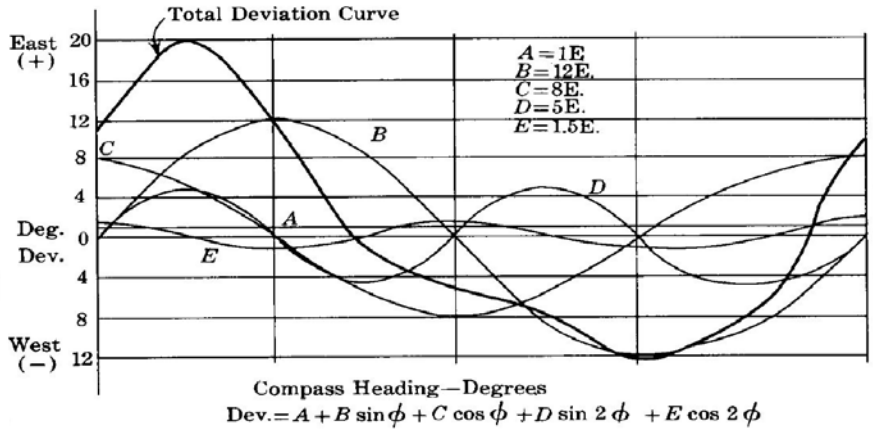


Figura 4. Diagrama de los coeficientes A, B, C, D y E, con su resultante [INEU, 1921].

El desvióδ ahora se calcula ahora e n relación al rumbo de aguβa conjuntamente con la componente horizontal *H* y la inclinación o profundidad θ del campo magnético de la Tierra en el lugar en que se encuentra el buque (que vienen suministrado por tablas calibradas).

Aquí *A*, *D* y *E* son constantes, ya que son simplemente arcsines de constantes. Los valores de *A*, *D*, *E*, λ, *c*, *P*, *f* y *Q* se deducen para un buque en particular de las mediciones de los desvíos cuando el buque se bornea en distintas direcciones o azimuts en un lugar con una componente horizontal y una inclinación conocidas.

Fue elegido miembro de la Royal Society de Edimburgo en 1837 y miembro de la Royal Society en junio de 1856. En 1859 editó *Diario de un viaje a Australia para la Investigación Magnética de William Scoresby* siendo ahí cuando dió con una fórmula exacta para el efecto de los hierros que incidían en el compás de un barco.

En 1862, junto con Sir Frederick John Owen Evans publicó el *Manual del Almirantazgo para determinar y aplicar las desviaciones de la Brújula causados por el hierro en un navío* (derivaciones de las distintas ecuaciones de la desviación magnética). En reconocimiento a sus servicios Smith recibió el grado honorífico de Doctor en Derecho de la universidad de Glasgow en 1864, y fue galardonado al año siguiente con una medalla de oro por la Royal Society. En 1872 recibió una beca de 2.000 libras del gobierno.

Se le concedió la Medalla Real en 1865 por su papel en las *Philosophical Transactions,* por su aportación en el magnetismo de los buques en los diferentes lugares. En 1866 el emperador Alejandro II de Rusia, le hizo entrega de una brújula de oro, con diamantes, adornada con las armas imperiales y fue elegido miembro de la comisión científica de la Armada Imperial Rusa.

Murió en Londres el 26 de diciembre de 1872. Además de las obras mencionadas, fue el autor de: *Suplemento de las Normas para la determinación de las desviaciones de la Brújula causados por el hierro del Navío* y *Método gráfico de corregir las desviaciones de la brújula de un barco* (Londres, 1855).

4. DUNCAN FARQUHARSON GREGORY

Nacido también en el año 1813 en Edimburgo, era el más joven de los hijos de James Gregory, pertenecía a la distinguida familia de científicos escoceses Gregory.

Se dedico exclusivamente a las matemáticas. En 1838 Gregory, junto con Robert Ellis, fundó la *Cambridge Mathematical* [GRATTAN-GUINNESS, 2000] diario donde publico más de 20 artículos. Contribuyendo con su teoría del álgebra simbólica, con el método de “separación de símbolos”. Condujo a la obra de Boole en las operaciones no conmutativas, suministrando de este modo las bases para futuras investigaciones sobre el cálculo de las operaciones hasta la década de 1860. Murió cuando tan solo contaba 31 años.

5. FREDERICK JOHN OWEN EVANS

Hidrógrafo, nacido en Londres (1815-1885), en el seno de una familia de tradición naval, dedicó su extensa vida a la topografía en la mar y el geomagnetismo. Ingresó en la Armada como voluntario de segunda clase en 1828. Sirvió en diferentes navíos HMS como: Rose, Winchester, Trueno, Caledonia, Asia, Rapid, Rolla, Dido y el HMS Wolverine.

En su trabajo sobre los errores de la brújula, efectuó el trabajo de campo, del desarrollo teórico de Archibald Smith, con quien formó un tandem perfecto.

En 1870 Evans publicó otro libro sobre el mismo tema *Manual Elemental de desviaciones de brújula*. La contribución de Evans a la ciencia fue reconocida con su elección como miembro de la Royal Society en 1862. En 1884 representó a Gran Bretaña en el Congreso de Washington para el establecimiento de un meridiano de Greenwich.

Juntamente con sus antecesores Girolamo Cardano (1501-1576) con su aro, Mathew Flinder (1774-1814) con la aplicación de la barra y su coetáneo William Thomson (1824-1907) con sus esferas, consiguieron culminar la reducción al mínimo los desvíos de una aguja náutica en un buque.

BIBLIOGRAFÍA

INSTITUTO NAVAL DE LOS ESTADOS UNIDOS [INEU] (1921), *A Practical Manual of the Compass, A Short Treatise on the Errors of the Magnetic Compass, with the Methods Employed in the U.S. Navy for Compensating the Deviations and a Description of Service Instruments, including the Gyro-Compass*, (1-114). http://books.google.com/books?id=YjMWAAAAYAAJ&printsec=titlepage&source=gbs_-summary_r&cad=0

BARBER, G.W, & ARROTT, A.S. (1988) "History and Magnetics of Compass Adjusting". *IEEE Transactions on Magnetics*, *Vol. 24, No. 6*

EVANS, F.J. (1875) *Elementary Manual for the Deviations of the Compass in Iron Ships*, 3rd Edition. London: J. D Potter. http://www.google.com/books?id=egOAAAAYAAJ&printsec=toc&source=gbs_summary_r&cad=0

GRATTAN-GUINNESS, I. (2000) *The Search for Mathematical Roots, 1870-1940: Logics, Set Theories and the Foundations of Mathematics from Cantor through Russell to Gödel*. Princeton University Press. http://jeff560.tripod.com/h.html

GRAY, A. (1898) *A Treatise on Magnetism and Electricity*, Vol. I-II. Maps, Tables, Diagrams. New York, Macmillan, Chap. IV, (85-100). http://books.google.com/books?id=mWdDAAAAIAAJ&printsec=titlepage#PPA85,M1

GURNEY, A. (2005) *Compass: A Story of Exploration and Innovation*. New York, Norton.

NATIONAL GEOSPATIAL INTELLIGENCE AGENCY [NGIA]. (2004), *Handbook of Magnetic Compass Adjustment*.

LOVE, J.J. (2004) *Review of Earth's Magnetism in the Age of Sail* (A.R.T. Jonkers, 2003). http://geomag.usgs.gov/downloads/AgeofSail.pdf

SMITH, A. (1862) "On the Mathematical Formulae Employed in the Computation, Reduction, and Discussion of the Deviations of the Compass, with Some Practical Deductions There from as to the Mode of Construction of Iron-Built Vessels"*. Transactions of the Institution of Naval Architects. Royal Institution of Naval Architects*, 65-73. http://books.google.com/books?id=Q7o6AAAAMAAJ&printsec=titlepage#PPA65,M1

SMITH, A. (1869) *Mr. Archibald Smith's Introduction to Dr. Scoresby's Journal of the Royal Charter, in The Magnetism of Ships and the Deviations of the Compass, Comprising the Three Reports of the Liverpool Compass Commission*. Navy Department, Bureau of Navigation in Washington. http://books.google.com/books?id=MGgDAAAAYAAJ&printsec=titlepage&source=gbs_summary_-r&cad=0#PRA2-PA287,M1

GONZÁLEZ REDONDO, F. A. (coord.) (2015) *Ciencia y Técnica entre la Paz y la Guerra. 1714, 1814, 1914*. Madrid, SEHCYT, pp. 1183-1190.

EL ÉTER EN LA FÍSICA DEL SIGLO XIX: ESTADO DE LA CUESTIÓN

Francisco Sotres Díaz(1)

(1) Facultad de Educación, Universidad Complutense de Madrid, España, .f_sotres@hotmail.com

Resumen

Aunque la realidad de la existencia del éter, supuesto vehículo que transmite los campos gravitatorios o electromagnéticos, parecía totalmente descartada tras la confirmación de la Relatividad Especial, las recientes aportaciones del campo de Higgs sugieren un regreso a las viejas polémicas entre la conveniencia de conocer las últimas realidades de la materia, o resignarnos a describir el fenómeno en coordenadas más limitadas, como mal menor que nos permite avanzar con más rapidez. Desde la concepción de que la historia de la Ciencia es también cultura que añade profundidad y conexiones con otras disciplinas, este artículo revisa sucintamente, las aportaciones de los protagonistas del siglo XIX pertinentes al estado de la cuestión.

Palabras clave: Velocidad de la luz, Éter, Campos, Modelos.

AETHER IN 19TH CENTURY PHYSICS: THE STATE OF THE QUESTION

Abstract

The existence of ether, the alleged vehicle which would propagate gravitational and electromagnetic perturbations, was almost completely discarded after the confirmation of special relativity. However, recent contributions to this area from Higgs field research have brought up to light again the old controversy between the convenience of unraveling the deepest reality of nature, or to resign ourselves to describe phenomena on more limited ways as a lesser evil which allows us to progress faster. From the idea that history of science is also culture which connects with other disciplines, this work revises the most important contributions to the science of ether from the 19th century.

Keywords: Aether, Fields, Speed of light, Models.

1. INTRODUCCIÓN

Pertrechados de un soporte experimental y un bagaje matemático mejor que el de Newton y Huygens, sus herederos del siglo XIX intentaron una respuesta más plausible que el “hypotheses non fingo” al motivo por el que las perturbaciones se propagaban a distancia. El tema empieza a ser más objetivable cuando se estudia y se mide la velocidad de la luz por distintos métodos y con este dato se discute con más criterio la existencia del éter y sus características.

Veamos una breve progresión histórica.

2. LAS PRIMERAS MEDIDAS DE LA VELOCIDAD DE LA LUZ

Tras los intentos fallidos de Galileo de su medida con un farol entre dos cimas, podemos considerar al astrónomo danés Ole Roëmer (1676) el pionero experimental de esta cuestión, cuando a partir de las observaciones de los satélites de Júpiter en distintos meses, llega a la conclusión de que la luz tardaba unos once minutos en recorrer la distancia Tierra-Sol, y su contemporáneo Huygens da, a partir de esos datos, un valor de unos 212000 km/s para la velocidad de la luz. Se da con ello por superada la tesis de Descartes de que la luz viajaba de modo instantáneo.

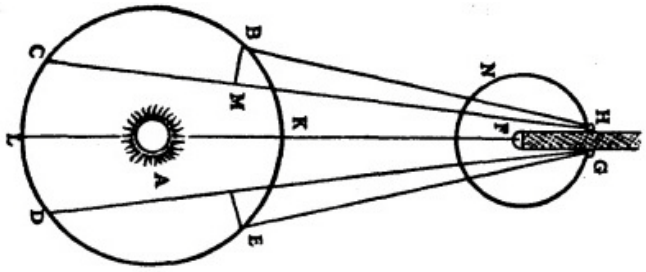


Figura 1. Satélites de Júpiter para Roëmer (Traité de la Lumière, C. Huygens).

3. MODELO DISTINTOS PARA EL ÉTER

Cuando Bradley (1725) inicia con sus intentos de medir el paralaje de las estrellas próximas en distintos meses del año, y, a partir de esas observaciones, calcular la distancia que las separa de la tierra, constató que la precisión de sus telescopios era insuficiente para tal fin (sólo se consiguió en 1830), pero al fijar sus observaciones en la estrella muy lejana Eltanin (Gamma-Draconis), una vez al día con un telescopio vertical en el cénit de Londres, comprobó la necesidad de inclinarlo un cierto ángulo que dependía de la velocidad de la Tierra y de la luz. Consideraciones de la suma vectorial de velocidades de arrastre y de la luz dieron una coincidencia entre el valor teórico del ángulo y el experimental. Además, este ángulo era el mismo para todas las estrellas observadas, por lo que tuvo que admitir la naturaleza de un éter estacionario. La velocidad de la luz por este método dio un valor de 283000 km/s, mucho mejor que el de Bradley.

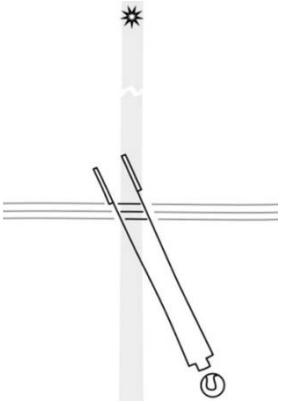


Figura 2. Éter estacionario (Wikipedia GNU).

Este efecto de aberración fue usado en el siglo XIX para apoyar la teoría de que el movimiento de la tierra no producía un arrastre en el éter, y que la luz parecía caer con un ángulo de inclinación que dependía de la velocidad relativa de la tierra respecto al éter. Como en el ejemplo corpuscular de la lluvia que cae dentro de una botella en movimiento. Parecía claro un éter estacionario.

François Arago complica más las cosas cuando introduce en 1812 un prisma acromático para obervar determinadas estrellas en el cenit inmediatamente antes del amanecer y del atardecer, pensando que la velocidad de la luz observada sería distinta debido a que la rotación de la Tierra produciría arrastres opuestos en la velocidad de la luz Sorprendentemente no obtiene ninguna variación del ángulo (y por tanto, tampoco de la velocidad de la luz) lo que comentó a su amigo Fresnel que propuso un factor *f* para añadir el arrastre parcial del éter por la atmósfera de la Tierra. En 1845 Stokes es más radical y propone que el éter es un medio viscoso que permanece en reposo respecto a las últimas capas atmosféricas. Ni Arago ni Fresnel, quedaron muy convencidos con los resultados publicados en 1853 que descartaban el modelo corpuscular de un éter estacionario.

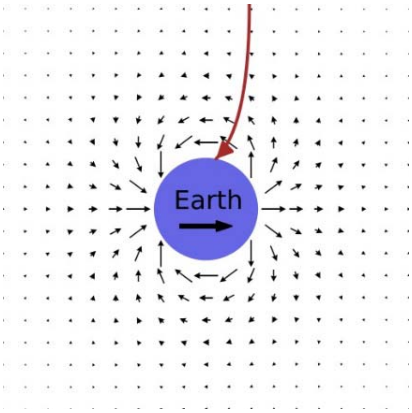


Figura 3. Un éter parcialmente arrastrado para Stokes (Wikiedia GNU).

Arago propone entonces a su amigo Fizeau la medida de la velocidad de dos rayos de luz de velocidades opuestas en el interior de una corriente de agua, intentando observar un desfase en ambos al recogerlos a su regreso en una pantalla, y, al hacerlo, esta vez sí se observaron franjas de interferencia.

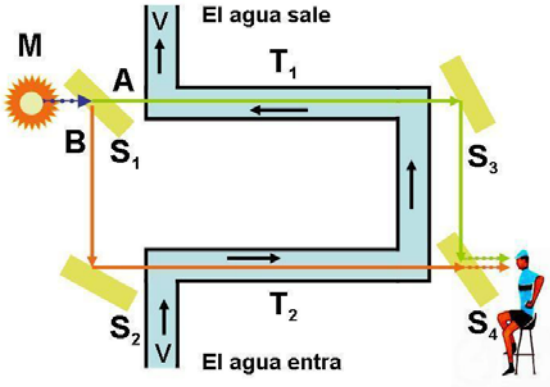


Figura 4. Experiencia de Fizeau (Wikipedia GNU).

La velocidad de la luz que se alejaba o acercaba en relación a un observador en reposo, daba los valores

$$V = (v + u)/(1 + uv/c^2)$$

$$V = (v - u)/(1 + uv/c^2)$$

Donde V es la velocidad de la luz en el agua medida por el observador, v la velocidad de la luz en el agua en reposo, u la velocidad del agua y c la de la luz en el vacío. Estos resultados confirmaban la explicación de Fresnel acerca de un factor de arrastre pero, dado que este factor dependía del índice de refracción, los arrastres serían distintos para cada frecuencia luminosa.

Podemos resumir hasta ahora, que el éter sería un fluido muy liviano y continuo que permitía el paso de los planetas a su través, pero tan rígido que también permitía la propagación de ondas luminosas transversales a una gran velocidad, aunque las dificultades sobre la propagación de la luz en este medio dejaban ambigüedades respecto a su carácter estacionario o arrastrado por los cuerpos móviles.

4. FARADAY

Al genio experimental que descubre que las fuerzas magnéticas perpendiculares a la velocidad de las cargas móviles de las corrientes le repugnaban las ideas de Newton de las acciones a distancia en línea recta, y asume la necesidad de un medio con líneas de fuerza reales que comunicaban las acciones de los emisores con los receptores en un tiempo finito. Con ello, intentó una explicación holística de las fuerzas y del medio que las soporta, con algunos supuestos rupturistas [Berson, 1974]:

- Las fuerzas de todo tipo, no serían más que aspectos distintos de la materia con una naturaleza común, y las partículas serían puntos en los que convergen estas fuerzas.
- La cantidad total de la fuerza se conservaba.
- El espacio ya no estaría vacío sino impregnado por una sustancia transmisora de estas acciones que sería una nueva versión del éter antiguo.
- Las líneas de fuerza serían entidades reales
- La propagación de cualquier cambio de la intensidad de la fuerza requiere un tiempo finito

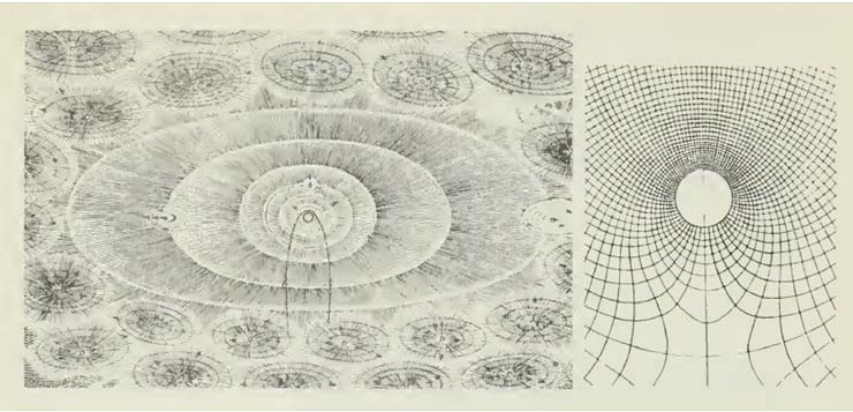


*Figura 5. Líneas de fuerza de Faraday (*E*xperimental Researches in Electricity)*

5. MAXWELL

Los trabajos de Faraday sobre los campos fueron la referencia para que Maxwell enunciara sus conocidas ecuaciones. Al establecer el carácter ondulario de las ondas electromagnéticas y deducir su velocidad, llegó a la conocida expresión:

$$c = \sqrt{\frac{1}{\mu_0 \varepsilon_0}}$$

en la que. al sustituir los valores de las dos constantes, se llegaba a un número coicidente con la velocidad de la luz. Las nuevas ondas serían pues un caso más general de un espectro que incluía también las visibles.

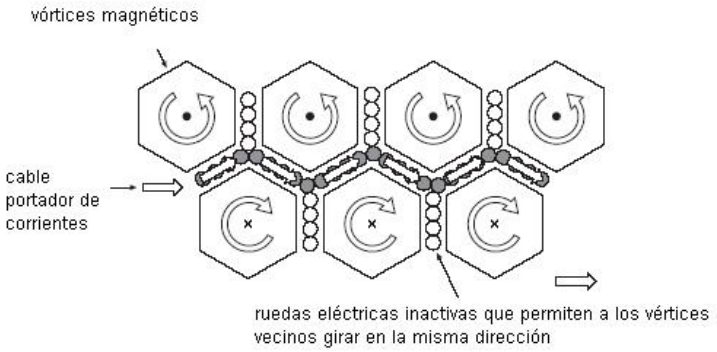


Figura 6. Éter como mar de vórtices y partículas (Maxwell, *On Physical Lines of force*).

En lo que nos afecta, el mismo Maxwell se dió cuenta de que dada la validez de esta ecuaciones para cualquier sistema de referencia inercial esto estaba en contradicción con el principio de Relatividad de Galileo que necesitaba añadir una velocidad de arrastre al sistema móvil para mantener la constancia de las leyes fundamentales de la Física. Además, vió la contradicción de que una carga en reposo para un observador inmóvil, éste sólo observa un campo eléctrico *E*, pero si la misma carga es observada por un observador en movimiento, percibe además la existencia de un campo [Sears,1966]. Intuye que no es necesario el éter para sus ecuaciones, pero un intento de una comprensión más profunda del fenómeno (al igual que Faraday), le hace conservarlo e intentar una explicación mecanicista.

Como Maxwell no entendía un espacio vacío, recoge la teória de Rankine de los vórtices que explicaba el calor, y propuso la existencia de un campo electromagnético compuestos en parte por vórtices magnéticos y en parte por materia y cargas. El campo sería un mar de vórtices que, según el sentido de giro, generaban o inhibían el movimiento de partículas inmediatas.

6. LA EXPERIENCIA DE MICHELSON-MORLEY

Ya en su día, Maxwell había propuesto que una medición precisa de la luz sería mediante dos espejos que recogieran sentidos opuestos de la luz. Michelson y Morley, en 1897, disponían del montaje experimental suficientemente preciso para medir, con métodos de interferometría, diferencias

pequeñísimas de desplazamiento (y por tanto de velocidad) en dos haces de luz que salen del mismo foco, recorren caminos distintos, y se recogen en una pantalla [Alonso, 1970].

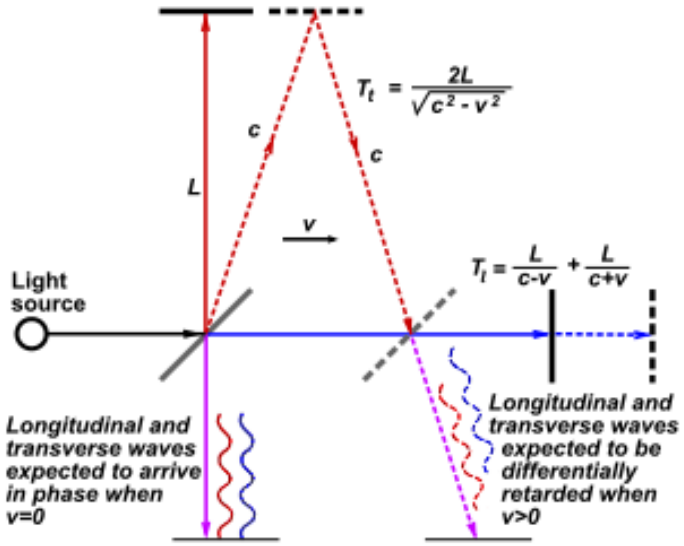


Figura 7. Experimento de Michelson-Morley. (Wikipedia-Stigmatella Aurantiaca).

De existir el éter se deberían registrar movimientos de las franjas, pero los resultados fueron negativos aunque se intercambiaran los brazos del interferómetro y se repitiera el experimento en distintas posiciones de la Tierra en su órbita. La validez de este resultado se confirmó varias veces, lo que supuso un problema aparentemente insoluble para toda la Comunidad Científica.

7. LAS TRANSFORMADAS DE LORENTZ

Para salvar el principio de que las ecuaciones de Maxwell siguieran teniendo validez en todo sistema de referencia inercial, en 1902 Lorentz pretende salvar la existencia del éter suponiendo una contracción de la longitud del brazo l que se mueve paralelamente a la velocidad de la luz,

$$l' = l\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

donde *v* es la velocidad es la velocidad de la Tierra y *c* la de la luz. Con esta corrección el tiempo invertido por la luz en los dos caminos perpendiculares coincide. De alguna manera, el éter reducía la distancia entre los átomos de los cuerpos en su movimiento longitudinal

En 1904 propone unas transformaciones más profundas en las que añade también una transformación del tiempo para los distintos observadores que afecta incluso al principio de simultaneidad temporal:

$$x = x' + vt'$$
$$y = y'$$
$$z = z'$$
$$t = t' + \frac{v}{c^2}\,x'$$

Llevadas éstas transformaciones a cualquier sistema de referencia inercial, ya sí se mantenían las ecuaciones de Maxwell. La existencia del éter estacionario se mantenía [Tipler 1996].

8. LA RELATIVIDAD ESPECIAL DE EINSTEIN

En 1905, Albert Einstein hace tabla rasa de las sucesivas teorías del éter y decide simplemente eliminarlo. Aunque el éter se considera un concepto superfluo, no se niega explícitamente su existencia pero se obvia.

De sus nuevos postulados se deducen las transformadas de Lorentz:

- Las leyes de la física son invariantes en sistemas de referencia inerciales.
- La constancia de la velocidad de la luz se mantiene en cualquier sistema de referencia.

A partir de entonces cambia el panorama de la ciencia. Los conceptos de simultaneidad de sucesos van a depender del sistema de referencia del que se observan los sucesos; el tiempo y el espacio absolutos newtonianos dejan de existir; la medida de la masa y longitud de los cuerpos depende de su velocidad; la duración del tiempo es percibida de forma distinta por observadores según el sistema de referencia; etc.

Debemos destacar que, en este nuevo modelo, las ecuaciones de Lorentz se pueden deducir de los principios enunciados y no de los hechos experimentales. A la manera de los paradigmas de Kuhn, la nueva teoría explica la mecánica de Newton y las ideas de Maxwel como casos simplificados de la nueva realidad.

Las nuevas ideas se implantan definitivamente en Europa cuando desde la Royal Society se observa el eclipse de Mercurio que confirmaba la predicción relativista de la desviación de la luz por masas gravitatorias.



Figura 8. Albert Einstein y Blas Cabrera en Madrid (1923).

9. EINSTEIN Y CABRERA EN ESPAÑA

Blas Cabrera (1878-1945) fue, sin duda, el físico español más internacional de Física Aplicada del primer tercio de siglo XX. Incondicional defensor del éter en sus años jóvenes, ya en fechas tardías (1917) se hace un firme defensor de las Relatividad Restringida que lo niega. De los contactos entre los dos científicos nace una amistad que cristaliza en la visita de Einstein a nuestro país en 1923, en la que ejerce de anfitrión en la Academia de Ciencias Físicas de Madrid, donde se le nombra miembro de honor. Lamentablemente, sólo un núcleo muy reducido de intelectuales podía seguir los encuentros y nuestro país continuó varios años en su cuarentena científica con muy honrosas excepciones.

BIBLIOGRAFÍA

ALONSO, M (1970) *Física Vol I pp136-149.* Fondo Educativo Interamericano.

BERSONN, W. (1974) *Fields of Force: The Development of a World View from Faraday to Einstein* John Wiley & Sons.

FARADAY, M. (1844) *Experimental researches in Electricity.*

GONZÁLEZ DE POSADA, F. (1995) *Blas Cabrera ante Einstein y la Relatividad*. Amigos de la Cultura Científica.

MAXWELL, J.C. (1861) *On Physical Lines of force*. Gallica.

SEARS, F.W. (1966) *Física.* Aguilar. Madrid.

TIPLER, P. (1996) *Física*. Reverté. Barcelona.

GONZÁLEZ REDONDO, F. A. (coord.) (2015) *Ciencia y Técnica entre la Paz y la Guerra. 1714, 1814, 1914*. Madrid, SEHCYT, pp. 1191-1198.

LA DÉCADA PRODIGIOSA DEL ELECTROMAGNETISMO QUE CAMBIÓ EL MUNDO

Mª Paloma Varela Nieto[(1)], Mª Carmen Pérez-Landazábal Expósito[(2)]

(1) Facultad de Educación, Universidad Complutense, Madrid, varelap@edu.ucm.es
(2) CSIC (jubilada), Madrid, carmen.perez@uah.es

Resumen

La electricidad moderna se basa en tres grandes aportaciones: la construcción de una "fuente" de corriente eléctrica continua por el italiano Alessandro Volta (1800), la demostración de los efectos magnéticos de dicha corriente por el danés Christian Oersted (1820) y, por último, la generación de corriente eléctrica a partir de campos magnéticos obtenida por el inglés Michael Faraday (1831).En medio de las dos últimas contribuciones se encuentra el trabajo del francés André-Marie Ampère (1820-1825), una mente sistemática y deductiva que supo fundamentar teórica y matemáticamente todo este conjunto de aportaciones. Realmente se puede considerar el periodo 1820-1830 una auténtica "década prodigiosa" en el avance del conocimiento científico y tecnológico, que cambiaría el mundo al conseguir que la electricidad impulsara fábricas durante el día e iluminara ciudades por la noche.

Palabras Clave: Historia, Ciencia, Tecnología, Electromagnetismo.

A PRODIGIOUS DECADE IN ELECTROMAGNETISM THAT CHANGED THE WORLD

Abstract

Modern electricity is based in three fundamental contributions: Alessandro Volta (Italy, 1800) invention of a continue electric current "source", Christian Oersted (Denmark, 1820) discovery of the magnetic effects of that current, and the generation of electric current from magnetic fields achieved by Michael Faraday (England, 1831). In the midst of two last facts the work of the French André-Marie Ampère (1820-1825) is found: his systematic and deductive mind laid the theoretical and mathematical foundations of all this ensemble of contributions. Indeed the 1820-1830 period can be considered an authentic "prodigious decade" in scientific and technological development of the knowledge. This decade would change the World doing electricity so common that factories work at the day and cities are illuminated at night on account of electricity.

Keywords: History, Science, Technology, Electromagnetism

1. INTRODUCCIÓN

Las primeras observaciones sobre fenómenos eléctricos y magnéticos son varios siglos anteriores al nacimiento de Cristo. No en vano "electricidad" viene del nombre griego del ámbar

(*"elektron"*) porque las primeras atracciones eléctricas se observaron al frotar esta resina vegetal. Del mismo modo, "magnetismo" procede de las maravillosas propiedades de unas extrañas piedras descubiertas en *Magnesia*, en el Asia Menor. Thales de Mileto (aprox. 624-546 a.C.) fue uno de los primeros en asociar fenómenos eléctricos y magnéticos: pensó que si el ámbar era capaz de atraer objetos ligeros al ser frotado era porque se transformaba en magnético por el proceso de frotamiento. Pero Thales fue incapaz de atraer pequeñas limaduras de hierro por frotamiento del ámbar, cosa que sí era posible con una barra de magnetita, sin necesidad de frotarla. Así, electricidad y magnetismo quedaron independientes e incomunicados durante más de 2000 años.

En 1774, la Academia de Baviera ofreció un premio para la mejor disertación sobre la existencia de una analogía real y física entre las fuerzas eléctricas y magnéticas. Así comenzó el debate entre los que mantenían que las similitudes eran completamente superficiales y que ambos tipos de fuerza eran esencialmente diferentes (como van Swinden de Holanda) y los que defendían que ambas fuerzas debían tener su origen en un mismo agente (STEIGLEHNER, 1773 y HUBNER,1780). Numerosos científicos habían realizado experimentos que apuntaban esta última idea (PÉREZ DE LANDAZÁBAL Y VARELA, 2003). Entre otros:

- Benjamin Franklin (1706-1790) magnetizó agujas mediante la descarga de botellas de Leyden.
- Giovanni Battista Beccaria (1716-1781), al descargar transversalmente una botella de Leyden a través del muelle de acero de un reloj, comprobó que sus extremos estaban magnetizados.
- Gian Domenico Romagnosi (1802) observó (y publicó) cómo una brújula se desviaba al tocarla con el borne de una cadena de plata conectada a un terminal de la pila de Volta.
- Benedetto Mojon (1804) consignó que una aguja de acero insertada durante días en el circuito de una pila voltaica terminaba magnetizada.
- Hachette y Desormes (1805) pusieron a flotar en un tanque de agua una aguja magnética y una batería voltaica: observaron que la aguja realizaba una serie de oscilaciones antes de situarse en el meridiano magnético.

Pero todos estos experimentos no resultaban concluyentes. Tampoco los intentos de relacionar teóricamente la electricidad y el magnetismo realizados en 1810 por Johann P. Prechtl, del Instituto Politécnico de Viena, lograron convencer a sus contemporáneos, ya que su razonamiento y sus diagramas resultaban demasiado complejos.

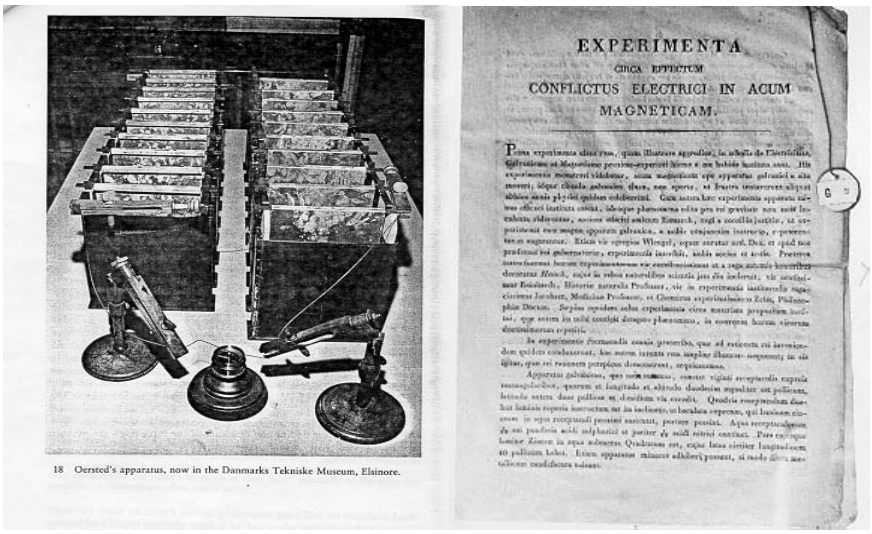
2. HANS CHRISTIAN OERSTED. UN EXPERIMENTO CRUCIAL

El experimento clave para concluir esa relación la proporcionó el científico danés Hans Christian Oersted (1777-1851). Nacido en Rudkøbing, población situada en la isla de Langeland en Dinamarca, e hijo de un farmacéutico, Oersted había recibido una formación un tanto "sui-generis", pero ello no le impidió llegar a ser profesor en la Universidad de Copenhague, investigador y divulgador de la Ciencia.

Como investigador, Oersted era seguidor del filósofo alemán Immanuel Kant (1724-1804) y de la Naturphilosophie, y eso le condujo a desmarcarse de la ideas de Coulomb que, en 1780, aparentemente había demostrado que, a pesar de la similitud de sus leyes de acción, la electricidad y el magnetismo diferían de una forma fundamental en su naturaleza de. Una de esas diferencias era que el magnetismo no se puede conducir como la electricidad (aunque se puede alegar que las placas de un condensador tampoco conducen la electricidad y, sin embargo, la electricidad está presente en ellas). La conversión de una a otra era impensable y, por ello, todos los científicos que aceptaban los resultados de Coulomb no se molestaban en buscar efectos magnéticos en las cargas eléctricas.

Para Oersted, la doctrina kantiana de la Grundkräfte conducía directamente a la hipótesis de la conversión de las fuerzas. Si los polos magnéticos terrestres parecen influir en la existencia de las auroras boreales y la temperatura parece afectar las propiedades magnéticas del hierro, es que hay una conexión entre el magnetismo y los fenómenos luminosos o caloríficos; también parece existir relación entre las fuerzas eléctricas y estos mismos fenómenos. Estaba claro que podía establecerse una conexión entre la electricidad y el magnetismo. Lo que se necesitaba era descubrir las condiciones bajo las cuales podía tener lugar dicha conversión.

En esta línea, durante el mes de abril de 1820, Oersted preparó un experimento para un curso en la Universidad sobre "electricidad, galvanismo y magnetismo", dentro de una sesión que versaba sobre las analogías entre electricidad y magnetismo. Su objetivo era hacer pasar la corriente eléctrica generada por el aparato galvánico que utilizaba normalmente en sus clases, a través de un delgado alambre de platino situado sobre una brújula cubierta por un vidrio [Figura 1]. Sus múltiples ocupaciones le impidieron comprobarlo antes de la clase, pero en el transcurso de la misma se le hizo más patente la probabilidad de éxito y efectuó el experimento ante la audiencia: ¡La aguja magnética sufrió una pequeña perturbación, a pesar de encontrarse dentro de una caja! Pero el efecto fue débil e irregular, y el experimento no causó demasiada impresión en la audiencia.


18 Oersted's apparatus, now in the Danmarks Tekniske Museum, Elsinore.

EXPERIMENTA
CIRCA EFFECTUM
CONFLICTUS ELECTRICI IN ACUM
MAGNETICAM.

Figura 1. Montaje del experimento de Oersted (con su pila galvánica y su brújula) y el opúsculo en latín en el que se comunica el descubrimiento a la comunidad científica. (Número de Informaciones Danesas en el bicentenario de su nacimiento, Gudmandsen, 1977, p. 3)

Oersted no se quedó seguro de que ese efecto fuera el que él había anticipado y, por lo tanto, decidió realizar un estudio más serio. Sus notas manuscritas (publicadas por Kirstine Meyer en 1920) demuestran que durante las tres primeras semanas de julio, y especialmente a lo largo del día 15, analizó el desvío de la aguja en una serie de unos sesenta experimentos que abarcaban todas las posiciones posibles conductor-brújula: conductor paralelo a la brújula en un plano horizontal tanto superior como inferior a la misma, y a diferentes distancias de ella; conductor en diversos ángulos -incluso transversalmente- pero siempre en un plano horizontal a la aguja; conductor que prolonga la dirección de la aguja; conductor situado en el mismo plano de la aguja y paralelo a ella; conductor vertical al plano de la brújula y en diversas posiciones alrededor de ella (especialmente frente a sus polos magnéticos); uso de diferentes materiales conductores; colocación de diferentes materiales entre los conductores y la aguja magnética; etc. Para cada una de las diferentes posiciones señaladas, Oersted comprobó el efecto al invertir el sentido de la corriente. También probó el efecto

de un circuito (“horquilla galvánica”) situado en diferentes posiciones sobre la brújula, así como efectos conjuntos de una corriente y un imán sobre la misma, o si la corriente eléctrica desvía un imán de la posición en que le mantiene otro imán.

Los resultados de su descubrimiento aparecen en un corto artículo, escrito en latín, que envía a las principales revistas científicas europeas. Fechado el 21 de julio de 1820, su *Experimenta circa efectum conflictus electrici in acum magneticam* supuso una revolución en la comunidad científica [Figura 1]. Las conclusiones de este artículo no se limitan a analizar la dependencia de la intensidad de la fuerza de las características de la pila y del conductor o de la distancia conductor-aguja, señalan que no influye la presencia de substancias entre conductor y aguja magnética e, incluso, adelantan que los efectos de la corriente se transmiten al medio que le rodea, aparentemente a través de círculos situados en planos perpendiculares al conductor. Está claro que los experimentos de Oersted encierran un diseño completo y bien fundado: el descubrimiento no es un suceso fortuito.

¿Por qué el mito del “descubrimiento por azar”? Oersted nunca llegó a publicar un informe detallado, con fechas y lugares, de la serie exacta de experimentos que había realizado hasta llegar al establecimiento de la naturaleza circular del efecto del *“conflicto eléctrico”*. Sus esquemas y dibujos no presentan con precisión el diseño de sus experimentos. Por otro lado, el aluvión de publicaciones, tanto experimentales como teóricas, que se produjo en los meses siguientes fue tal que hasta Faraday reconoció la dificultad para situar en orden cronológico la realización de los experimentos. Todo ello ha contribuido a la controversia de la figura de Hans Christian Oersted. Esta ambigüedad llevó a más de uno a publicar como “novedad” lo que era una simple repetición de su trabajo. También hubo intentos “nacionalistas” de “robar” a Oersted la fama del descubrimiento, atribuyéndoselo al alemán Johann Salomo Christoph Schweigger y, sobre todo, a Gian Domenico Romagnosi (a pesar del confusionismo sobre la naturaleza de la interacción, electrostática o magnética, que se produce en el mismo).

Su alumno (y ¡amigo!) Chistopher Hansteen pone la “guinda del pastel” con el comentario que hace en una carta a Michael Faraday de 30 de diciembre de 1857 sobre la perplejidad de Oersted al ver que la aguja sufría una gran oscilación. Este comentario se efectúa 37 años después del experimento y los biógrafos de Oersted han encontrado que la correspondencia entre Hansteen y Oersted indica que el primero no se encontraba en Copenhague cuando se realizó el experimento y recibió la noticia a través de terceras personas [MEYER, 1920; DIBNER, 1962]. Lo que sorprendió a Oersted, como señala en su artículo de la *Edinburgh Encyclopedia*, es la magnitud del efecto ya que esperaba una pequeña desviación. Su hipótesis era que la fuerza magnética se produciría cuando el “conflicto” eléctrico se confinara en un alambre muy, muy estrecho. Esto es erróneo ya que, si disminuye el diámetro del alambre, aumenta la resistencia eléctrica y disminuye la intensidad de corriente, por tanto el campo magnético generado sería mucho menor.

Pero, como afirma el mismo Oersted en 1821 tanto en la revista alemana *Journal für Chemie und Physik* como en la francesa *Journal de Physique*, ya en 1813 había publicado sus hipótesis en su obra *Recherches sur l’identité des forces chimiques et électriques*, dónde señala:

> Siempre he estado tentado de comparar las fuerzas eléctricas y magnéticas. El gran parecido entre las atracciones y repulsiones eléctricas y magnéticas, así como la similitud entre sus leyes conduce necesariamente a realizar esta comparación... La actividad galvánica está a medio camino entre la eléctrica y la magnética. En ella, las fuerzas están más latentes que en electricidad, pero menos que en magnetismo... También podría añadirse a estas analogías que el acero pierde su magnetismo por efecto del calor, al igual que los cuerpos eléctricos pierden conductividad cuando aumenta su temperatura. También, Bruckmann y Coulomb han demostrado que el magnetismo existe en todos los cuerpos. Por eso, siento que las fuerzas

magnéticas son tan generales como las eléctricas. Hay que intentar ver si la electricidad, en su estado más latente, tiene acción sobre los imanes.

El plan de Oersted está claramente establecido: es algo premeditado y no debido al azar.

3. ANDRÉ MARIE AMPÉRE, INTRODUCTOR DE LA ELECTRODINÁMICA

André-Marie Ampère nació en Lyon, Francia, el 20 de enero de 1775 fecha enclavada en el periodo de gran inquietud política y agitación social que precedió a la Revolución Francesa. Su padre, influenciado quizá por Rousseau, no le envió a la escuela; el mismo le enseño latín y otras materias llevándolo con once años a la biblioteca donde comenzó a leer la *Enciclopedia* de Diderot y D'Alambert y a familiarizarse con trabajos de personajes tan ilustres como Euler o Descartes. En 1804 se traslada a París como profesor de matemáticas en la Escuela Politécnica donde comienza a realizar incursiones en otras disciplinas como la filosofía, la psicología y, sobre todo, la química donde realiza aportaciones interesantes. En septiembre de 1808, Ampère es nombrado Inspector General de la Universidad, cargo que ocupará el resto de su vida adquiriendo el derecho de entrar a las sesiones de la Academia de Ciencias.

En 1820 comienza lo que se considera su gran aportación: la electrodinámica. El descubrimiento de Oersted causó sensación y en toda Europa se repetía el experimento para comprobar como la corriente galvánica producida por una pila tipo Volta desviaba una brújula como si fuera un imán. Arago, secretario perpetuo de la Academia de Ciencias, asistió en Ginebra a una demostración del fenómeno, comentando tan sorprendente evidencia en la sesión del lunes 11 de septiembre de 1820, tal como queda reflejado en las Actas de la Academia:

> Séance du 4 septembre 1820. Monsieur Arago a répeté devant l`Académie les expériences de Monsieur Oersted. Les académiciens présents à cette démostration constatent avec stupéfaction que`un fil conducteur relié aux deux pôles d`une pile Volta agit à distance sur la position d`une aiguille aimantée mobile sur son axe. Ce fait expérimental absolument nouveau surprend tout l`auditoire [MARION, 1999, p.157].

Ampère escuchó impresionado el relato y en las dos sesiones siguientes, 18 y 25 de septiembre, presentó sendas memorias en las que ponía de manifiesto la relación entre electricidad y magnetismo, De este modo sentaba los pilares de una nueva teoría, el electromagnetismo, o quizá más concretamente, la electrodinámica, que tanta importancia iba a tener para el desarrollo ulterior de la humanidad. En la biografía de Ampère quedan recogidas con sus propias palabras las ideas principales:

> En el verano de 1820 se supo en París que Oersted había observado en Dinamarca una acción, hasta entonces ignorada, entre un conductor voltaico y un imán. Este hecho me facilitó descubrir varios fenómenos inesperados: 1) Dos conductores voltaicos se atraen o se repelen según las circunstancias que he determinado en numerosas experiencias. 2) Esta acción es tal, que mediante ella puede producirse en uno de los conductores un movimiento que se va acelerando, hasta que los rozamientos equilibran la fuerza aceleradora. Este movimiento uniforme continua siempre a pesar de los rozamientos, persistiendo mientras pasa la corriente.3) He descubierto la acción que ejerce el globo terrestre sobre un conductor voltaico, fenómeno que nadie ha percibido antes que yo lo hiciera. 4) He determinado con una serie de experiencias precisas la fórmula matemática que representa la nueva fuerza, hasta ahora

desconocida en la naturaleza, y a la cual son debidos todos estos fenómenos 5) El camino que me ha conducido a esta fórmula será siempre un modelo al que hay que ajustarse para llegar a tales fórmulas, basadas solamente en la experiencia y sin ninguna suposición..... [LANUY, 1925, p. 210].

Durante el invierno de 1820-1821, Ampère presenta sucesivas memorias donde no solo desarrolla aspectos teóricos sino que trabaja sobre importantes aplicaciones tecnológicas como el electroimán y el telégrafo. Además, avanza la hipótesis de que el comportamiento de los imanes tiene que explicarse admitiendo la existencia de microscópicas corrientes eléctricas en su interior, "corrientes amperianas"; en consecuencia las acciones entre corrientes, entre imanes, o entre corrientes e imanes no son más que distintos aspectos del mismo proceso fundamental: la interacción debida exclusivamente al movimiento de las cargas eléctricas. Las modernas teorías desarrolladas a lo largo del siglo XX han confirmado esta atrevida hipótesis.

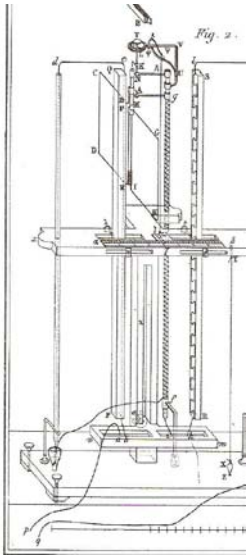


Figura 2. Esquema del montaje para determinar el equilibrio entre las fuerzas (Ampère, 1827, Anexo)

Tras años de infatigable trabajo, aparece publicado su libro, *Théorie mathématique des phénomènes Électrod-Dynamiques uniquement déduite de l'expérience* [AMPÈRE, 1827], obra clásica de la historia de la física que constituye un testimonio de la gran contribución teórica realizada. En él aparecen las memorias presentadas en la Academia de Ciencias desde 1820 hasta 1825 donde, a partir de simples e ingeniosos experimentos, trata de evidenciar que "*el magnetismo es electricidad en movimiento*". Dos experimentos son fundamentales para la deducción de la ecuación que proporciona la acción mutua entre dos elementos voltaicos de corriente, en opinión de Maxwell fórmula cardinal de la electrodinámica. El primero está encaminado a demostrar la igualdad en valor absoluto de la fuerza de atracción y repulsión sobre los lados de un cuadro móvil cuando se invierte el sentido de la corriente en un conductor fijo colocado siempre en la misma posición y a la misma distancia del cuadro y formando con él un ángulo cualquiera. Ampère demuestra que el cuadro móvil queda en equilibrio, es decir en reposo [Figura 2]. La segunda experiencia sirve para comprobar la igualdad entre las repulsiones ejercidas sobre un conductor móvil que forma parte de un cuadro vertical, libre de girar alrededor de su eje, por dos conductores fijos, uno rectilíneo y otro en forma de hélice, situados a la misma distancia del conductor móvil y por los que circula la misma corriente (AMPERE, 1827, p. 188). De nuevo el conductor móvil queda en equilibrio.

A partir de las observaciones experimentales describe las leyes que gobiernan la acción entre corrientes eléctricas deduciendo las correspondientes relaciones matemáticas. En el texto se encuentra todo un conjunto de aplicaciones a casos más complejos llegando a trabajar con elementos rectilíneos y curvilíneos no coplanarios destacando el desarrollo matemático que André-Marie hace de cada una de las situaciones con el correspondiente cálculo integral. Aparece aquí el solenoide, describiendo la acción mutua entre parejas de solenoides para comprobar que se pueden realizar con estos dispositivos las mismas experiencias que con los imanes rectangulares. Posteriormente el libro presenta su visión del magnetismo de la materia a partir de los principios electrodinámicos que ha deducido siempre bajo la hipótesis de que el magnetismo tiene su origen en la electricidad. En consecuencia, el experimento de Oersted puede entenderse como la interacción de la corriente galvánica circulando por el hilo con las corrientes microscópicas existentes en el interior de la brújula que se comporta como un imán permanente.

En síntesis, Ampère dio una formulación sistemática, completa y elegante de la interacción entre corrientes y de la equivalencia de la materia imanada a sistemas de corrientes permanentes. La parte puramente fenomenológica de la aportación de André-Marie fue aceptada, no sin reservas, por sus colegas franceses ya que, admitir su teoría sobre la electrodinámica a nivel molecular implicaba asumir una nueva perspectiva sobre la constitución íntima de la materia; de hecho, Ampère argumentó que su modelo explicaba también otros fenómenos como la combinación o la afinidad química. Estas aportaciones fueron claramente aceptadas años más tarde, fundamentalmente por el alemán Wilhelm Weber (1804-1891) que las utilizó como pilar de su teoría magnética de la materia.

4. UNA MIRADA POR LA INDUCCIÓN ELECTROMAGNÉTICA. FARADAY

Las primeras experiencias que pusieron de manifiesto la posibilidad de producir corrientes inducidas están fechadas en 1831 y fueron posibles gracias a la gran intuición de este científico inglés además de su capacidad como experimentador. Ambos aspectos le permitieron observar que la obtención de la corriente eléctrica por inducción es un proceso dinámico que requiere, bien un cambio en la intensidad de otra corriente o bien un cambio de la posición del imán. La Royal Institution publicó en 1831 el Diario de Faraday donde el 29 de agosto aparece la descripción hecha por el mismo de su descubrimiento más importante:

> Tengamos un anillo de hierro… enrollemos varias espiras separadas por hilo y algodón. Este lado del anillo será A. en el otro lado, pero separados por un intervalo, he enrollado el alambre en dos trozos... este lado lo llamamos B. Cargamos una batería de 10 pares de placas de 4 pulgadas cuadradas. Se enrolló sobre el lado B una espiral y se conectaron sus extremos por un alambre de cobre que pasa a cierta distancia y precisamente sobre una aguja magnética. Entonces conectamos los extremos de una de las piezas del lado A con la batería; inmediatamente se nota un efecto en la aguja… Interrumpiendo la conexión del lado A con la batería, otra vez aparece una perturbación en la aguja (DÍAZ-HELLIN, 2001 p. 73).

Su obra, *Experimental researches in electricity*, (FARADAY, 1922), organizada en tres volúmenes divididos en 3340 párrafos, contiene las investigaciones publicadas desde 1839 a 1855 constituyendo uno de los libros claves de la historia de la Física [Figura 3]. En el texto introduce el concepto fundamental de *líneas de fuerza* para describir el campo magnético que pueden evidenciarse "mediante la acción sobre limaduras de hierro viendo que son tangentes a una aguja magnética". Este concepto fue retomado por James Clerk Maxwell que a finales de siglo presentó las denominadas *ecuaciones de Maxwell* que han permitido describir perfectamente la interacción electromagnética

fundamentada en la idea de que el campo eléctrico y el magnético son magnitudes complementarias que se derivan de la misma propiedad de la materia, la carga eléctrica.

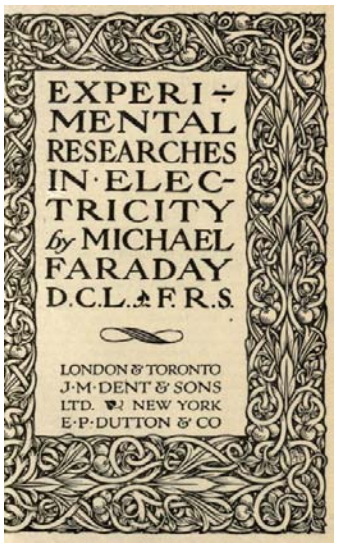


Figura 3. Portada del libro Experimental researches in electricity. (Faraday, 1922)

Las aportaciones citadas constituyen los pilares del moderno electromagnetismo que fue cerrado con la obra de Maxwell (1873), cuya formalización matemática de los fenómenos descritos por sus predecesores supuso una síntesis para la electricidad semejante a la de Isaac Newton para la mecánica.

BIBLIOGRAFÍA

AMPÈRE, A.M. (1827) *Théorie mathématique des phénomènes électro-dinamiques uniquement déduite de l´expérience*. Reeditado por Éditions Jacques Gabay, París, 1990.

DÍAZ-HELLÍN, J.A. (2001) *Faraday. El gran cambio en la Física*. Nivola, Madrid.

DIBNER, B. (1962) *Oersted and the Discovery of Electromagnetism.* Blaisdell Publishing Company, New York.

FARADAY, M. (1922) "*Experimental researches in electricity".* Reeditado por J.M. Dent & Sons Ltd. Londres, 1922.

GUDMANSEN, P. (1977) "En la primera línea de la investigación científica". En *Informaciones Danesas. Hans Christian Ørsted 1777-1977*. Real Ministerio de Relaciones Exteriores, Copenhague, 2-5.

LANUY, L (1925) *Le Grand Ampère d´après des documents inédits*. Academique Perin, Paris.

MARION, P. (1999) *Le genial bonhomme Ampère. Le roman de sa vie.* Editions Mémoire des arts, France.

MEYER, K. (1920) "The Scientific Live and Works of H.C. Oersted". En *H.C. Oersted Naturvidenskabelige Skrifter (H.C. Oersted Scientific Papers),* Vol. I, Andr. Fred. Høst & Søn, Copenhagen.

OERSTED, H.C. (1813) *Recherches sur l'identité des forces chimiques et électriques.* Editado por Marcel de Serres, Capítulo VIII, Paris.

PÉREZ DE LANDAZÁBAL, Mª C. Y VARELA, Mª P. (2003) *Los orígenes del electromagnetismo. Oersted y Ampère*. Nivola, Madrid.

GONZÁLEZ REDONDO, F. A. (coord.) (2015) *Ciencia y Técnica entre la Paz y la Guerra. 1714, 1814, 1914*. Madrid, SEHCYT, pp. 1199-1206.

UN PASEO EN COPENHAGUE. BOHR Y HEISENBERG EN LA OBRA DE TEATRO DE MICHEAL FRAYN

Karim J. Gherab Martín[(1)]

(1) Universidad CEU San Pablo, Madrid, España, karim.gherabmartin@ceu.es

Resumen

Copenhague trata sobre las relaciones de la ciencia con el poder, sobre el patriotismo, sobre la amistad y el deber, sobre la responsabilidad de los científicos en relación a sus descubrimientos e inventos, … y, sobre todo, la complejidad de las intenciones humanas, que, en ocasiones, parecen estar en complejas superposiciones cuánticas, eternamente a la espera de colapsar. El presente artículo defiende que el autor de la obra, Michael Frayn, tiene tres objetivos: divulgar la física cuántica, mostrar el impacto social y político de la ciencia, y finalmente hacer una reflexión filosófica acerca de las intenciones humanas frente a las actitudes que toman en función de las vicisitudes de la vida. La conversación entre Bohr y Heisenberg en Copenhague en 1941 es un ejemplo paradigmático.

Palabras Clave: Teatro, Física cuántica, Espacios de Hilbert, Bohr, Heisenberg, Copenhague, Bomba atómica.

A WALK IN COPENHAGEN. BOHR AND HEISENBERG IN THE PLAY OF MICHEAL FRAYN

Abstract

Copenhagen is about the relationship between science and power, about patriotism, about friendship and duty, about the responsibility of scientists about their discoveries and inventions... and above all, the complexity of human intentions, that sometimes seem complex quantum superpositions, eternally waiting to collapse. This article argues that the author of the play, Michael Frayn, has three objectives: to disseminate quantum physics, to show the social and political impact of science, and finally to share a philosophical reflection on human intentions vis-à-vis of their attitudes depending on the vicissitudes of life. The conversation between Bohr and Heisenberg in Copenhagen in 1941 is a paradigmatic example.

Keywords: Theatre, Quantum Physics, Hilbert Spaces, Bohr, Heisenberg, Copenhagen, Atomic Bomb.

1. INTRODUCCIÓN

El teatro y la ciencia parecen, a primera vista, dos ámbitos completamente diferentes y alejados; pero si se echa la vista atrás, a los anales de la Historia, se descubren algunos lazos. El

primero de ellos es el lugar de nacimiento de ambas áreas: la antigua Grecia. El máximo esplendor del teatro se sitúa en la Grecia del siglo V, de la mano de dramaturgos como con Esquilo (525-456), cuyos dramas se enlazan por los asuntos con la poesía homérica; Sófocles (496-406) que le dio mayor esplendor y Eurípides (480-406) que inició la decadencia de la época. Atenas se convirtió en la ciudad-teatro, como apunta Gaehde [1926]. Paradójicamente, la historia clásica de la ciencia también comienza en Grecia. El filósofo Aristóteles fue quien trazó el esquema general de las ciencias en ese periodo e inauguró un periodo en la historia de la ciencia que llegó hasta el siglo XVII.

Otro lazo que les une es su compromiso con la sociedad: el teatro ha sido, casi siempre, fiel reflejo de cada época. Obras como, por ejemplo, *Historia de una escalera*, de Antonio Buero Vallejo (1949), donde se introduce la denuncia social de una forma indirecta para burlar la censura del momento en España. Por su parte, la ciencia siempre ha supuesto un avance importante para la Humanidad: desde la creación de vacunas, avances tecnológicos o innumerables descubrimientos que han hecho que hoy en día vivamos en la era de las nuevas tecnologías y que nuestras necesidades se hayan modificado de manera exponencial. Todo esto ha supuesto un adelanto grande, viviendo así un periodo de vértigo donde los descubrimientos y progresos se acortan en el tiempo.

Por otra parte, como se comentaba antes, el teatro sirve como escaparate del periodo vivido por el hombre. Además, cumple otra misión: la pedagógica. El teatro "muestra la labor luminosa y soterrada del hombre de ciencia, así como contradicciones surgidas en el intercambio entre ciencia y sociedad", tal y como apunta Mejías [2012].

La ciencia ha sido y sigue siendo, aunque de manera infrecuente, un tema interpretado en el teatro. De hecho, esta tipología teatral -teatro científico– tiene sus orígenes en la década de 1940. Las obras más destacadas son: *Vida de Galileo* (1939) de Brecht, *Los físicos* (1962) de Fiedrich Dürrenmatt; *El caso Oppenheimer* (1964) de Heinar Kipphardt, *Arcadia* (1993) de Tom Stoppard, y *Copenhague* de Michael Frayn que se estrenó en 1998.

Esta última, *Copenhague*, estrenada en 1998 en el Royal National Theatre, reviste, según afirma Pablo Barrios [2001, p. 77], "una especial significación para definir y comprender este universo posmoderno del fin de las grandes certidumbres que vivimos y frente al que sólo cabe una actitud de perplejidad y de tanteo". Este nuevo universo de incertidumbres ha influido notablemente en la percepción social de la ciencia y la tecnología, en especial a partir de la década de 1960.

Esta obra ha viajado por todo el mundo. Bajo la dirección de Michael Blakemore, tuvo lugar en 1998 en el Cottesloe Theatre londinense a cargo del Royal National Theatre, permaneciendo dos años en cartel; Broadway, en 2000; Madrid, Centro Cultural de la Villa, en 2003; y más recientemente en el Teatro Nacional de Cataluña, Barcelona, en 2011. Ha recibido varios premios: Critic's Circle Theatre Awards (1998); London Evening Standard Award (1998); New York Drama Critics' Circle Award (2000); y Tony Award for Best Play (2000) en Broadway.

2. LA TRAMA

Septiembre de 1941, el físico alemán Werner Heisenberg viaja a Copenhague, en plena Segunda Guerra Mundial, para visitar a su viejo maestro y amigo, el danés Niels Bohr, también físico. Durante un paseo, Heisenberg le cuenta que en Alemania se ha iniciado una proyecto para obtener bombas mediante fisión nuclear, lo que provoca un dramático malentendido entre ambos.

El encuentro fue real, pero la conversación entre ambos físicos sigue siendo un enigma. Micheal Frayn intentó llenar este vacío con la obra de teatro *Copenhague*. Un relato de ficción que, sin embargo, recoge fielmente la esencia de los personajes: Heisenberg, Bohr y Margrethe (esposa de Bohr). Frayn escribe [1998, p. 95]: "la historia es real. Heisenberg fue a Copenhague en 1941 y se

celebró una reunión con Bohr pese a todas las dificultades con que se encontraron mis personajes. Casi con certeza fue a cenar a casa de Bohr y ambos casi seguramente fueron a dar un paseo para escapar de cualquier posible micrófono".

En escena, los tres personajes ya muertos, en un limbo; hablan y divagan sobre lo que se dijo y lo que no en ese encuentro cargado de incógnitas. Dos científicos que hablan en una jerga técnica, a veces, incomprensible para el espectador. El personaje de Margrethe sirve de puente entre el espectador y el lenguaje apasionado pero a menudo altamente críptico de los dos científicos: les obliga a tocar con los pies en el suelo y a expresarse en unos términos más llanos, cosa que a la vez los fuerza a salir de su coraza científica y airear su condición de seres humanos, con sus dudas, contradicciones, problemas de conciencia y necesidades de auto-justificación moral [SELLENT, 2011, p. 4].

Con el tiempo, Heisenberg contó que la conversación se había interrumpido abruptamente, que Bohr se había enfadado al escuchar las primeras frases que salieron de su boca, probablemente relacionadas con la eventual construcción de la bomba de fisión nuclear en Alemania. Este punto ha sido confirmado tanto por la mujer de Heisenberg como por Margrethe, así como por los amigos de ambos. A pesar de su vieja y profunda amistad, su relación a partir de entonces fue inexistente, hasta que unos años más tarde, en 1947, Heisenberg volvió a Dinamarca. Ahí, en Tisvilde, donde Bohr tenía una casa de campo, trataron de retomar el frustrado diálogo, pero consiguieron poquísimo, ni siquiera recordaban después dónde había tenido lugar la conversación [POWERS, 2001, p. 1]. Conviene destacar que, a pesar de la inexistente relación entre 1941 y 1947, Heisenberg ayudó secretamente a Bohr [CAMBRA BADII, 2009, pp. 12-13] cuando la Alemania nazi invadió Dinamarca en 1943: Bohr, con algunos antepasados judíos, huyó primero a Suecia y luego a los Estados Unidos, tal y como hicieron otros muchos científicos judíos. En su exilio norteamericano, Bohr participó en el diseño y construcción de la primera bomba atómica, colaborando con los Aliados en el laboratorio de Los Álamos.

La tesis del presente trabajo es que la obra se compone principalmente de tres objetivos: el primer es su carácter divulgativo o educativo al intentar transmitir al lector en qué consiste y cómo nació y se desarrolló la física cuántica; el segundo es la aproximación axiológica que pone de relieve el enorme impacto de la ciencia en la sociedad; y el tercero es una reflexión sobre el papel que juegan los pensamientos o las intenciones en la dinámica de la vida humana, como estados mentales incognoscibles si no es a través de las acciones observables de sus poseedores, ya sea por el lenguaje o por otras respuestas físicas.

3. EL CARÁCTER DIVULGATIVO DE LA OBRA

Frayn juega constantemente con la ambigüedad, la indeterminación, el misterio. Acierta Volpi [2001, p. 58] al afirmar que la palabra que mejor define el carácter de este episodio histórico en la Europa de los años cuarenta es "incertidumbre", un término que ha quedado ligado al nombre de Heisenberg para la eternidad. La obra de teatro tiene una componente claramente divulgativa, pues hace un repaso de los gloriosos años 20, una década recordada por los brillantes descubrimientos en física teórica, brillantemente formalizados sobre la base de desarrollos matemáticos aparentemente de poca utilidad práctica: los espacios de Hilbert. Estos espacios, constructos teóricos de alta abstracción y difícil visualización, pusieron las bases de la aplicación práctica que llevaría a la fisión nuclear: en la vertiente pacífica, a la construcción de los reactores de energía nuclear; y, en la bélica, a la bomba atómica.

Frayn se documentó a fondo durante mucho tiempo para intentar reconstruir lo más fehacientemente posible el encuentro de este trío: Heisenberg era rápido mentalmente; Bohr, por el

contrario, muy cuidadoso y prudente cuando tomaba las ideas de la física y las traducía a un idioma sencillo que cualquiera pudiera comprender. Margrethe, que no tenía mentalidad ni formación matemática, podía entender los argumentos de Bohr pues éste discutía constantemente su trabajo con ella, presumiblemente evitando el lenguaje técnico. Margrethe mecanografiaba todos los borradores que le iba dictando Bohr, y es por ello que se fue familiarizando con muchos de los conceptos de la física tratados por su marido. Margrethe era práctica y escéptica: no regalaba su confianza con facilidad. Y por Heisenberg en particular, sentía reservas, aunque nunca señaló los motivos.

Los diálogos son en ocasiones difíciles de seguir para alguien ajeno a la física, si bien las constantes intervenciones de Margrethe ayudan a relajar el ambiente y a descifrar los intercambios de opiniones y acusaciones entre Heisenberg y Bohr, ya sea en relación a la fabricación de la bomba atómica o a disquisiciones en torno a la interpretación de los fenómenos cuánticos que ambos ayudaron a desentrañar. Así, Frayn se adentra en repetidas ocasiones en cuestiones filosóficas vinculadas a la física cuántica: opone el *instrumentalismo* de Heisenberg a la *complementariedad* de Bohr. Para el alemán, la obtención de las ecuaciones matemáticas es un activo suficiente para dar cuenta de la realidad; en otras palabras, la obtención del esqueleto matemático de la mecánica cuántica agota la explicación del mundo externo. Para el danés, en cambio, es necesario encontrar una imagen, esto es una explicación filosófica, que ayude a dar sentido a las ecuaciones matemáticas. En opinión de Bohr, el esqueleto matemático es insuficiente para dar cuenta de la realidad, carece de significado por sí solo. Con el tiempo, Heisenberg relajaría su postura y se acercaría más a la posición defendida por su maestro.

En un intento de aproximar la historia de la física cuántica a los espectadores, la obra hace un repaso superficial de cómo se fueron desarrollando las investigaciones cuánticas y quienes fueron las figuras que protagonizaron tales avances. En este paseo imaginario por los alrededores de la casa de Bohr en Tisvilde, maestro y discípulo nombran a muchos de los físicos que visitaron Copenhague y que colaboraron en poner en pie las herramientas matemáticas y los conceptos físicos que forman la base de la teoría cuántica. El texto cita a casi toda la flor y nata de la física cuántica de principios del siglo XX: Einstein, De Broglie, Planck, Born, Jordan, Pauli, Kramers, Schrödinger, Joliot, Landau, Gamow, Fermi, Goudsmit, Uhlenbeck, entre otros. Además, Frayn intenta explicar, por medio de sus personajes, el significado de la mecánica de matrices elaborada por Heisenberg y de la ecuación de Schrödinger que describe la evolución coherente del paquete de ondas cuántico. Deja claro que mientras la mecánica de matrices ofrece una imagen filosófica de corte positivista, la ecuación determinista y ondulatoria de Schrödinger permite una interpretación realista del microcosmos. Y lo que es más interesante aún: Frayn transmite a los espectadores una característica frecuentemente olvidada, a saber, que la ciencia es una actividad comunitaria y colaborativa, pero que, tal y como sucede con otras esferas sociales, no está libre de rivalidades, egoísmos, envidias y hasta estrategias de persuasión que pueden alcanzar la descalificación de una teoría rival. Así, en la conversación entre Bohr y Heisenberg sale a relucir, por ejemplo, la polémica generada entre Heisenberg y Schrödinger al menospreciarse entre sí: ambos tildaron la teoría del otro como “repulsiva”.

En relación a la caracterización de los personajes, es evidente que Frayn se ha documentado a fondo, y la obra refleja en buena medida los talantes de los individuos reales. Así, en un ejercicio de realismo extremo, Frayn se aleja de la típica figura del científico solitario y obsesivo, carente de emociones y de valores morales. Por el contrario, presenta a dos físicos tan humanos como el resto de los mortales, dos seres que han padecido tragedias en el pasado y que han sufrido desgracias a la par que han gozado de algunos de los placeres de la vida. Frayn traza una analogía entre las contingencias de la vida y las de la ciencia, así como entre la estabilidad de las leyes de la naturaleza y de los lazos de amistad.

Frayn también destaca los aspectos colaborativo e internacional de la ciencia, pero tampoco esconde, como se ha dicho arriba, el carácter competitivo del mismo: el primero que hace un descubrimiento se lleva la gloria. La competencia se da en la actividad científica, y, en mayor medida, en la carrera armamentística, como veremos más adelante que sucedió entre la Alemania nazi y los EEUU.

4. LA APROXIMACIÓN AXIOLÓGICA DE LA OBRA

Los diálogos que introduce Frayn entre los dos protagonistas principales son frenéticos. Trata la relación de la ciencia con la filosofía y también con el poder, en particular la fabricación de armamento, y pone de relieve dos aspectos íntimamente ligados y preeminentes en toda la obra: el patriotismo y la traición. El diálogo imaginario que construye el dramaturgo refleja la necesidad de que los investigadores reflexionen acerca de los dilemas éticos que implican sus investigaciones [CARRILLO TRUEBA, 2001, p. 26], un aspecto que se antoja fundamental en la actual sociedad tecnocientífica.

Frayn expone la cuestión del grado de responsabilidad que deben asumir los científicos respecto a las consecuencias que se derivan de sus descubrimientos e inventos. Además, introduce en repetidas ocasiones los motivos que empujan a los científicos a investigar con un entusiasmo que, en ocasiones, puede rallar con la obsesión. Tal vez por vanidad, por un ansia de reconocimiento social, por connivencia con ambiciones políticas o económicas, por dinero, por pura curiosidad científica, por alcanzar la gloria, por patriotismo...

Si todas estas preguntas tienen siempre sentido, mucho más lo tienen cuando el resultado de estas investigaciones puede conducir (como de hecho sucedió) a la muerte de cientos de miles de personas en Hiroshima y Nagasaki. Y como bien ha señalado Rafecas [2011, pp. 9-10] "más allá de los planteamientos racionales que se puede hacer el científico, aún están los aspectos emocionales: los miedos, los orgullos propios o nacionales, las presiones del poder, las relaciones interpersonales".

Heisenberg intenta convencer a Bohr que aceptó dirigir el proyecto de construcción de la bomba de fisión con el fin de frenar premeditadamente su consecución. El razonamiento de Heisenberg es que estando al mando de la iniciativa podría evitar el fatal descubrimiento de cómo convertir toneladas de Uranio natural a Uranio fisible, con la esperanza puesta en que los científicos homólogos norteamericanos actuarían del mismo modo. Sin embargo, en paralelo a este discurso, Heisenberg intenta justificar que matar al enemigo y actuar en defensa de la patria no es inmoral, y que, por encima de todo, él no es un traidor al país que le vio nacer. Naturalmente, ambos discursos son incompatibles, y es probable que Frayn, como veremos en la siguiente sección, juegue con esta contradicción en analogía a lo que sucede con los fenómenos cuánticos: una superposición de estados. En el lenguaje de la *filosofía de la complementariedad* propuesta por Bohr, esto se traduciría en la complementariedad de los opuestos. Basta con recordar que la filosofía de la complementariedad tiene su origen en la filosofía de otro ilustre danés, Soren Kierkegaard, basada en la "dialéctica cualitativa". A este respecto escribía el filósofo danés Harald Hoffding en su obra *Kierkegaard als philosoph* (1892) lo siguiente:

> Kierkegaard llegó a considerar cada vez más como criterio de la sublimidad y valor de una concepción de la vida la capacidad de admitir en su seno grandes contrastes y de tolerar el sufrimiento que esto conlleva. [HOLTON, 1982, p. 153]

Tampoco debemos olvidar el escudo de armas que Bohr eligió cuando fue condecorado con la Orden Danesa del Elefante en 1947. El diseño presentaba la idea de complementariedad: sobre la insignia central la leyenda rezaba el lema "contraria sunt complementa", y en el centro Bohr colocó el símbolo del Yin y el Yang [HOLTON, 1982, p. 125].

Como se ha dicho, la obra discurre en un tiempo en el que los personajes están ya muertos, pero recuerdan su encuentro como si estuvieran vivos. El pasado se funde con el presente y genera una tensión entre el mundo de los vivos y el mundo de los muertos [SALAZAR, 2006, p. 63] similar a la tensión que subyace al principio de incertidumbre de Heisenberg, ecuación que pone límite a la localización espacial de una partícula subatómica. La realidad de los personajes de Frayn es no-local, están aquí y allí, perdidos en el espacio-tiempo. Dice Heisenberg al comienzo de la obra [FRAYN, 1998, p. 4]:

> Ahora estamos todos muertos y enterrados, y sólo hay dos temas que el mundo recuerda sobre mí. Uno es mi teoría sobre el principio de incertidumbre y el otro es mi misteriosa visita a Niels Bohr en Copenhague en 1941.

La cuestión de la responsabilidad de los científicos sobre las consecuencias de los descubrimientos que realizan ha sido un asunto capital a lo largo del siglo XX, en especial a partir de la Segunda Guerra Mundial. La utilización de armas químicas durante la Primera Guerra Mundial, el lanzamiento de las bombas atómicas sobre Japón, el lanzamiento del Sputnik, la conquista de la Luna y la escalada armamentística nuclear entre la URSS y los EEUU durante la Guerra Fría son sólo unas pequeñas muestras del enorme poder que demostró tener la ciencia durante el siglo pasado.

Y al creciente poder de la ciencia se opuso un movimiento social anti-científico y anti-tecnológico. La reacción social al desarrollo científico-tecnológico surgió principalmente en los EEUU, en los años 60 y 70: Bertrand Russell y Albert Einstein publican su famoso *Manifiesto*, en el que piden a los científicos una mayor implicación política; hubo protestas contra la Guerra de Vietnam y la utilización de Napalm; hubo resistencia a la proliferación de reactores de energía nuclear (accidente de Windscale en el Reino Unido); Rachel Carson publicó el libro "Silent Spring", que denunciaba el negativo impacto ecológico del DDT; nació el movimiento anti-sistema que abogaba por el uso de tecnologías alternativas, menos agresivas con el medio ambiente; etc. La reacción social condujo a una reacción administrativa por parte del gobierno de los EEUU, que, consciente de la preocupación social, creó innumerables agencias gubernamentales: de vigilancia nuclear, de impacto medioambiental, de riesgos laborales, etc. Y finalmente, como consecuencia de la reacción administrativa, nacieron los estudios de Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) como reacción académica, sobre todo en Europa.

4. CONCLUSIÓN: EL CARÁCTER FILOSÓFICO DE LA OBRA

La pregunta del millón en relación a este famoso y misterioso encuentro es: "¿Qué se dijeron Bohr y Heisenberg en 1941 en relación a la bomba atómica?". Frayn ensaya varias posibilidades. Sin embargo, el eje de la historia es la *intención* con la que Heisenberg viajó a Copenhague. Frayn deja claro en el *postcript* [p. 100] de la obra que tal vez el término "incertidumbre" no termina de captar la esencia del descubrimiento de Heisenberg ni el desarrollo de la conversación entre éste y Bohr. Propone el término "indeterminación" para referirse a ambos. Por un lado, la indeterminación (del alemán *Unbestimmtheit*) refleja un hecho objetivo en la imposible indeterminación simultánea y exacta de la posición y la velocidad de una partícula subatómica. Es decir, va más allá de una cuestión subjetiva de carencia de información, que es lo que refleja la palabra "incertidumbre". La

incertidumbre implica que la partícula tiene una posición y una velocidad determinada que el observador desconoce; en cambio, la indeterminación proyecta esta imposibilidad al *noúmeno*, por utilizar terminología kantiana. Por otro lado, la indeterminación subyace a los pensamientos y las intenciones de los individuos, que son privados y por tanto vedados al conocimiento contemplados desde la perspectiva de la tercera persona del singular. Los pensamientos e intenciones sólo adquieren significado de dos maneras: vividos en primera persona o hechos públicos por medio del lenguaje y/o las acciones.

Heisenberg mismo parece confuso en relación a las intenciones que tuvo al aceptar dirigir uno de los grupos alemanes que se formaron en pos de la fabricación de la primera bomba de fisión. Parece existir una oposición entre lo que defiende y lo que piensa realmente, una tensión entre diferentes estados de intención a partir de los cuales aceptó el reto científico-militar de crear la bomba. Insiste en afirmar que participó en el proyecto alemán porque era la forma de poder frenar o evitar la construcción de la bomba; pero también desea dejar claro que no hay nada de malo en ser un patriota y ponerse al servicio de su nación. Naturalmente, Heisenberg teme que la opinión pública alemana le vea como un traidor que, pudiendo crear la bomba y hacer la ganar la guerra a Alemania, prefirió ponerse al servicio del enemigo, en este caso más por omisión que por acción. Lo irónico en esta historia es que Heisenberg fue considerado como el científico "malo" y Bohr como el "bueno", cuando resulta que las dos únicas bombas atómicas lanzadas sobre población civil fueron las norteamericanas, a las que Bohr ayudó a diseñar.

La intención de Heisenberg no queda respondida en la obra de Frayn, pero éste presenta un relato en el que múltiples posibilidades flotan en el aire, a modo de superposición, o tal vez a modo de muchos universos reales, cada uno de los cuales recoge una historia diferente. Al fin y al cabo, los filósofos de la física han propuesto multitud de interpretaciones posibles, todas ellas compatibles con los hechos empíricos.

BIBLIOGRAFÍA

BARRIOS, P. (2001) "Espiritualismo y azar". *Claves de la Razón Práctica*. Edit. Progresa, núm. 95.

CAMBRA BADII, I. (2009) "La implicación del sujeto en la ciencia. Responsabilidad social subjetiva en *Copenhague"*. Argentina, *AESTHETHIKA, Revista Internacional sobre Subjetividad, Política y Arte*, Vol. 5, septiembre 2009.

CARRILLO TRUEBA, C. (2001) "Copenhague. Fragmentos". Sección En el tintero. México, *Revista Ciencias,* núm. 63, julio-septiembre 2001.

CHIMAL, C. (2000) "Copenhague, la leyenda". *Revista Letras Libres*. México. Núm. 22, octubre 2000.

FRAYN, M. (1998) *Copenhagen*. Methuen Drama.

GAEHDE, C. (1926) *El teatro. Desde la Antigüedad hasta el presente*. Barcelona, Ed. Labor.

HOLTON, G. (1982) *Ensayos sobre el pensamiento científico en la época de Einstein*. Alianza, Madrid.

MEJÍAS, P. (2012) "Ciencia y Teatro". Madrid, *Revista Española de Física*. Volumen 26(1), enero-marzo 2012.

POWERS, T. (2000) "Un pregunta sin respuesta. Copenhague, de Michael Frayn". *The New York Review of Books*, mayo 2000.

RAFECAS, L. (2011) "Ciencia y vida humana". *Revista Mètode*. Valencia, Edit. Universidad de València, núm. 71.

SALAZAR, R. (2006) "El imperio de las luces. Copenhague o la incertidumbre". Revista Escena.

SELLENT, J. (2011) *Copenhaguen*. TNC.

VOLPI, J. (2001). “Encuentro en Copenhague”. *Revista Letras Libres*. México. Núm. 27, marzo 2001.

GONZÁLEZ REDONDO, F. A. (coord.) (2015) *Ciencia y Técnica entre la Paz y la Guerra. 1714, 1814, 1914*. Madrid, SEHCYT, pp. 1207-1214.

LA CIENCIA EN VERSIÓN ORIGINAL: EL ARCHIVO DEL FÍSICO TEÓRICO RAMÓN ORTIZ FORNAGUERA (1916-1974)

Gonzalo Gimeno Valentín-Gamazo[(1)], Pablo Soler Ferrán[(2)], Mercedes Xipell Gómez del Moral[(3)]

(1) Centre d'Història de la Ciència (CEHIC), UAB, Barcelona, ggimenovg@gmail.com
(2) Investigador independiente, Madrid, ferranpablo@gmail.com
(3) CEHIC, UAB, Barcelona, mxipellg@gmail.com

Resumen

En este trabajo se describe sucintamente el archivo del físico teórico Ramón Ortiz Fornaguera (1916-1974) y se muestran algunas vicisitudes de su vida científica, a partir de documentos y cartas de dicho archivo. Se transcriben algunas cartas como muestra significativa que ejemplifica determinadas caracterizaciones de la física española durante la dictadura franquista, en concreto sobre la Universidad española de la época.

Palabras Clave: Archivos científicos, Historia de la Física, Física en España, Biografías científicas: Ortiz Fornaguera.

SCIENCE IN ORIGINAL VERSION: THE ARCHIVE OF THE THEORETICAL PHYSICIST RAMÓN ORTIZ FORNAGUERA (1916-1974)

Abstract

This paper briefly describes the digital archive of the Spanish theoretical physicist Ramon Ortiz Fornaguera (1916-1974) and some vicissitudes of his scientific life are presented based on documents and letters from the file. Some significant letters are transcribed, exemplifying certain characteristics of Spanish Physical science during the Franco's dictatorship, specifically about the University of that time.

Keywords: Scientific archives, History of Physics, Physics in Spain, Scientific biographies: Ortiz Fornaguera.

1. INTRODUCCIÓN

Si bien la historia reciente de la física española comienza a tener interesantes puntos de referencia historiográficos [HERRAN Y ROQUÉ, 2012], el mapa de su evolución, sus contenidos, sus relaciones con la sociedad o con las otras ciencias, dista aún de ser completo.

En esta comunicación se presenta el archivo del físico teórico y matemático español Ramón Ortiz Fornaguera, cuyos documentos digitalizados se encuentran en el *Dipòsit Digital de Documents* de la Universidad Autónoma de Barcelona, (UAB) [GIMENO *et. al.*, 2013]. Para el acceso a dichos fondos se cuenta con el servicio ofrecido por el *Servei d'Axius de Ciència* (SAC) bajo el auspicio de la UAB, la *Generaltitat de Catalunya* y el *Institut d'Estudis Catalans*.

Sin la pretensión de que el archivo que presentamos venga a llenar, siquiera parcialmente, el vacío todavía existente, estimamos de gran valor este material como parte del patrimonio científico en el que hay que contemplar el patrimonio documental de la ciencia y en concreto el asociado a las carreras científicas de sus protagonistas. Consideramos que este archivo se enmarca perfectamente entre los objetivos del SAC, como son la conservación, estudio y difusión del patrimonio documental de la ciencia [ROQUÉ, 2002]. Así, constituye un patrimonio relevante de fuentes primarias para facilitar a los investigadores el análisis histórico sobre la física teórica y nuclear en la España de la dictadura franquista, aspectos sobre el proceso de creación científica, la situación de la universidad en dicho periodo y la complejidad de las relaciones personales e institucionales de la comunidad científica.

El principal contenido del archivo se debe a la donación de la familia de Ramón Ortiz. Parte del interés que le atribuimos radica en los contactos de Ortiz con personajes de la vida política, científica y académica, tanto locales como internacionales, que encuentran lugar en su correspondencia. Además, este interés es extensible a su propia trayectoria científica [SOLER, 2014], con su vocación teórica en física matemática (en un momento en que esta disciplina era un erial en España) y sus aportaciones en el cálculo de reactores nucleares y métodos numéricos asociados, aspectos todos ellos que se pueden seguir en los diversos fondos documentales del archivo.

2. LA TRAYECTORIA CIENTÍFICA DE ORTIZ A TRAVÉS DE SU ARCHIVO PERSONAL

Ortiz Fornaguera pertenece al grupo de físicos jóvenes que, tras la guerra civil española se incorporaron, o trataron de hacerlo, a la vida científica y académica de un país en reconstrucción.

En torno a dicho grupo cabe preguntarse varias cuestiones: ¿En qué consistió la vida científica de los físicos de ese período de posguerra? ¿A qué o quién servían en su papel de científicos? ¿Qué intereses se tramaban a su alrededor? ¿Cuáles eran los suyos propios y en qué manera encajaban en el panorama general de la física española e internacional?

Las posibles respuestas, que tienen multitud de ramificaciones, encuentran en el archivo Ortiz, debido a las circunstancias de este físico, la oportunidad de ser estudiadas desde una perspectiva especialmente interesante. Por un lado se trata de un científico que no figura en las listas de los que ostentaron abundancia de cargos públicos. Ello hace que se le considere una figura “menor” de la física española, pero al mismo tiempo ofrece la oportunidad de analizar su obra y testimonio sin el apasionamiento habitual que tiende al engrandecimiento sistemático de los grandes nombres de la vida científica.

Por otro lado su origen humilde, que le señalaba como persona independiente, o incluso extraña, a la vida política y académica, en un sistema en que las relaciones entre grupos de poder permitían limitadas injerencias de personajes ajenos a los mismos, pensamos le facilitó mantener una mirada crítica sobre ciertos aspectos del mundo científico de su entorno que no sería fácil encontrar en personalidades más comprometidas política o socialmente.

Como hemos indicado, Ortiz forma parte del grupo de físicos que, tras la guerra, mostraron interés por las nuevas tendencias de la ciencia del momento. El de Ortiz por la mecánica cuántica y por la relatividad es patente en sus escritos. Pero además Ortiz, en su calidad de matemático resulta novedoso por la utilización que hace del aparato matemático en la formulación de la teoría.

El archivo permite seguir su trayectoria desde el inicio de su actividad científica, siendo especialmente significativo en el período que va desde 1946 hasta 1956. Esos años fueron los más intensos en su producción textual. Asimismo comprende la etapa en que estableció sus relaciones internacionales a través del vínculo que mantuvo con Esteban Terradas (1883-1950) y José María Otero Navascués (1907-1983). La incorporación de Ortiz en 1949 a la JEN (Junta de Energía Nuclear), de la mano de Otero, marcó un nuevo hito en su actividad científica, aunque es posible que

ese vínculo redundara, a medio plazo, en causa de frustración de una de sus aspiraciones académicas: la de dedicarse a la docencia e investigación en Física-Matemática. También forman parte de la documentación disponible sus escritos desde Göttingen, donde trabajó con Werner Heisenberg (1901-1976) y desde donde preparó la asistencia de la representación española en el primer congreso internacional de física atómica, en 1954.

De su preparación y vocación teóricas dejan constancia sus publicaciones de esos años (recopiladas igualmente en el archivo). Especial interés tienen unas lecciones de introducción a la mecánica cuántica y la traducción al castellano del libro de John von Neumann (1903-1957*) Fundamentos matemáticos de la mecánica cuántica*. Y remarcamos este interés por las circunstancias que rodearon dichas publicaciones, que están recogidas en la correspondencia que al respecto ofrece el archivo, y que permiten aproximarse a la intrahistoria de la actividad científica [BAIG *et. al*, 2012 a, b].

También quedan reflejadas en la correspondencia de esa época sus relaciones con el equipo de físicos jóvenes de la JEN que participaron en el programa de formación y que les llevó a diversos destinos de Europa y Estados Unidos.

De su interés por vincular su carrera a la Universidad y los entresijos en que se movía el cauce de la vida científica y académica encontramos igualmente manifestaciones en sus cartas. En ellas queda testimonio, por ejemplo, de sus reiteradas peticiones, desde Göttingen y desde Chicago, para recabar información sobre la dotación de las cátedras y la convocatoria de oposiciones. Trasluce asimismo la táctica de Otero para disuadirle de que se presentase a la de Física Nuclear de Madrid[1]. Pueden verse las extrañas circunstancias en que fue aplazada la de Física Matemática de Madrid, que acabaría ganando Rafael Domínguez (1915-2001). También la visión del propio Ortiz respecto del proceso que concluyó con la designación de Jesús María Tharrats (1923-2001) para la de Física Matemática de Barcelona.

Si bien en buena parte del material se puede pulsar únicamente el punto de vista de Ortiz, el mismo ofrece diversos elementos de reflexión que, en algunos casos, podrían contrastarse con otras fuentes. Así, por ejemplo, relacionado con la resolución de la oposición a la cátedra de Barcelona se aportan datos sobre Julio Rey Pastor[2] (1888-1962), a la sazón presidente del tribunal y figura preeminente de la matemática española de su tiempo, que podrían ayudar a configurar la personalidad de este personaje más allá del perfil que pueda extraerse del habitual panegírico con que se suele ensalzar a las celebridades.

Por último, la documentación de las oposiciones, tanto la suya personal como la obtenida del Archivo General de la Administración[3], permitirá estudios más detallados sobre las tensiones en que se movía la física en España durante esos años.

3. ALGUNOS EJEMPLOS: EL CASO DE LAS OPOSICIONES A CÁTEDRA

A través del fondo documental del archivo Ortiz Fornaguera, se pueden ejemplificar aspectos propios de la ciencia española de la época, como los juegos de influencia, el clientelismo, las disputas entre miembros de la comunidad técnico-científica, la política científica o la situación de la universidad española, entre otros. Sobre este último, presentamos aquí algunos ejemplos a partir de la correspondencia de Ortiz, relacionada con las oposiciones a las cátedras de Física Matemática por la

[1] Aunque más importante que el intento de disuasión en sí son los motivos que Otero pudiera tener para excluirle.
[2] Carta de Ortiz a anónimo, 29 enero 1956, Archivo Ramón Ortiz Fornaguera (en adelante AROF) C56_8.
[3] Expediente de oposiciones a Cátedra de Física Matemática por la Universidad de Madrid, 1952, AGA Educación 31/18181, también en AROF AE52_1 a AE52_35; a la de la Universidad de Barcelona, 1955, AGA 31/5715, también en AROF AE55_1 a AE55_23.

Universidad de Madrid en 1952 y la de Barcelona en 1955. El fracaso de Ortiz en ambas le llevó a separarse definitivamente de la Universidad, al considerar que había un boicot expreso hacia él.

A la muerte del titular de la Cátedra de Física Matemática de Madrid, Esteban Terradas, quedaba patente, en teoría, la importancia de su sucesor en la cátedra, por ser el fallecido figura relevante de la ciencia española. Ortiz escribió desde Chicago a Armando Durán (1916-2001), por entonces vicepresidente de la JEN, interesándose por la situación de la plaza. Durán le contestó de una forma ambigua y que creemos significativa sobre los juegos de influencia que se establecieron en torno a las cátedras[4]:

> El tema fundamental que tratabas en tu carta en lo que a ti se refiere, es el de las Oposiciones y sobre este punto quisiera hablarte con entera franqueza. Creo que ha habido algo de apresuramiento en el sentido de disponer de la cátedra de Madrid ya que por ahora, al menos que yo sepa, no se ha hecho gestión ninguna respecto de la sucesión de Terradas y por lo que me ha parecido percibir en el ambiente universitario, parece que se pretende que la Cátedra de Madrid lleve un ritmo lento. A mí personalmente me ha parecido siempre empezar por Barcelona para venir después con éxitos perfectamente asegurados y sin que en ningún momento pudiera discutirse nada a la Oposición de Física-Matemática en Madrid como sería el deseo de todos nosotros. Precisamente por desearlo mucho he preconizado siempre este doble paso para que nada quedase en duda y no se nos pudiera interpretar a una buena y leal amistad lo que desde el punto de vista científico constituye el exacto reconocimiento de un valor. No quiero indicar con esto que se discuta desde ningún punto de vista, ni tu valía ni tus condiciones personales, no es eso, es la actitud prudente que quiere mantener la Universidad ante la sucesión de una figura de la talla y nombre de D. Esteban.

Tanto Otero como Durán negociaban la dotación de nuevas cátedras con las autoridades educativas, directamente o a través de Juan Vigón (1880-1955), presidente de la JEN y que tenía línea directa con Franco, así como la conveniencia de adelantar o retrasar convocatorias a plazas. De esta forma, se consiguió crear cátedras específicas de Física Nuclear para algunos miembros de la JEN. Estos juegos de influencia se pueden comprobar por ejemplo en las siguientes palabras de Otero en 1950[5]:

> La candidatura de Ud. aquí sigue ganando terreno y lo único que hay que vencer es la resistencia a convocar la cátedra de aquí cuanto antes, pero en este sentido va a hablar el General Vigón -en quien tiene Ud. un ardiente campeón y propagandista- con el Ministerio de Educación Nacional para que se convoque. (…) La cuestión de la cátedra de Barcelona es ya puramente táctica. Hay quien dice que Ud. iría mejor a la oposición y daría más flexibilidad para poderla cubrir siendo Ud. ya catedrático. Otros creen que deben sacarse las dos oposiciones al mismo tiempo, pero falta el candidato nº 2 apropiado.

También, cuando Ortiz duda si presentarse a la cátedra de Física Nuclear de Madrid de 1953, escribe a Otero[6]:

> Por diferentes conductos me enteré que en el B.O. del 9 de abril apareció la convocatoria de oposiciones a la cátedra de física nuclear de Madrid. Nada más lejos de mi ánimo que el plantear dificultades y problemas. Pero le ruego que con toda franqueza me diga si existe

[4] Carta de Armando Durán a Ortiz, 15 julio 1950, AROF C50_30.
[5] Carta de Otero a Ortiz, 27 junio 1950, AROF C50_24.
[6] Carta de Ortiz a Otero, 2 mayo 1953, AROF C53_8.

> inconveniente en que las firme, en el bien entendido de que si a Carlos se le ofrece vía libre yo no me presentaré.

Durán desaconsejó a Ortiz que participara en estas oposiciones[7]:

> Me dijo Otero el otro día que le habías consultado sobre la conveniencia de firmar las oposiciones de Física Nuclear. Mi opinión es que no debes hacerlo por varias razones: la primera porque te apartas de la línea perfectamente definida de tu vocación físico-matemática, y segundo porque no creo conveniente que dos miembros de la Junta se presenten a la misma cátedra.[8]

Al final, efectivamente, Ortiz no se presentó a esta cátedra, sin que sepamos en qué medida fue decisión exclusivamente personal.
Cuando volvió a fracasar en las de Barcelona, el astrónomo Isidre Pòlit (1880-1958) reflexionó sobre el resultado[9]:

> Ara bé, encara que s'admeti que en Tharrats fos més brillant en l'exposició i que certes idees d'ell agradessin als Senyors del Tribunal, quan podrien desagradar a altres persones, ¿fins a quin punt una qüestió casi purament de forma pot compensar una caiguda purament científica i ben concreta, com la de no resoldre bé problemes tan elementals?. Solament els senyors del tribunal saben les raons que tingueren per a inclinar-se en el sentit que ho varen fer.

Hay un testimonio escrito de Ortiz que consideramos no tiene desperdicio, no tanto por el análisis de las oposiciones, que también, sino porque señala con agudeza el estado de la universidad española. Es una carta, en la que Ortiz analiza las réplicas y contrarréplicas de los aspirantes durante la oposición[10]. Las réplicas de Tharrats hacia Ortiz, siempre según este último, se basaron en aspectos genéricos y no en cuestiones científicas. Ortiz cuenta como, en uno de los turnos de réplica, Tharrats se burló de la siguiente frase del programa de Ortiz: "Cabe concebir que un profesor lo sea en el sentido más magistral y que, sin embargo, carezca de dotes y aun de profundo interés por la investigación, alguien para quien lo vital sea aprender para enseñar. La importancia de esta función es transcendental. No hay que olvidar que la ausencia de buenos maestros puede anular todo intento de investigación seria"[11]. Y afirma Ortiz respecto de la crítica de su oponente[12]:

> Aixo que és evident, no ho fou per al tribunal. I mira que en ell hi havia cada "investigador": la resposta meva a aquesta qüestió de principi fou lo següent: Apart de que arreu del mon, fins i tot a Espanya, hi ha centres d'investigació i universitats, considerem dos casos límits. Quina universitat compleix mes la seva missió, aquella universitat constituïda per investigadors purs a qui dol qualsevol moment que es robi a llur treball, o aquella universitat constituïda per mestres purs a qui sobre tot preocupa destriar el blat perquè l'alumne no s'ofegui al blat i palla que es va publicant? Vaig demanar que cadascú s'ho contestés. I ja veiem quina fou la contesta del tribunal.

[7] Carta Armando Durán a Ortiz, 20 mayo 1953, AROF C53_13.
[8] El otro miembro era Carlos Sánchez del Río (1924-2013)
[9] Carta de Isidre Pòlit a Ortiz, 22 enero 1956, AROF C56_5.
[10] En el sistema entonces vigente que regulaba las oposiciones a cátedras, en los diferentes ejercicios los aspirantes tenían turnos de réplica y contrarréplica para opinar sobre la labor de los otros oponentes.
[11] ORTIZ FORNAGUERA (1952 y 1955*) Sobre el concepto y los métodos de la Física Matemática*, Inédito, memoria presentada para las oposiciones a la cátedra de 1952 en Madrid y 1955 en Barcelona, AROF T52_1.
[12] Carta de Ortiz a anónimo, 29 enero de 1956, AROF C56_8.

En otra carta la denuncia de Ortiz es durísima[13]:

> Quant al tribunal, més val no parlar-ne gaire. Pero hi ha dues coses que són ben clares: a) abans de que es constituís un tribunal hauria d'haver-hi garanties de que entendran -i voldran entendre- allo de que es parlará. Creu-me que hi havia moments que em calia fer esforcos per a no saltar al sentir les bestieses cientifiques que deia Tharrats, mentre Rey dormia (o ho feia veure) i altres practicament no hi eren; b) quan un tribunal vol votar a un opositor, el resultat de l'oposició es completament independent del que faci el dit opositor i del que fassin els demés. Podria baixar el Sant Esperit sobre un d'ells, i el tribunal votaría el que s'havia proposat votar.

Parece que algunos colegas eran conscientes del daño que se hacía a la universidad con la ausencia definitiva de Ortiz después de ese segundo rechazo. Prueba de ello es que recibió varias muestras de apoyo y de ánimo para seguir intentándolo, haciendo hincapié en sus méritos científicos. Así el matemático Antonio Torroja Miret (1880-1974) le escribe[14]:

> Comprenc que és molt dur el que ha passat per segona vegada; però molt sovint allò que semblava una desgràcia, resulta després que no ho ha estat. En tinc força experiència personal. ¿Qui pot dir quina és la millor orientació per a V.? ¿Aquesta càtedra o una altra o cap? Precisament els seus estudis són d'aquells que tenen i han de tenir cada dia més, moltes i molt importants aplicacions. De càtedres de Física Superior se n'han de crear més, evidentment.

Igualmente, el también matemático Joan Augé Farreras (1919-1993) reflexionaba:

> Em sap molt de greu que no hagis assolit la càtedra; i no sols pel mal que se t'hagi pogut fer, que ja és molt, sinó pel perjudici que representa per la Universitat. Què hi farem. L'únic que s'ha de mirar és saber lluitar perquè les coses no vagin així en el nostre país.[15]
>
> En resum, és necessari però no suficient el treballar: s'ha de preparar també el terreny amb una política adequada. Disposa si jo et puc fer des d'aquí alguna cosa. Per que et facis càrrec de totes les preocupacions nostres en aquests moments, pensa sempre que no ets tu sol que està en aquestes circumstàncies: aquí hi ha en Teixidor i en Sales i, en segon terme, en Plans, i només; una càtedra vacant! Voldríem dotar un parell de càtedres a Exactes i ja son dos els Ministeris en els que no ho hem aconseguit.[16]

Para concluir, a modo de ejemplo, se muestran a continuación, en sendas figuras, dos documentos de los más de 400 que conforman el archivo Ortiz y que cubre desde 1946 hasta 1973.

[13] Carta de Ortiz a anónimo 18 enero 1956, AROF C56_3.
[14] Carta de Antonio Torroja a Ortiz, 23 enero 1956, AROF C56_6.
[15] Carta de Joan Auge a Ortiz 23 enero 1956, AROF C56_7
[16] Carta de Joan Auge a Ortiz, 2 marzo 1956, AROF C56_9.

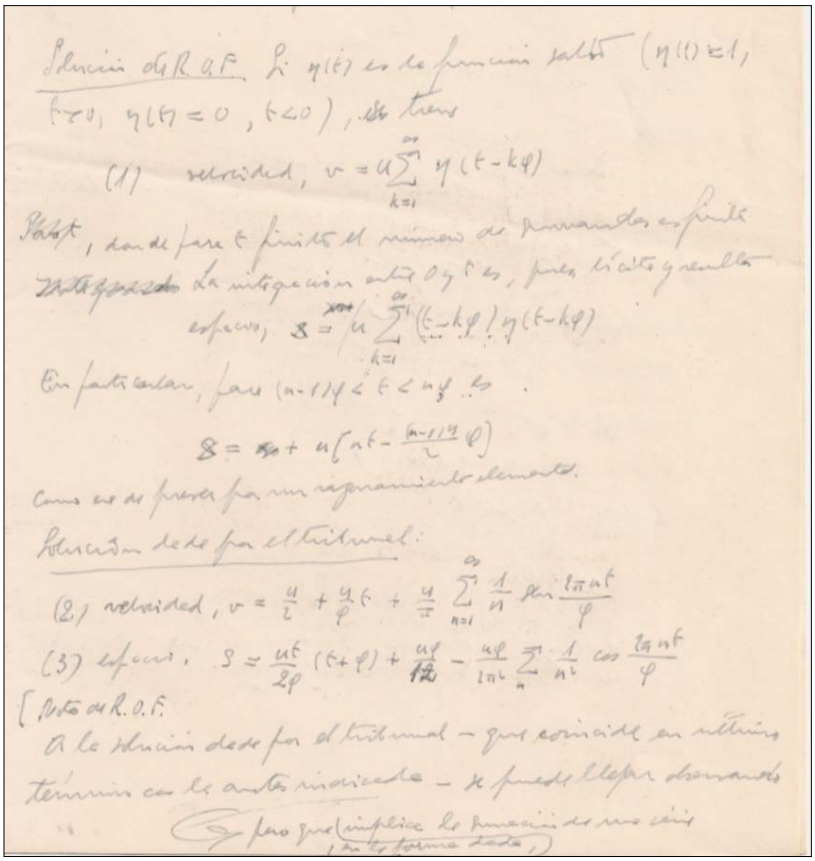
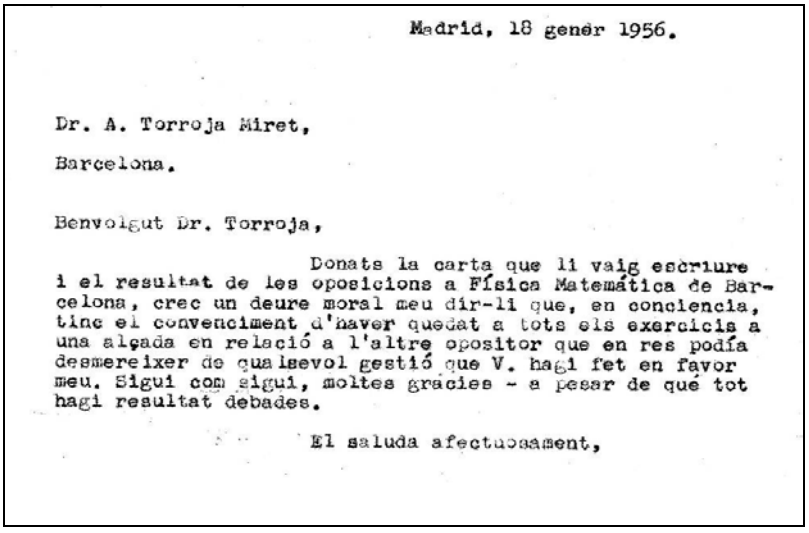


Figura 1. Borrador de Ortiz sobre problemas de las oposiciones a Cátedra de Física Matemática de la Universidad de Barcelona en 1955, AROF_D56_1.



Madrid, 18 genér 1956.

Dr. A. Torroja Miret,

Barcelona.

Benvolgut Dr. Torroja,

Donats la carta que li vaig escriure i el resultat de les oposicions a Física Matemática de Barcelona, crec un deure moral meu dir-li que, en conciencia, tinc el convenciment d'haver quedat a tots els exercicis a una alçada en relació a l'altre opositor que en res podía desmereixer de qualsevol gestió que V. hagi fet en favor meu. Sigui com sigui, moltes gracies - a pesar de qué tot hagi resultat debades.

El saluda afectuosament,

Figura 2. Carta de Ortiz a Antonio Torroja 18 enero 1956, AROF C56_1.

BIBLIOGRAFÍA

BAIG, M., GIMENO, G. Y XIPELL, M. (2012a), "La introducción de la mecánica cuántica en España: las primeras lecciones y los primeros textos". En: N. Herran y X. Roqué (eds.) *La física en la dictadura. Físicos, cultura y poder en España (1939-1975),* UAB, Barcelona, 161-176.

BAIG, M., GIMENO, G. Y XIPELL, M. (2012b), "Von Neumann traducido por Ortiz: una obra pionera en la enseñanza de la cuántica". En: N. Herran y X. Roqué (*op.cit.),* 177-192.

GIMENO, G., SOLER, P. Y XIPELL, M. (2013) "Descripción del Archivo Ramón Ortiz Fornaguera", *Actes d'Història de la Ciència i de la Tècnica,* 6, 117-128.

HERRÁN, N. Y ROQUÉ, X. (2012) "Historia de la Física en España en el siglo XX: balance y perspectivas". *Actes d'Història de la Ciència i de la Tècnica* , 5 (*1*), 11-23.

ROQUÉ, X. (2002) "La memoria de la ciencia contemporánea: El Servei d'Arxius de Ciència". En: J.R. Bertomeu y A. García, *Abriendo las cajas negras. Colección de instrumentos científicos de la Universitat de Vàlencia.* Universidad de Valencia, Valencia, 133-148.

SOLER, P. (2014) "La obra científica de Ramón Ortiz Fornaguera (1916-1974): Un capítulo de la física matemática, teórica y nuclear en la dictadura franquista". (Aceptado para su publicación en *Actes d'Història de la Ciència i de la Tècnica,* en volumen correspondiente al año 2014).

CAPÍTULO 17

EN EL CENTENARIO DEL COMIENZO DE LA I GUERRA MUNDIAL, 1914-1918. TEMAS LIBRES

CENTENARY OF THE BEGINNING OF THE FIRST WORLD WAR, 1914-1918. FREE THEMES

GONZÁLEZ REDONDO, F. A. (coord.) (2015) *Ciencia y Técnica entre la Paz y la Guerra. 1714, 1814, 1914*. Madrid, SEHCYT, pp. 1217-1224.

JUAN GIL COLLADO (1901-1986), LA DIGNIDAD DE UN ENTOMÓLOGO EN DOS TIEMPOS

Alberto Gomis Blanco[(1)] y Víctor García Gil[(2)]

(1) Universidad de Alcalá, Alcalá de Henares, España, alberto.gomis@uah.es
(2) Castellón de la Plana, España, vgarciagil@aug-arquitectos.com

Resumen

Juan Gil Collado (Martos (Jaén), 1901 – Madrid, 1986) inició su carrera como entomólogo en 1920. Junto a grandes figuras de la Ciencia española (principalmente al lado de Cándido Bolívar), comenzó un fructífero periodo de crecimiento científico hasta 1936. Cuando estalló la guerra civil, siendo un reconocido experto en la lucha antipalúdica, su vida y su carrera se truncaron y se le condenó al ostracismo. Terminada la contienda, luego de superar grandes adversidades, rehizo su vida profesional y se ganó la admiración y el respeto de sus colegas y de la comunidad académica. Desde 1923 hasta 1986 publicó gran cantidad de trabajos y libros científicos.

Su vida y obra se sintetizan en esta comunicación, para cuya realización han resultado imprescindibles las fotografías y los documentos que se conservan en el Archivo Víctor García Gil (Archivo VGG).

Palabras Clave: Historia de la Entomología, Museo Nacional de Ciencias Naturales, Lucha antipalúdica, Juan Gil Collado.

JUAN GIL COLLADO (1901-1986), THE DIGNITY OF AN ENTOMOLOGIST IN TWO PERIODS

Abstract

Juan Gil Collado (Martos (Jaen), 1901 - Madrid, 1986) initiated his career as entomologist in 1920. Close to big figures of the Spanish Science (principally next to Cándido Bolívar), he initiated a fruitful period of scientific growth until 1936. When the civil war exploded, being a recognized expert in the antimalarial fight, his life and his career were truncated and he was condemned to the ostracism. Finished the war, after overcoming big adversities, redid his professional life and there he was gained the admiration and the respect of his colleagues and of the academic community. From 1923 until 1986 he published great quantity of works and scientific books.

His life and work are synthesized in this communication, for whose accomplishment there have turned out to be indispensable the photographies and the documents that remain in the File Víctor García Gil (Archive VGG).

Keywords: History of Entomology, Museo Nacional de Ciencias Naturales (Madrid, Spain), Malaria control, Juan Gil Collado.

1. PRIMERA PARTE. LA FORMACIÓN DE UN CIENTÍFICO

Juan Gil Collado nace en Martos (Jaén) el 15 de septiembre de 1901. A los dos años de edad la familia se traslada a Madrid, donde su padre era contable en “Electra Industrial”. Entre 1903 y 1912 nacen en la capital sus hermanos Encarnación, Emilio, Dolores y Nieves.

Cursa estudios primarios en el Colegio San José de Calasanz, situado en el número 31 de la Calle Huertas, próxima al domicilio familiar. Estudia Bachillerato en el Instituto San Isidro de Madrid, donde obtiene el grado de Bachiller en junio de 1916 con la calificación de Sobresaliente. En este centro también aprende a hablar y escribir con soltura en francés.





Figuras 1 y 2. Dibujo realizado por Juan Gil Collado en su etapa de alumno del Instituto San Isidro y retrato con sus padres y hermanos [Archivo VGG Etapa form. (Dibujo IS 01) y Familia(0)]

Sin haber cumplido los dieciséis años, solicita el ingreso en la Universidad Central para estudiar Ciencias Naturales en la Facultad de Ciencias de Madrid. Termina sus estudios el curso de 1920-1921 con Premio Extraordinario y participa en el viaje a Nápoles que organizaba Odón de Buen.

En el verano de 1920 es propuesto por Ignacio Bolívar para entrar como preparador del Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid, institución a la que permanecerá vinculado hasta 1936.

Exento del servicio militar por su hemeralopía, se centra en continuar su formación asistiendo a cursos y viajes. Consigue una plaza como profesor del Instituto Escuela, donde conoce a personas cuya amistad conservará siempre. Imparte clases entre 1920 y 1923. Inicia su noviazgo con Carmen Fernández Pérez, cuatro años menor que él.

En 1921 ingresa en la Real Sociedad Española de Historia Natural, en cuya revista publica su primer trabajo científico en 1923, dedicado al *Estudio de un Taquidromino de España* [GIL COLLADO, 1923]. Ese año realiza su primer viaje al Marruecos occidental, para experimentar en focos de paludismo. Al año siguiente es becado por la JAE para estudiar en París**,** lo que le obliga a retrasar su boda. En 1925 es nombrado Conservador del Museo. El 21 de diciembre se casa con Carmen Fernández Pérez y pasa a residir en Meléndez Valdés, esquina Andrés Mellado. En 1927 nace su primer hijo, Luis.

Completa su tesis doctoral en el Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid bajo la dirección de Cándido Bolívar, obteniendo el 2 de abril de 1927 el grado de Doctor en la Universidad Central, con la calificación de Sobresaliente.

En 1930 participa en la Misión Científica Bolívar por el Rif en Marruecos [BOLÍVAR, 1930] y en 1933 en la Expedición Gil Collado-Bonet a Fernando Poo, a donde llega tras un largo viaje en el buque Ciudad de Cádiz. Junto al trabajo científico son habilitados para "tareas de inteligencia". Les acompañan varias científicas.





Figuras 3 y 4. Trabajando en el laboratorio y un alto durante la Misión Científica Bolívar en Marruecos (1933)
[Archivo VGG- Fernando Poo (C11) y Misión CB (02)]

En 1929 la familia empieza a veranear en el Real Sitio de San Ildefonso, lugar vinculado a la Corona y frecuentado también por intelectuales y políticos de izquierda. Allí nace su hija Carmen en 1929, atendida por el Dr. Joaquín Trillo, quien era también propietario de la casa donde se alojaba la familia, en la Calle de la Melancolía nº 4. En 1931 el Dr. Trillo se convertiría en teniente de alcalde, por Izquierda Republicana. Fue fusilado en septiembre de 1936.





Figuras 5 y 6. Trabajando en la naturaleza; la fotografía de la derecha tomada en Larache.
[Archivo VGG – Campo (2) y Larache (04)]

Imbuido del ambiente liberal que respiró en su familia y consciente del declive de un régimen insostenible, Juan Gil Collado, como muchos de sus amigos y colegas, se vincula a corrientes

republicanas y en marzo de 1930 firma el Manifiesto Político de Acción Republicana**,** junto a "escritores, catedráticos, artistas y otras personas dedicadas a trabajos intelectuales**"**. En junio del mismo año participa en la fundación de Ediciones Zeus, junto a un grupo de miembros de la logia Mare Nostrum, donde años después pensaba publicar "La reproducción y la naturaleza", que no llegó a ver la luz.

La actividad investigadora y docente consolidan al jienense como un científico de referencia y gran experto en la lucha contra el paludismo. En 1931 imparte cursos en la Escuela Nacional de Sanidad, tras ser nombrado Profesor Auxiliar y en 1932 ya es Entomólogo de la Comisión Nacional Antipalúdica. Acude al V Congreso Internacional de Entomología (París) como representante de la Sociedad Española de Historia Natural.

En 1933 es Auxiliar en la Facultad de Ciencias y en 1935 recibe el Premio de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Ese año acude como ponente a los congresos internacionales de entomología de Madrid y Lisboa.

Documentos de la Liga de las Naciones (1933 y 1934) le citan como uno de los máximos especialistas internacionales en paludismo. En marzo de 1936 es nombrado Vicepresidente del Comité organizador del III Congreso Internacional de Lucha contra el Paludismo, que se iba a celebrar en Madrid en octubre de ese año.

Con la progresión en el ámbito profesional, la familia de Juan Gil disfruta de una posición desahogada, lo que le permite acceder a algunas comodidades, todavía extrañas para la mayor parte de la población en la España de los treinta. Sus hijos, Luis y Carmen, estudian en el Instituto Escuela y la familia veranea con regularidad en el Real Sitio de San Ildefonso, en cuya colonia de veraneantes están plenamente integrados. La casa donde viven se encuentra frente a los Reales Jardines. Les acompaña en La Granja su criada Lucía, la institutriz francesa Madame Blanche Rapinal y otros miembros de la familia, con quienes participan en la vida social de la localidad y salen de paseo todos los días por la Sierra de Guadarrama.





Figuras 7 y 8. Dos fotografías familiares tomadas antes del comienzo de la Guerra Civil. En la primera, el matrimonio Juan Gil Collado y Carmen Fernández Pérez. En la segunda, con sus hijos Luis y Carmen.
[Archivo VGG –Familia (02 y 08)]

La Guerra sorprende a parte de la familia en La Granja, adonde Juan Gil regresa, al no poder acceder a Madrid. Su trayectoria personal y su testimonio para intentar salvar al Dr. Joaquín Trillo, determinan su detención. Carmen, su esposa, le acompaña y también es detenida. Sin causa objetiva para condenarle, permanece bajo arresto domiciliario en su residencia de verano hasta 1938, sin poder trabajar y en una situación cada vez más precaria, que roza la mendicidad. Ese año se le niega la rehabilitación. En febrero de 1939 se traslada a Cáceres con su mujer y su hija. Meses después, vuelve a Madrid, donde se aloja junto a su cuñado, en la calle del General Mola, 95.

Terminada la guerra, toda la familia Gil Collado, excepto su hermano, se ha exiliado, ha sido depurada o se encuentra encarcelada. Sus amigos y colegas no han corrido mejor suerte. En 1939 nace en Madrid su tercer hijo, Juan. La falta de expectativas profesionales hace que Juan Gil vuelva a dirigir su mirada a Cáceres, donde el Jefe de Sanidad reclama sus servicios en la lucha antipalúdica. Marcha con su mujer y sus hijos pequeños a la ciudad extremeña en 1940 y una vez allí, para sobrevivir, el científico da clases particulares a los hijos de un general, quien le paga dándole comida. También ejerce de profesor de su propia hija, entre otros niños.

2. SEGUNDA PARTE. LA FUERZA DE LA DIGNIDAD

Permanece en Cáceres hasta 1944. Ese año se publica en España y en Argentina *Paludismo* [PITTALUGA, 1944] un completo tratado que compendia los resultados de muchos años de estudio de los más prestigiosos investigadores de la lucha antipalúdica, entre ellos Juan Gil. El hecho de que entre los autores hubiera algunos exiliados, casos de Gustavo Pittaluga y Eliseo de Buen, al que confunden con su hermano Sadí, fusilado durante la guerra civil, motivó que la censura detuviera durante muchos meses la publicación de la obra.

El 2 de julio de 1945 es condenado por el Tribunal Especial para la Represión de la Masonería y el Comunismo a "inhabilitación perpetua para el ejercicio de cualquier cargo del Estado, Corporaciones Públicas y Oficiales, Entidades Subvencionadas, Empresas Concesionarias, Gerencia y Consejos de Administración de empresas privadas, así como cargos de confianza, mando y dirección de los mismos, separándole definitivamente de los aludidos cargos". El 7 de abril de 1947 se acuerda el sobreseimiento de la condena.

En 1944 ingresa como profesor de Ciencias en el Colegio Estudio, entidad que también acogía a su hermana Nieves (maestra nacional depurada) y a antiguos amigos y compañeros del Instituto Escuela, como Miguel Catalán. En el centro impartía seis horas semanales de clase y acompañaba a los alumnos al Museo Nacional de Ciencias Naturales. Al año siguiente inicia su colaboración profesional con *Insecticidas Cóndor S.A.*, primero como asesor técnico y luego como entomólogo jefe, lo que le obligó a desvincularse del Colegio Estudio. Viaja, entonces, por toda España, instruyendo en el uso de los nuevos insecticidas. Además, de 1948 a 1953 es Profesor agregado de la Sección de Biología Parasitaria del Instituto Nacional de Parasitología (CSIC).

A mediados de los cincuenta, superados los momentos más duros de la posguerra, los hermanos Gil Collado vuelven a reunirse en Madrid, tras 17 años. Juan Gil y Carmen Fernández inculcan a sus tres hijos un espíritu de esfuerzo y superación que les lleva a conseguir, en todos los casos, importantes éxitos académicos y profesionales. En la década de los sesenta, Carmen Fernández, principal apoyo del científico, inicia una larga lucha contra el cáncer, que le causará la muerte en 1972, poco después de ver a su marido rehabilitado.

En 1952 es nombrado Jefe honorario de la Sección de Entomología del Instituto de Medicina Tropical del CSIC, se licencia en Farmacia y obtiene el Premio de la Real Academia de Farmacia por su trabajo "*Métodos de lucha contra insectos y roedores*" [GIL COLLADO Y RAMOS ESCUDERO, 1954] que lleva aparejado su ingreso en la misma como Académico correspondiente. Inicia, por entonces,

su colaboración con la Cátedra de Parasitología de la Facultad de Farmacia de la UCM que se desarrollará hasta su muerte, siendo Jefe de la Sección de Entomología del Departamento de Parasitología. De 1957a 1967 trabaja como experto en Insecticidas de la Organización Mundial de la Salud.

Desde 1957 despliega una gran actividad profesional, con publicaciones, docencia, viajes y conferencias, al compaginar su condición de profesor en la Facultad de Farmacia, con la de experto en insecticidas de la OMS y director técnico de Insecticidas Cóndor, integrada en el Grupo Pechinay. Junto al viejo amigo y compañero del Instituto San Isidro, Dr. Gracia Dorado y el Dr. Berenguer, publica en 1964 *Parasitología con nociones de zoología general y aplicada* [GRACIA DORADO, 1964].


UNIVERSIDAD DE MADRID FACULTAD DE FARMACIA

Dadas las circunstancias meritorias que concurren en EL PROF. DR. JUAN GIL COLLADO la Junta de Claustro, en su sesión del día 5 de OCTUBRE de 19 80, acordó concederle la MEDALLA de este Centro.

Y para que conste, se expide el presente DIPLOMA en Madrid, a 8 de OCTUBRE de 19 80.

El Catedrático - Secretario,

Registrado al folio 96 núm. 40 del Libro 1º



Figuras 9 y 10. Diploma que acredita la concesión de la Medalla de la Facultad de Farmacia (UCM) en 1980 y Juan Gil trabajando en el laboratorio [Archivo VGG – Distinciones (3) y Trabajo (12)]

La (forzosa) falta de relación con el MNCN, su primer centro de trabajo y origen de su trayectoria, supone un triste recuerdo para Gil Collado, plenamente integrado entre la comunidad científica pero sin rehabilitación oficial. Su hijo Luis, sin conocimiento de su padre, solicita por escrito al Ministro José Luis Villar Palasí la rehabilitación del científico. Tras estudiar el expediente, el ministro no duda en aceptarla y Juan Gil Collado es rehabilitado en 1971**.** En 1977, tras promulgarse la Ley de Amnistía, su hermana Dolores, su marido y la hija de ambos, regresan definitivamente a España.




Por cuanto, en atención a los méritos contraídos por

D. Juan Gil Collado

el Ministro de Relaciones Sindicales y Presidente del Congreso Sindical, mediante resolución de 20 de Junio de 1976 tuvo a bien concederle la

MEDALLA DE PLATA AL MERITO SINDICAL

Vengo en expedirle este diploma que le faculta para el uso de los derechos, honores y preeminencias inherentes a la citada Distinción.

Figuras 11 y 12. Juan Gil en Cortina d´Ampezzo (Italia), en 1973 y Diploma de la concesión de la medalla de plata al mérito sindical en 1976 [Archivo VGG – retratos (23a) y Distinciones (1)]

Lleno de ganas de vivir, Juan Gil Collado dedica los últimos quince años de su vida a disfrutar del trabajo (que no abandonó hasta morir) y a su familia. Realiza frecuentes viajes por el mundo con sus hermanas, imbuidas del mismo optimismo vitalista que les permitió a todos superar graves dificultades y desterrar el rencor de sus vidas**.** En la Facultad de Farmacia, donde sus amigos y discípulos le admiran, encuentra un espacio en el que proyectar toda su energía y conocimientos. En 1986, rodeado de su familia y sus mejores amigos (el Dr. Sánchez Covisa entre ellos) afronta sus últimos días de vida con elegancia e ironía. Fallece el 24 de agosto en Madrid, a la edad de 85 años. Al día siguiente es enterrado en el Cementerio de la Almudena, donde sus restos descansan junto a los de su esposa Carmen Fernández Pérez.





Figuras 13 y 14. Juan Gil en una jornada de recolección en el campo y con sus hermanas Encarna y Nieves en Canadá (1980) [Archivo VGG – Campo (35) y Familia (29)]

La gran cantidad de trabajos y libros científicos que publicó en vida, y que van desde 1923 hasta 1986, ponen de relieve una actividad continuada durante más de seis décadas. Una actividad científica en la que destacan los trabajos que dedicó a la lucha antipalúdica [PITTALUGA, 1944], pero en la que también tienen cabida los trabajos taxonómicos [GIL COLLADO Y SAHUQUILLO HERRAIZ, 1983] y los textos preparados para la enseñanza superior [GRACIA DORADO, 1964] y los que, por su carácter más sencillo, pretendían ayudar las labores rurales de agricultores y ganaderos [GIL COLLADO, 1960]. Una producción científica que, junto a muchos pasajes de su biografía que aquí sólo hemos podido esbozar de manera casi telegráfica, pretendemos analizar ampliamente, en un texto que esperamos ultimar en no mucho tiempo.

3. EPÍLOGO

La vida de Juan Gil Collado es una historia que habla de principios, de lealtades y coherencias y también de miserias. Es la historia de un hombre que no quiso doblegarse a un régimen impuesto, que él sufrió y que percibía como algo dañino para España, con el que se vio obligado a coexistir y donde no eludió sus responsabilidades. Sin pretender inspirar lástima ni generar rencores. También es una historia de coraje, del valor demostrado por dos mujeres que desempeñaron un papel fundamental en la vida del científico, como fue su cuñada Mercedes, quien con su vocación de servicio, recuperó un material de gran valor documental y sobre todo, su esposa Carmen, dispuesta a compartir los momentos más trágicos de su existencia. Es un ejemplo de superación, la que protagonizó el propio Juan Gil Collado y la que inculcó en sus tres hijos, Luis, Carmen y Juan,

quienes partiendo de unas condiciones de enorme dificultad, llegaron a alcanzar una posición muy distinguida en el mundo académico. Y sobre todo es una muestra de reconciliación, la de quien nunca se sintió derrotado ni quiso buscar enemigos, convencido de que todas las personas válidas, vengan de donde vengan, son necesarias para impulsar la ciencia en España.



Figura 15. Juan Gil Collado en Alcocebre (Castellón), en 1967 [Archivo VGG- retratos (15)]

BIBLIOGRAFÍA

BOLÍVAR, C. (1930) "Una excursión zoológico-botánica por el Rif (Marruecos)". *Conferencias y Reseñas Científicas de la Real Sociedad Española de Historia Natural, 5*: 181-193.

GIL COLLADO, J. (1923) "Estudio de un nuevo *Taquidromino* de España (Dip. Empidae)". *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural, 23*: 150-154.

GIL COLLADO, J. (1960) *Parásitos externos de las gallinas*. Hojas divulgadoras. Madrid, Ministerio de Agricultura. Dirección General de Coordinación, Crédito y Capacitación. Sección de Capacitación. Número 14-60 H, 24 págs.

GIL COLLADO, J. Y RAMOS ESCUDERO, A. (1954) *Métodos de lucha contra insectos y roedores: en la casa, en la industria y en el campo*. Madrid, Real Academia Nacional de Farmacia, 361 págs.

GIL COLLADO, JUAN Y SAUQUILLO HERRAIZ, C. 1983. "Claves de identificación de eratopogonidae de España Peninsular. I. Subfamilias Forcipomyiinae y Dasyheleinae (Dip., Nematocera)". *Graellsia, 39*: 31-45.

GRACIA DORADO, F; GALLEGO BERENGUER, J Y GIL COLLADO, J. (1964) *Parasitología con nociones de zoología general y aplicada*, 2 volúmenes. Madrid, Graf. Cio.

PITTALUGA, G.; DE BUEN, E.; BARDAJÍ, E.*;* GIL COLLADO, J.; ALONSO PASCUAL, A. Y LUENGO, E. (1944) *Paludismo*. Madrid, Morata, 855 págs.

GONZÁLEZ REDONDO, F. A. (coord.) (2015) *Ciencia y Técnica entre la Paz y la Guerra. 1714, 1814, 1914*. Madrid, SEHCYT, pp. 1225-1232.

ANÁLISIS HISTÓRICO DE LA COLECTA DE ANFIBIOS IBÉRICOS: CAUSAS, CONSECUENCIAS Y RECOMENDACIONES DE FUTURO.

José Enrique González Fernández[(1)]

(1) Museo Nacional de Ciencias Naturales (CSIC), Madrid, España, jegonzalez@mncn.csic.es

Resumen

Como consecuencia de las actuales técnicas moleculares, los cambios producidos durante la últimas décadas en los métodos y, consecuentemente, en los materiales empleados para la investigación, en disciplinas como la Zoología y más concretamente en la Taxonomía, nos indujeron a pensar que esta variación metodológica, pudiera estar produciendo una variación del número de ejemplares aportados por la investigación a las colecciones científicas.

Contactadas 257 instituciones (Museos, Universidades, etc.) susceptibles de albergar ejemplares pertenecientes a este grupo zoológico (43 de ellas de Andorra, España y Portugal), solicitamos información sobre la presencia en ellas de anfibios de la procedencia geográfica elegida. 157 contestaron a nuestra demanda y, de éstas, 60 (14 de ellas ibéricas) aportaron datos. Como consecuencia, sabemos que 69.811 (38 de Andorra, 49728 de España y 4411 de Portugal), tienen esta procedencia geográfica. De éstos, en 62.005 ejemplares se ha determinado, al menos, el año de colecta. Los anfibios ibéricos más antiguos conservados, son cuatro *Triturus marmoratus* (SMF: 382-385) conservados en el Naturmuseum Senckenberg de Frankfurt, sin más datos que España.

Del análisis histórico de la evolución de los ingresos en colecciones se deduce que el crecimiento fue lento y escaso hasta transcurrida la mitad del siglo pasado, y considerable durante el periodo comprendido entre 1963 y 1993, aportando a las colecciones la inmensa mayoría de los ejemplares que ahora se conservan. Desde 1994 el descenso del ingreso de ejemplares en colecciones clásicas es drástico, situándose en niveles similares a los del siglo XIX. Por el contrario, se incrementan las muestras que se guardan en las colecciones de ADN y tejidos.

Se aportan recomendaciones que puedan permitir el equilibrio entre las colectas necesarias para conservar muestras suficientes de la biodiversidad existente en cada momento y la supervivencia de las especies en su medio natural.

Palabras Clave: Historia de las colectas, Colecciones científicas, Anfibios ibéricos.

HISTORICAL ANALYSIS OF THE COLLECT OF IBERIAN AMPHIBIANS: CAUSES, CONSEQUENCES AND RECOMMENDATIONS FOR THE FUTURE

Abstract

As a result of current molecular techniques, during the last decades changes in the methods and, consequently, in the materials used for research in disciplines such as zoology and more specifically in the taxonomy, we induced to think that these methodological changes, could be producing a variation of the number of specimens provided by research to the scientific collections.

257 institutions (museums, universities, etc.) susceptible to preserve specimens belonging to this zoo Group (43 of which from Andorra, Spain and Portugal) was contacted. We requested information about the presence in them of amphibians of the selected geographical origin and 157 answered our demand. 60 of these (14 of them Iberian), provide us positive information. As a result, we know that 69.811 have this geographical origin (38 are from Andorra, 49728 from Spain and from Portugal 4411). In 62.005 specimens has been determined, the year of collect. The oldest preserved Iberian amphibians, are four *Triturus marmoratus* (SMF: 382-385) preserved in the Naturmuseum Senckenberg in Frankfurt, without more data than its Spanish origin.

The historical analysis of the evolution of the specimens entry in the collections, suggests that the growth was slow and insufficient until after the half of the past century, and considerable during the period between 1963 and 1993, providing the vast majority of the specimens that are now are preserved in the collections.

Since 1994 the decreased of entry of specimens in classic collections is drastic, standing at levels similar to the 19th century. On the other hand increases samples stored of tissues and DNA.
We provide recommendations that could allow the balance between specimens collected to preserve current biodiversity and the survival of the species in its natural environment

Keywords: History of the collects, Scientific collections, Iberian amphibians.

1. INTRODUCCIÓN

Desde tiempos inmemoriales, tal vez guiados por su innata curiosidad, por supervivencia, por la necesidad de transmitir conocimientos o por el simple placer de guardar objetos extraños o útiles, los humanos, en su más amplio sentido de seres inteligentes y no sólo en referencia al *Homo sapiens* han coleccionado objetos. Muy lejanos quedan aquellos tiempos remotos en los que decenas de miles de años atrás, un neandertal habitante de una cueva cerca de Montpellier (Francia), reunió una serie de curiosidades minerales y que, a fecha de hoy, podríamos considerar como la primera "colección" de historia Natural de la humanidad [BARREIRO *et al*, 1994, p. 22]. Desde entonces, las colecciones científicas, y consecuentemente las zoológicas, han evolucionado de manera paralela al conocimiento humano y a sus necesidades.

Tras siglos de desarrollo de la civilización en las que las colecciones fueron codiciadas por curiosidad, superstición, demostración de poder, valor crematístico, etc.; en el siglo XVIII se produce la consolidación de las primeras colecciones científicas, del mismo modo los museos modernos comienzan a presentarse no sólo como centros de exhibición, sino como lugares de investigación. Así en Londres se funda en 1753, como parte integrante del *British Museum*, el actual *Natural History Museum*; en Madrid, el Real Gabinete de Historia Natural (actual Museo Nacional de Ciencias Naturales), que muestra sus contenidos al público en general en 1776, convirtiéndose en el primer museo de Historia Natural en hacerlo [VILLENA *et al*., 2009, p. 709], Lo mismo sucede en París, Berlín, Viena. Al otro lado del Atlántico, en Filadelfia (Pensilvania), Ch. W. Peale funda, en 1780, el primer museo norteamericano de Historia Natural.

En estos dos siglos y medio, se ha consolidado la importancia de los Museos y de otras Instituciones, que poseen colecciones aunque carezcan de salas de exhibición, como las Universidades, como lugares fundamentales para la investigación científica e idóneos para conservar, de cara al futuro, muestras de la biodiversidad biológica pasada y actual [GONZÁLEZ-FERNÁNDEZ, 2011, p. 1].

La importancia de las colecciones científicas (en adelante C.C.), y más concretamente las zoológicas, en el estudio de otras disciplinas científicas como la Taxonomía, la Ecología, la Genética,

etc. han propiciado un desarrollo de las colectas paralelo a la evolución de estas y otras disciplinas y por consiguiente un aumento de los ejemplares conservados, como testigos de la investigación científica y como representantes de la Biodiversidad del planeta en cada momento.

Sin embargo, los cambios producidos durante la últimas décadas, gracias a las técnicas moleculares, en los métodos, y consecuentemente en los materiales, empleados para la investigación en disciplinas como la Zoología y más concretamente en la Taxonomía, nos indujeron a pensar que esta variación metodológica, pudiera estar produciendo una variación del número de ejemplares aportados por la investigación a las colecciones científicas y decidimos comprobar la veracidad de nuestra hipótesis.

Para ello centraremos nuestro análisis en un grupo determinado de vertebrados: los anfibios, y utilizaremos como caso piloto el de los anfibios Íbero-Baleares conservados en las C.C. del mundo.

2. OBJETIVOS

Un único objetivo: analizar la evolución histórica de las colectas científicas de anfibios procedentes de la Península Ibérica (Andorra, España y Portugal), con la intención de poder determinar cuales han sido las causas concretas de dicha evolución y cuales pueden ser las consecuencias de la misma, a fin de proponer, si fueran necesarias, medidas que puedan paliar los posibles aspectos negativos de dicha evolución.

3. MATERIAL Y MÉTODOS

Antes que nada conviene precisar cuales son las especies que hemos considerado como pertenecientes a las fauna Íbero-Balear a fin de obtener los datos necesarios para nuestro trabajo, para ello seguimos los criterios de Frost [2014]. Listadas en orden alfabético son: *Alytes cisternasii* Boscá, 1879; *Alytes dickhilleni* Arntzan & García-París, 1995; *Alytes muletensis* (Sanchiz & Adrover, 1979); *Alytes obstetricans* (Laurenti, 1768); *Bufo spinosus* Daudin, 1803; *Bufotes balearicus* (Boettger, 1880); *Epidalea calamita* (Laurenti, 1768); *Calotriton arnoldi* Carranza & Amat, 2005; *Calotriton asper* (Dugès, 1852); *Chioglossa lusitanica* Bocage, 1864); *Discoglossus galganoi* Capula, Nascetti, Lanza, Bullini & Crespo, 1985; *Discoglossus jeanneae* Busack, 1986; *Discoglossus pictus* Otth, 1837; *Hyla meridionales* Boettger, 1874; *Hyla molleri* Bedriaga, 1889; *Ichtyosaura alpestris* (Laurenti, 1768); *Lissotriton boscai* (Lataste, 1879); *Lissotriton helveticus* (Razoumovsky, 1789); *Pelobates cultripes* (Cuvier, 1829); *Pelodytes ibericus* Sánchez-Herráiz, Barbadillo-Escrivá, Machordon & Sanchiz, 2000; *Pelodytes punctatus* (Daudin, 1802); *Pelophylax perezi* (López-Seoane, 1885); *Pleurodeles waltl* Michaelles, 1830; *Rana dalmatita* Fitzinger, 1839; *Rana iberica* Boulenger, 1879; *Rana pyrenaica* Serra-Cobo, 1993; *Rana temporaria* Linnaeus, 1758; *Salamandra longirostris* Joger & Steinfartz, 1994; *Salamandra salamandra* (Linnaeus, 1758); *Triturus marmoratus* (Latreille, 1800); y *Triturus pygmaeus* (Wolterstorff, 1905). En total 30 especies, a las que tendremos que añadir 2 exóticas: *Amietophrynus mauritanicus* (Schlegel, 1841) y *Lithobates catesbeianus* (Shaw, 1802).

Seguidamente es necesario conocer cuántos ejemplares y dónde se conservaban, así como la información asociada, especialmente aquella que hace referencia a la fecha de colecta. Con tal objeto hemos contactado con 257 instituciones (Museos, Universidades, Fundaciones, etc.), susceptibles de albergar anfibios de procedencia Ibérica; de éstas, 43 se encuentran en Andorra España y Portugal. Habiéndose obtenido respuesta de 157 en total.

La determinación de la fecha de colecta ha sido mediante dos procedimientos: (A) Directa, cuando ésta figuraba expresamente en la etiqueta, ficha de colección, libro de catálogo, etc. asociada al ejemplar. Normalmente en los ejemplares colectados durante el siglo XX y XIX. (B) Cuando esto no ocurría, ha sido inferida en función de otros datos anejos o complementarios al ejemplar, como la fecha de entrada o de catalogación, su empleo en exposiciones, etc. lo que nos permite inferir una fecha de colecta anterior al documento o evento en cuestión.

Toda esta información fue procesada y estandarizada, incluyéndose en una base de datos *access* que contiene 25 campos, taxonómicos, geográficos, etc.

4. RESULTADOS

De las 257 instituciones contactadas, y de las 157 que respondieron a nuestra solicitud, en 60 C.C. (14 ibéricas) se alojan anfibios ibéricos. Estas 60 C.C. están repartidas por Europa y América, siendo el Museo Nacional de Ciencias Naturales (MNCN) de Madrid es el que mayor número de ejemplares conserva, En González-Fernández [2011, anexo 2] puede consultarse la distribución por especies, el número de ejemplares de cada una de ellas y los datos básicos de contacto con los 60 museos que los custodian, así como los datos de los respectivos responsables de las colecciones.

El análisis de la mencionada base de datos *access*, donde se ha reunido tanto la información obtenida como la inferida nos ha permitido determinar que el número de anfibios de procedencia ibérica que se conservan en el mundo es de 69.811 (38 de Andorra, 49728 de España y 4411 de Portugal), de estos el MNCN con 28.788 de los cuales 22 proceden de Andorra, 27.228 de España y 1.538 de Portugal, es la institución con una más amplia representación.

En 62.005 ejemplares (casi el 89% de los localizados), hemos podido determinar, al menos el año de colecta. La distribución de ingresos a lo largo de los años se muestra en la [Figura 1].

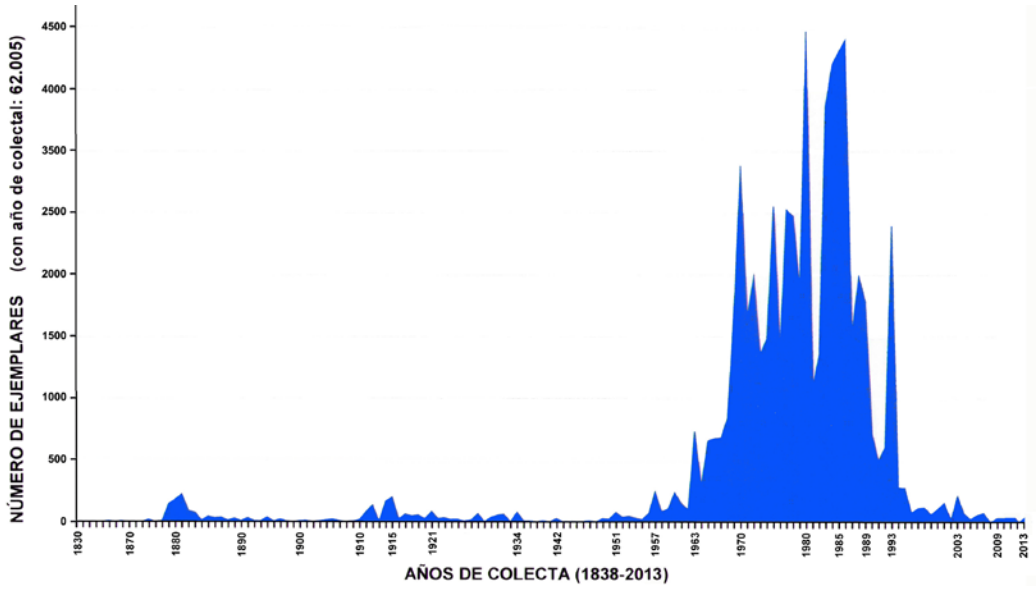


Figura 1: Anfibios ibéricos (con año de colecta) ingresados en las C.C. desde 1838 a 2013.

Por otra parte también hemos determinado que los anfibios ibéricos conservados más antiguos, datan de 1838 y son cuatro tritones jaspeados *Triturus marmoratus* alojados en Naturmuseum Senckenberg De Frankfurt (SMF: 382-385), sin más información que su procedencia española.

Analizada la evolución de los ingresos en colecciones hemos detectado diferentes circunstancias que han influido en dicha colecta a lo largo de los años. Señalaremos algunas de las que, a nuestro juicio, han producido estos ciclos de ingreso en las colecciones:

Desde 1838 hasta 1878, el número de ejemplares conservados aumenta en unos pocos ejemplares cada año [Figura 2]. En los años anteriores, las colectas se habían centrado más en las extrañas y faunas exóticas, procedentes de las antiguas colonias. Este interés también había sido mayor por otros grupos de vertebrados, más llamativos o fáciles de preparar o mostrar al público, y también exentos de tabúes populares o estigmas religiosos. Los desplazamientos, y la dificultad de obtener fondos para realizar "colectas domésticas" y no grandes expediciones científicas, seguramente acentuaron estas circunstancias.

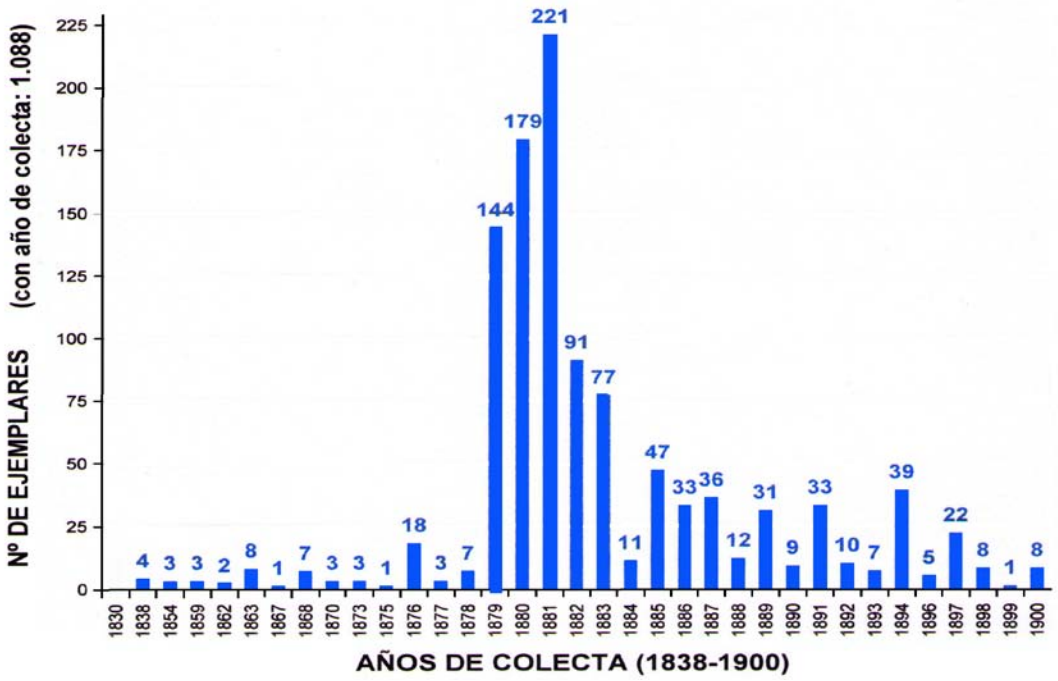


Figura 2. Anfibios ibéricos (con año de colecta) ingresados en las C.C. desde 1838 a 1900.

Entre 1879 y 1883 se produce, aunque reducido, un primer pico en las colectas, coincidiendo básicamente con las aportaciones realizadas por Eduardo Boscá. Este significativo aumento llega a superar los 200 ejemplares en 1881. Posteriormente, a partir de 1883 y hasta 1900, la cifra anual vuelve a bajar, estabilizándose entre unos pocos ejemplares y algunas decenas al año [Figura 2].

Durante la primera mitad del siglo XX continúa la tónica anterior. En torno a 1914 se produce otro ascenso, de nuevo merced a la entrega por E. Boscá de parte de su colección particular al MNCN. Queremos comentar que, muy probablemente, gran parte de los ejemplares donados por Boscá en esas fechas fueron colectados por éste durante los treinta años anteriores pero, tanto en los antiguos libros de registro del MNCN como en las fichas confeccionadas al efecto, no se constata, en la mayoría de ellos, la fecha de colecta, sino la de entrada en el MNCN. Superar los dos centenares de ingresos no vuelve a suceder hasta finales de la década de los cincuenta

En 1957 se produce un pico que vuelve a superar los 200 ejemplares, gracias fundamentalmente a las colectas de D. Hillenius para el Zoologisch Museum Amsterdam y A. H. Brame para el Natural History Museum of Los Angeles County (California). En el siguiente quinquenio oscilan las cifras entre los 80 y los 240 ejemplares [Figura 3].

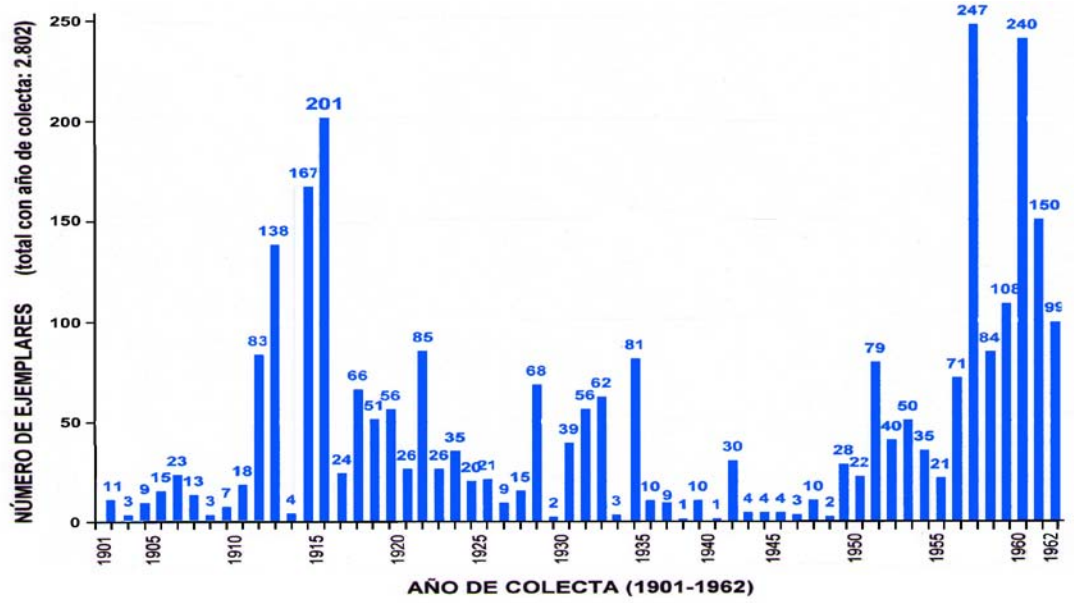


Figura 3. Anfibios ibéricos (con año de colecta) ingresados en las C.C. desde 1901 a 1962.

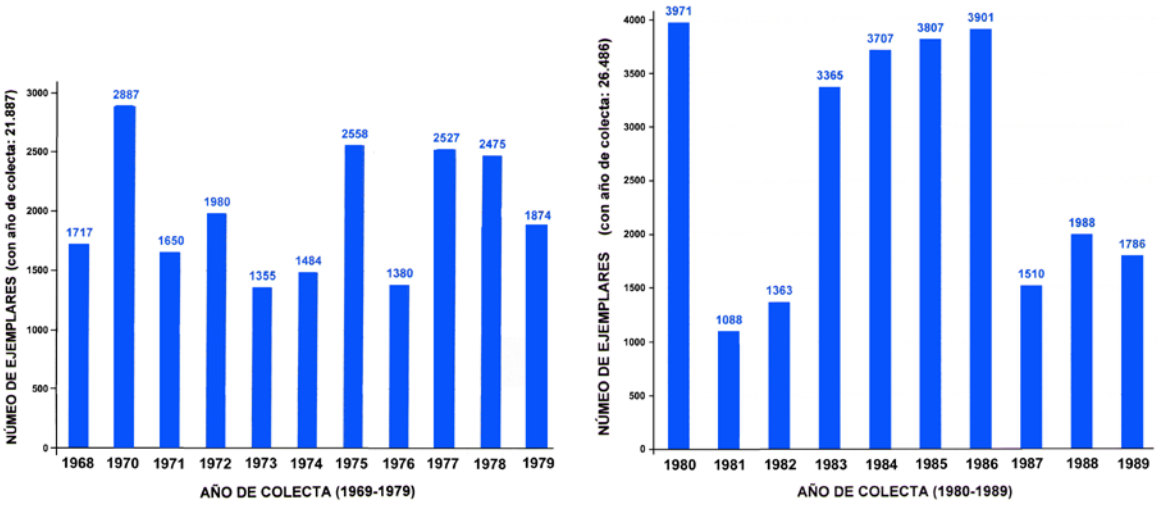


Figura 4 A y B. Anfibios ibéricos (con año de colecta) ingresados en las C.C.desde 1968 a 1989.

Es a partir de 1963 cuando comienzan a aumentar las cifras anuales de ingreso en las colecciones, alcanzándose los 2.887 ejemplares en 1970. Este aumento básicamente se produce merced a las colectas de S. D. Busack depositadas en el Carnegie Museum of Natural History (Pittsburg, Pensilvania) y J. A. Valverde y J. Castroviejo conservados en la EBD de Sevilla y en el MNCN de Madrid [Figura 4 A]. Le siguen unos años en los que se superan los 2.000 ejemplares, pero es desde 1980 cuando las cifras alcanzan de forma sostenida durante varios años sus máximos históricos. Entre 1980 y 1989 ingresaron en las colecciones 26.486 anfibios ibéricos, casi el 43 % del total de los actualmente conservados. Hecho fundamentalmente debido a las colectas realizadas en

el contexto de proyectos científicos diversos, por el grupo de batracólogos del MNCN coordinado por B. Sanchiz.

También contribuyeron, en menor medida, al crecimiento de la presencia de anfibios ibéricos en las C.C. las colectas realizadas por el grupo de V. Pérez-Mellado en la Universidad de Salamanca, las colectas de A. Dubois ingresadas en el *Muséum National d'Histoire Naturelle* de París (MNHNP) de París o las habidas en la Estación Biológica de Doñana de Sevilla y el *Centre de Recursos de Biodiversitat Animal* de Barcelona. Para territorio portugués fueron importantes, aunque en un número más reducido, las colectas aportadas al *Museu Bocage (Museu Nacional de História Natural)* de Lisboa por E. Crespo [Figura 4 B].

A partir de 1990 se inicia un claro declive en los ingresos en colecciones clásicas, fundamentalmente producidos por la drástica disminución de las colectas llevadas a cabo por personal del MNCN, que comienza a emplear otras técnicas que no requieren de las grandes series necesarias para los estudios realizados con anterioridad. Sólo cabe destacar un pico producido en 1993 merced a las colectas realizadas por el MNHNP. A partir de 1994 la cifra anual de ingresos de anfibios ibéricos en las C.C. disminuye drásticamente hasta alcanzar los niveles de la primera mitad del siglo XX. El empleo de actuales técnicas moleculares requiere sólo una pequeña muestra de tejidos de los ejemplares, que es obtenida en el campo, liberándose de nuevo al ejemplar tras la obtención de ésta. También la aplicación de leyes proteccionistas con la naturaleza, que dificultan la obtención de permisos de colecta de ejemplares para su conservación en colecciones, sin duda ha propiciado esta disminución. En la última década, los ingresos de anfibios ibéricos en todas las C.C. del mundo no han llegado a los 750 ejemplares. Por contra, se han incrementado enormemente las colecciones de ADN y Tejidos, conservados en alcohol o congelados [Figura 5].

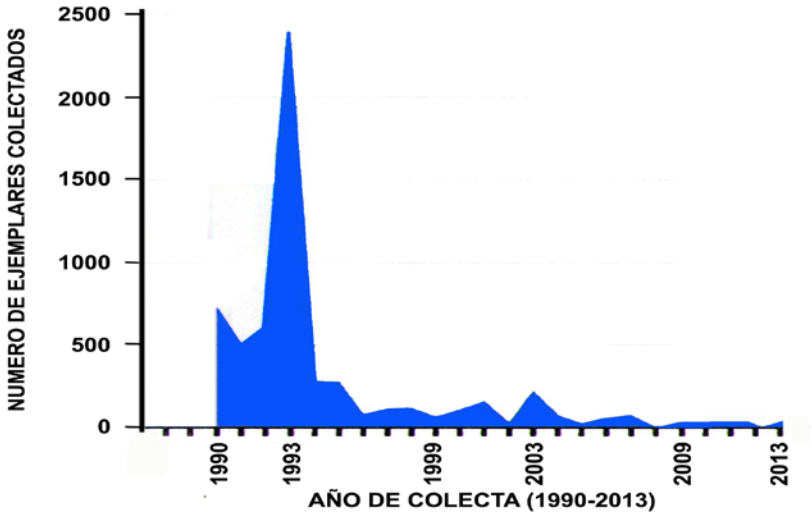


Figura 5. Número de anfibios ibéricos (con año de colecta) ingresados en las C.C. desde 1990 a 1213.

5. CONCLUSIONES

El análisis histórico de la evolución de los ingresos en colecciones permite afirmar que el crecimiento fue lento durante el siglo XIX siendo algo mayor en su último tercio, merced a la labor de los precursores de la Herpetología española: Eduardo Boscá y Victor López Seoane. Se tornan escasas hasta bien transcurrida la mitad del siglo XX: inexistente desarrollo de la Herpetología en España y secuelas derivadas de las de la guerra civil (1936-1939) en el ámbito científico.

Superado el periodo de postguerra se inicia un lento pero creciente aumento, que culmina con la "treintena dorada" entre 1963 y 1993, coincidente con el florecimiento inicial y desarrollo de los estudios herpetológicos en España llevado a cabo por españoles. En esta época se aportan a las colecciones la inmensa mayoría de los ejemplares que ahora conservan (más del 70%).

Desde 1994 el descenso de los ingresos de colecciones clásicas es drástico; situándose en niveles similares a los del siglo XIX. Se incrementan sin embargo las colecciones de ADN y tejidos, que no requieren colectar ejemplares completos.

Esta drástica disminución de ejemplares completos a las colecciones, de alguna manera pone en peligro la representación futura de la biodiversidad actual.

Consideramos necesario hacer un esfuerzo para mentalizar a las autoridades administrativas y medioambientales, con competencias en protección de la fauna silvestre, de la necesidad de planificar campañas de muestreo racionales que nos permitan contar con ejemplares colectados y procesados adecuadamente. Así, conservados con las suficientes garantías, podrán ser utilizados por las actuales, y especialmente, por las previsibles futuras técnicas y necesidades científicas.

Estas colectas racionales implican la planificación de las mismas en función de las existentes, de las zonas en peligro, etc. y no dejándolas sólo en función de las necesidades puntuales y temporales del trabajo de los investigadores, o de las muestras testigo de sus investigaciones publicadas. La racionalidad de las colectas futuras se convierte en uno de los más importantes aspectos actuales del debate en museología científica.

6. AGRADECIMIENTOS

A todos aquellos responsables de instituciones o de sus colecciones que nos remitieron amablemente la información utilizada en este trabajo. Dado el elevado número de personas e instituciones colaboradoras, remitimos a González-Fernández [2011, anexo 3], También nuestro sincero agradecimiento al Drs.: Salvador Carranza y Diego San Segundo que nos mandaron la información del Natural History Museum (British Museum), Santiago Aragón que hizo lo propio con el Museo de París. A Teresa García que visitó las colecciones de Salamanca, Berlín y Frankfurt.

Al Servicio de Biblioteca y Archivo del MNCN con su diligencia a la hora de suministrarme la información requerida.

7. BIBLIOGRAFÍA

BARREIRO, J., GONZÁLEZ-FERNÁNDEZ, J.E. Y REY FRAILE, I. (1994). "Las Colecciones de Vertebrados: Uso y Gestión". En: B. Sanchiz (ed.) *Manual de Catalogación y Gestión de las Colecciones científicas de Historia Natural. "*Manuales técnicos de Museología", 1. Madrid, Museo Nacional de Ciencias Naturales (CSIC).

FROST, D.W. (2014). Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 6.0 (14/10/2014) Electronic Database accessible at http://research.amnh.org/herpetolofy/amphibia/ index .html American Museum of Natural History. New York. USA.

GONZÁLEZ-FERNÁNDEZ, J.E. (2011). *Anfibios ibéricos conservados en las colecciones zoológicas: Catálogo, evaluación y Museología científica*. Madrid, Universidad Complutense de Madrid.

VILLENA, M.; ALMAZÁN, J.S.; MUÑOZ, J. & YAGÜE, F. (2009). *El Gabinete perdido. Pedro Franco Dávila y la Historia Natural del Siglo de la Luces*. Serie "Textos Universitarios", 43. Madrid, CSIC.

GONZÁLEZ REDONDO, F. A. (coord.) (2015) *Ciencia y Técnica entre la Paz y la Guerra. 1714, 1814, 1914*. Madrid, SEHCYT, pp. 1233-1238.

FREDERICK STARK PEARSON, CREADOR DEL PRIMER MONOPOLIO HIDROELÉCTRICO EN MÉXICO, MUERTE Y PRIMERA GUERRA MUNDIAL

María de la Paz Ramos Lara[(1)] y Elio Agustín Martínez Miranda[(2)]

(1) Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades, UNAM, Ciudad Universitaria, México, ramoslm@unam.mx
(2) Becario del Programa de Becas Posdoctorales en la UNAM, Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades, UNAM, Ciudad Universitaria, México, elio_mmiranda@hotmail.com

Resumen

En 1900, el ingeniero norteamericano Frederick Stark Pearson (1861-1915) visitó México para conocer la región de Necaxa (Puebla), cuyas caídas de agua tenían una altura superior a las de las cataratas del Niagara, donde se había construido una de las plantas hidroeléctricas más grandes del mundo. Pearson quedó convencido que podía hacer un complejo hidroeléctrico más grande que el anterior y, por su ubicación geográfica, podría abastecer de energía eléctrica a la capital y a un amplio complejo de industrias como la minera. En Canadá formó un grupo de accionistas y el 10 de septiembre de 1902, en Toronto, fundó la compañía The Mexican Light and Power Company, Limited. La tecnología de vanguardia la importó de Estados Unidos, Canadá y Alemania. Tres años después empezó a operar la planta y llegó a contar con los generadores más potentes del momento y la transmisión hacia las zonas mineras destacó como la más larga del mundo. Por más de 50 años, la corporación de Pearson se convirtió en un monopolio en materia de energía eléctrica, a pesar de la muerte de Pearson y el inicio de la Revolución Mexicana. Pearson murió, de manera incidental, el 7 de mayo de 1915, cuando fue torpedeado, por un submarino alemán, el barco Lusitania en el que viajaba a Inglaterra para realizar negocios. Ante la incredulidad del mundo, la prensa reportó que este infortunado suceso se había convertido en una de las razones por las cuales entraron los Estados Unidos en la Primera Guerra Mundial en 1917.

Palabras Clave: Frederick Stark Pearson, Industria eléctrica, Necaxa, México, Primera Guerra Mundial.

FREDERICK STARK PEARSON, FOUNDER OF THE FIRST HYDROELECTRIC MONOPOLY IN MEXICO, DEATH AND WORLD WAR I

Abstract

In 1900, the American engineer Frederick Stark Pearson (1861-1915) visited Mexico to know the Necaxa region (Puebla), because the waterfalls had a height greater than that of Niagara Falls, where it had built the world's largest hydroelectric. Pearson was convinced that he could build a larger hydroelectric complex, and due to the geographic position of Necaxa, he could provide electrical power to the Mexico City and, also, to large complex of industries such as mining. In Canada he formed a group of shareholders and the September 10, 1902, in Toronto, founded the company The Mexican Light and Power Company, Limited. The advanced technology was imported from the United States, Canada and Germany. Three years later he began to operate the plant with the most powerful

generators, and the distance of transmission to the mining areas highlighted as the longest in the world. For over 50 years, Pearson Corporation became a monopoly on power, despite Pearson's death and the start of the Mexican Revolution. Pearson died, incidentally, on May 7, 1915, when it was torpedoed by a German submarine, the ship Lusitania, where he was travelling to England for business. The international press reported that this unfortunate incident had become one of the reasons why the United States entered World War I in 1917.

Keywords: Frederick Stark Pearson, Electric power industry, Necaxa, Mexico, World War I.

1. INTRODUCCIÓN

Los avances que experimentaron la electricidad, el magnetismo y la termodinámica durante el siglo XIX condujeron a una serie de aplicaciones que transformaron radicalmente los modos de producción del sector industrial y la forma de vida de las sociedades modernas. En particular, podemos mencionar las aportaciones de Michael Faraday, en la primera mitad de ese siglo, sobre la inducción electromagnética que hizo posible la transformación del trabajo mecánico en eléctrico, convirtiendo a la energía eléctrica como una tecnología más eficiente que la hidráulica y la de vapor. En la segunda mitad del siglo XIX, además de la producción de mayores generadores, se inventó la turbina para aprovechar los recursos hidráulicos de la naturaleza para generar energía eléctrica, se introdujo exitosamente la corriente alterna para transmitir energía a distancias mayores, por mencionar algunas de las aportaciones que transformaron el ámbito industrial.

En lo que se refiere a la comercialización de aparatos, equipo y todo tipo de materiales eléctricos, a partir de 1850 se observó el ascenso de países como Estados Unidos y Alemania, cuyas empresas dominaron el mercado internacional y se posicionaron como poderosos monopolios hasta el siglo XX. Baste mencionar que al comienzo de la primera Guerra Mundial, Alemania destacaba como el mayor exportador mundial de productos químicos y de maquinaria. En material eléctrico, las exportaciones alemanas representaban un 46.4%, frente al 22% de Gran Bretaña y el 15.7% de Estados Unidos [NAHM, 1997].

Un puñado de empresas controlaban la industria eléctrica en el mundo, lo cual incluía no sólo la producción de materiales sino la construcción y explotación de centrales eléctricas con los servicios que le acompañaban, como generación y distribución de energía eléctrica, alumbrado y transporte eléctricos, entre otros. Sobresalían dos compañías alemanas y dos estadunidenses: la Allgemeine Elektricitäts-Gessellschaft (AEG), Siemens & Halske, General Electric y Westinghouse [NAHM, 1997].

En este escenario mundial, el ingeniero norteamericano Frederick Stark Pearson, a partir de 1887 comenzó como ingeniero consultor de varias empresas ferroviarias en los Estados Unidos y Canadá (además de atender proyectos de ingeniería civil y de explotación y manejo de algunos minerales, como el carbón) y, una década más tarde, emprendió con éxito un modelo de negocio de generación hidroeléctrica y electrificación de tranvías urbanos, que lo llevaría a crear monopolios en México, Brasil y todavía en España, antes de su muerte. En este trabajo se aludirá a su labor en México, en la instalación de la hidroeléctrica de Necaxa, para la cual tuvo que recurrir al oligopolio ya mencionado.

2. LOS INICIOS DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN MÉXICO

En el último tercio del siglo XIX, México sobresalía en el mundo por su industria minera y textil, por ello fue que la introducción de la energía eléctrica tuvo lugar para mejorar la producción de dichos

sectores. Al principio se utilizaron pequeñas plantas que se instalaron en los alrededores de las fábricas y de las minas, y la energía restante se vendía a los poblados cercanos. En 1879 se instaló la primera generadora de energía eléctrica en una fábrica de hilados y tejidos instalada en la ciudad de Guanajuato [BEST, 1889].

La demanda de energía eléctrica se empezó a incrementar, no sólo en el sector productivo, sino también en el sector público, especialmente para fines de iluminación, bombeo de agua y para mover los tranvías eléctricos. Dichos requerimientos condujeron a la instalación de pequeñas empresas privadas con capital tanto nacional como extranjero deseosas de explotar los recursos hidráulicos del país. De 1887 a 1911 se registraron más de 100 empresas de luz y fuerza motriz, donde el capital mexicano tenía una presencia considerable [GALARZA, 1941, p. 20].

Esta situación se revirtió y a los empresarios mexicanos les fue imposible competir con empresas extranjeras de grandes capitales. Ni siquiera pudieron aspirar a puestos directivos y a veces ni técnicos, pues dichas empresas preferían contratar personal extranjero. Para darnos una idea, se estima que entre 1935 y 1945, los mexicanos ocupaban tan sólo el 3% de los puestos de dirección, 27% eran empleados y el 70% obreros. Cabe mencionar que la empresa que más trabajadores contrató hasta mediados del siglo XX fue precisamente la de Pearson, que para esos años, era ya un monopolio [LARA, 1953, p. 32-33].

En este contexto, el personal calificado mexicano, es decir los ingenieros, tenían muy pocas posibilidades de laborar en las empresas extranjeras, por lo que la mayoría de ellos buscaron trabajo en las instituciones gubernamentales, donde, entre otras funciones, se desempeñaron como *Ingenieros Inspectores*, que supervisaban los proyectos, los diseños, la construcción y la operación de las concesiones solicitadas al gobierno mexicano [MARTÍNEZ Y RAMOS, 2005].

3. PEARSON Y LA HIDROELÉCTRICA DE NECAXA

A partir de 1850 se inician los primeros registros que aluden a la zona de Necaxa, en donde se destacan sus grandes cascadas. En 1898, un ingeniero mexicano, Gabriel M. Oropesa, realizó un estudio cuidadoso sobre el potencial y los recursos de la zona ante la petición de concesión que solicitara una compañía francesa integrada por el doctor Arnoldo Vaquié, el Arquitecto Silvio Contri y el ingeniero francés Víctor Fournier. La concesión la habían recibido en junio de 1895 y, al salir Contri del proyecto, se formó en París, la Societé du Necaxa (Mexique) tres años más tarde con un capital de 400.000 francos. Sin embargo, al paso de los años se hizo evidente que era un proyecto que demandaba un programa hidroeléctrico de mayor envergadura, el cual exigía una inversión muchísimo mayor, además de la incorporación de una tecnología más avanzada y de requerir de un gran número de trabajadores [MARTÍNEZ Y RAMOS, 2005].

Ante su fracaso, la compañía francesa decidió traspasar la concesión en 1903 a la compañía *The Mexican Light and Power Company, Limited*, fundada en Toronto, Canadá (en septiembre de 1902) por Pearson, con un capital inicial de 12 millones de dólares. Pearson se enteró de este proyecto por un funcionario mexicano, Luis Riba y Cervantes, quien no veía avances en la compañía francesa, y estaba al tanto del reconocimiento mundial de Pearson por sus trabajos en Estados Unidos, Canadá y Brasil [MARTÍNEZ Y RAMOS, 2005].

Conviene mencionar que en Brasil, en 1899, Pearson fundó la empresa candiense Sao Paulo Tramway, Light and Power Company (con un capital de 6 millones de dólares) para explotar un salto de agua a las afueras de la ciudad de Sao Paulo. Su proyecto consideraba tanto la generación hidroeléctrica como la explotación tranviaria. En 14 meses ya generaba 2.000 kW de potencia en el río Teitê, a 33 km de la ciudad. La central aprovechaba una caída de agua de 12 metros alimentada

por un embalse de 700 hectáreas mediante 3 turbinas. La compañía a la que compró el equipo fue a la General Electric [GANGOLELLS, 2012].

Sin lugar a dudas el proyecto de Necaxa era excesivamente más complejo que el de Sao Paulo. La caída de agua era de aproximadamente 443 metros y requería de 40 km de túneles para canalizar el agua a la presa de Necaxa, y la distancia a la ciudad de México, a la cual distribuiría energía eléctrica era de 155 kilómetros, sin embargo, la línea de transmisión de Necaxa al mineral El Oro tenía un total de 278 kilómetros que llegó a ser la más grande de su época. En 1895, la Niagara Falls Power Company, fundada en 1886, estableció una planta hidroeléctrica en Niagara Falls, Nueva York, con dos turbinas de 5.000 HP (3.730 kW) cada una, inaugurando con ello la era de los grandes desarrollos hidroeléctricos. La ventaja del proyecto de Necaxa era que tendría la posibilidad de contender por el mercado del transporte e iluminación eléctricas. A esto había que considerar que su ubicación geográfica (en el centro del país) era privilegiada, dado que estaba cerca de algunas de las zonas mineras más ricas de México, por lo que su proyecto incluía la generación y transmisión de energía eléctrica a esas zonas, y la posibilidad de contribuir en la explotación de los minerales [MARTÍNEZ Y RAMOS, 2006].

En 1903 empezaron las obras y dos años más tarde ya suministraba energía eléctrica a la capital del país, por cierto, la ciudad más poblada. A través de la hidroeléctrica de Necaxa, la compañía The Mexican Light and Power Company, Limited llegó a controlar el mercado de energía más codiciado de México, el cual abarcaba las ciudades de México, Puebla y Orizaba y las minas de El Oro y Pachuca [MARTÍNEZ Y RAMOS, 2006, p. 235].

Una vez que pudo suministrar energía eléctrica a la capital, bajó las tarifas entre un 60 y 70% para exterminar a las compañías competidoras por el mercado, logrando establecer el monopolio en tan sólo 3 años. El éxito del proyecto de Necaxa significó para Pearson un gran salto en sus ambiciones, de controlar el abastecimiento y servicios asociados a la energía eléctrica en una zona local, para ir en busca del de todo un territorio [GANGOLELLS, 2012].

Por sus dimensiones, este complejo hidroeléctrico sobresalía como el más extenso construido en México. A finales de 1905 y principios de 1906, se instalaron en la hidroeléctrica de Necaxa seis generadores capaces de producir 8.000 kW cada uno, con ello, la capital del país fue considerada una de las mejores iluminadas del continente americano, pues el número de focos de arco (1.500) que se usaron para alumbrar sus calles, fue mucho más grande en proporción con el número de habitantes y extensión superficial que el de cualquier otra ciudad de este continente [THOMPSON, 1906, p. 571].

De inmediato la compañía de Pearson solicitó al gobierno mexicano ampliar su proyecto y aprovechar un mayor número de ríos. La respuesta de la Secretaría de Estado y del Despacho de Fomento, Colonización e Industria no sólo fue positiva, sino que además amplió la duración de la concesión a 99 años. Para mediados de 1907, la compañía producía alrededor de 30,000 kW (operando solo cuatro de los seis generadores), rebasando lo establecido en el contrato-concesión inicial. Su crecimiento hubiera continuado a este ritmo si no hubiera sido por el inicio de la Revolución Mexicana en 1910, y la muerte inesperada de Pearson en 1915 [MARTÍNEZ Y RAMOS, 2006, p. 255].

Pearson embarcó hacia Gran Bretaña en el trasatlántico británico *Lusitania* el 1 de mayo de 1915. Su viaje era de negocios y aprovecharía para visitar, en compañía de su esposa, a su hija Natalie. Desafortunadamente el barco fue torpedeado por el submarino alemán U-20 a 18 km de las costas de Irlanda, y se hundió el 7 de mayo, cobrando la vida de 1.198 personas, de 1959 que iban a bordo, entre ellas, la de Pearson y la de su esposa. Se dijo que el Lusitania cargaba furtivamente contrabando de guerra: 1.248.000 cajas de granadas, 4.927 cajas de balas de fusil y toneladas de latón y cobre, entre otros materiales[1]. La catástrofe se difundió por todo el mundo y la prensa aseguró que debido a este infortunado suceso, Estados Unidos entró en la Primera Guerra Mundial en 1917.

[1] http://es.wikipedia.org/wiki/RMS_Lusitania. Consultado en agosto de 2014.

A pesar de estos inconvenientes, la compañía continuó creciendo y absorbiendo a las empresas pequeñas que se encontraban operando en varios estados del territorio mexicano. Así, la compañía canadiense contaba con un gran número de plantas, de las cuales, la de Necaxa destacó como la "mayor planta hidroeléctrica de México" hasta mediados del siglo XX. En 1954 se inauguró una planta más que alcanzó a producir la cantidad de 210,967 kW considerando todo el complejo hidroeléctrico de Necaxa, el cual incluía cuatro plantas (Necaxa, Tezcapa, Tepexic y Patla), siendo la de Necaxa, la de mayor capacidad [MARTÍNEZ Y RAMOS, 2006].

En este contexto, a mediados del siglo XX, el complejo hidroeléctrico de Necaxa sobresalía como el más grande de México. Suministraba el 55% de toda la energía generada en el país, contaba con una producción anual de 1.200.000 KW/h, y prestaba servicio a 357.000 suscriptores en la capital y en seis estados del país: en Puebla, en la ciudad de México, en Tlaxcala, en Michoacán, en el Estado de México, en Hidalgo y en Morelos. Asimismo llegó a sobresalir como uno de los más grandes de América Latina [MARTÍNEZ Y RAMOS, 2005, p. 40].

Para cerrar este trabajo, mencionaremos que coincidimos con Gangolells [2012] en que fue el proyecto hidroeléctrico de Necaxa el que condujo a Pearson a pensar en otros de mayor envergadura territorial, como el que proyectó en Barcelona en 1911 y para el cual fundó la compañía candiense Barcelona Traction, Light & Power Company Limited, con un capital de 40 millones de dólares. Ahora su idea se extendía a un modelo de redes territorial que incluía, además de la infraestructura eléctrica, la ferroviaria y la explotación de los recursos naturales.

BIBLIOGRAFÍA

BEST, A. (1889) "*Noticias sobre la aplicación de la electricidad en la República Mexicana*", En: R. Ortega Mata (1962). *La electricidad hasta su nacionalización*, "*El Economista Mexicano*", II (4), 426-462.

COOKE, G. (2003) "An extreme power engineer. The accomplishments of Fred Stark Pearson, part one". *IEEE Power & Energy Magazine, november/December*, 60-65.

COOKE, G. (2009) "Fred Stark Pearson, the AIEE, and Transnational Engineering in the Early 20th Century". *IEEE History of Technical Societies*, www.gilmorecooke.com/wp-content/uploads/2013/05/5-Fred-S-Pearson-the-AIEE-and-Transnational-Engineering-in-Early-20th-Century-Rev-1-copyright-2009-IEEE.pdf (consultada en agosto de 2014).

GALARZA, E. (1941) *La industria eléctrica en México.* México, Fondo de Cultura Económica.

GANGOLELLS ALSEDA, B. (2012) "La evolución del modelo de implantación de empresas eléctrica de F. S. Pearson", *Simposio internacional. Globalización, innovación y construcción de redes técnicas urbanas en América y Europa, 1890-1930. Brazilian Traction, Barcelona Traction y otros conglomerados financieros y técnicos*, Universidad de Barcelona, 23-26 de enero de 2012.

LARA BEAUTELL, C. (1953) *La industria de energía eléctrica.* México, Fondo de Cultura Económica.

MARTÍNEZ MIRANDA, E.A. y RAMOS LARA, M.P. (2005) "La física y la formación de los ingenieros mexicanos que laboraron en el magno proyecto hidroeléctrico de Necaxa". *Revista Mexicana de Física, E 51(1)*, 37-44.

MARTÍNEZ MIRANDA, E.A. y RAMOS LARA, M.P. (2006) "Funciones de los ingenieros inspectores al comienzo de las obras del complejo hidroeléctrico de Necaxa". *Historia Mexicana*, *LVI(1)*, 231-286.

NAHM, G. (1997) "Las inversiones extranjeras y la transferencia de tecnología entre Europa y América Latina: el ejemplo de las grandes compañías eléctricas alemanas en Argentina". *Scripta Nova*, *Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, Universidad de Barcelona, No. 1, 1 de marzo de 1997. www.ub.edu/geocrit/sn-1.htm (consultada en agosto de 2014).

THOMPSON, W. (1906) autor de un trabajo que describía las obras hidroeléctricas de Necaxa, *Boletín Oficial del Consejo Superior de Gobierno del Distrito Federal,* VII:36 (viernes 2 de noviembre de 1906).

GONZÁLEZ REDONDO, F. A. (coord.) (2015) *Ciencia y Técnica entre la Paz y la Guerra. 1714, 1814, 1914*. Madrid, SEHCYT, pp. 1239-1246.

LEONARDO TORRES QUEVEDO EN EL CONTEXTO CIENTÍFICO DE LA ESPAÑA DE LA GENERACIÓN DEL 14

Manuel Romana García[(1)], Antonio López Vega[(2)], María Socorro Pascual Nicolás[(3)]

(1) ESTI Caminos, Canales y Puertos, UPM, España, manuel.romana@upm.es
(2) Universidad Complutense de Madrid, España, alopezvega@gmail.com
(3) Museo Leonardo Torres Quevedo. UPM, España, mpascualnicolas@yahoo.es

Resumen

Es difícil comprender a un hombre fuera del contexto de su época, y es aún más complicado cuando ese hombre es una figura de enorme relevancia para ese contexto como lo fue Leonardo Torres Quevedo para la suya. ¿Por qué enmarcar a Torres Quevedo, nacido en 1852, en la Generación del 14? El carácter aperturista de su trabajo enlaza a la perfección con la sentencia lapidaria de Ortega, nacido 30 años más tarde: "España es el problema, Europa la solución". Esto, unido a su fe en el valor de una educación sólida y su perfil científico interdisciplinar le colocarán entre hombres décadas más jóvenes, pero que comparten estos ideales, esta filosofía. El éxito de Torres Quevedo más allá de la frontera patria, principalmente en Francia, logra captar la atención de la comunidad científica española primero, y luego del país al completo, que a partir de ese momento celebrará sus muchos éxitos. El Laboratorio de Automática, su colaboración en la creación de ingenios para diversas áreas científicas en pleno auge, desde medicina a aeronáutica, su redacción del diccionario técnico, que le valió una silla en la Real Academia de las Letras y su enorme proyección internacional, son hitos notables de su vida, pero también de la época en la que se desarrollaron. Científico de primer orden mundial en su tiempo, su trabajo ha trascendido hasta nuestros días y se encuentra presente en nuestra cotidianidad, desde el telekino a la calculadora. Es necesario devolver a Torres Quevedo, injustamente olvidado por la historia, al lugar que por derecho le pertenece entre los grandes hombres de la Ciencia.

Palabras Clave: Ingeniería, Torres-Quevedo, Generación del 14.

LEONARDO TORRES QUEVEDO IN THE SCIENTIFIC CONTEXT OF THE GENERATION OF '14 SPAIN

Abstract

This work intends to place an inventor of the relevance and importance of Torres Quevedo in the framework of his colleagues and comrades of the "Generación del 14" (generation of 1914). It shows how the whole group interacted, seeing the example of the different relationships of other members with Torres Quevedo. This group work can be seen in many initiatives, such as the *Junta de Ampliación de Estudios*, that revolutionized the state of science and education n the 20s and 30s of the XX century. Also, the role of Torres Quevedo making equipment and measuring devices offers also a good set of proofs, since he interacted with a good number of other scientists, such as Ramón y Cajal, Brañas, Blas Cabrera, Martínez Risco, Ángel del Campo or Negrín. Sorolla painted a portrait of hum, and he headed an effort to produce a technical dictionary, within the *Real Academia Española*,

of which he was a member since 1920. Torres Quevedo is a good example of this generation, modern in thinking, capable in production, balanced in their specialization, and on the forefront of European science at the time.

Keywords: Engineering, Torres-Quevedo, Generation of '14

1. LA GENERACIÓN DEL 14

El acta de nacimiento de la Generación del 14 española suele situarse en la resonante conferencia "Vieja y nueva política" que José Ortega y Gasset dictó en el Teatro de la Comedia de Madrid el 23 de marzo de 1914 [ORTEGA Y GASSET, 1914]. El término, Generación del 14, va más allá de una cuestión cronológica. Identifica a aquellas personas que hicieron de la europeización de España su quicio generacional. Para ellos, Europa significaba ciencia, razón, universidad, cultura, investigación, competencia; en definitiva, modernidad[1].

Existe en la literatura una cierta controversia sobre la fuerza del concepto G14, y, más en general, de la propiedad de hablar de generaciones en ciencia o en términos históricos. Nuestra opinión es que el concepto sirve para explicar un esfuerzo común y coordinado, y en este sentido la generación del 14 es una verdadera generación, como se demostrará en este artículo. En buena medida, Torres Quevedo es probablemente el mejor exponente de la realidad de la generación. Por supuesto que se puede ser coetáneo sin pertenecer a la generación determinada. Ortega habla de generaciones cada 15 años, lo que es consistente con hablar de una generación de 1914, intermedia ente las del 98 y la del 27. Pero, además, es hacia esta época cuando la ciencia irrumpe en la realidad española, con representantes a la altura de la ciencia internacional. Antes las cosas no eran similares. Por poner un ejemplo, Sánchez Ron dice que la física en España en el siglo XIX se caracteriza por un la repetición mecánica de lo que dicen los libros, sin verdaderos investigadores o físicos que desarrollen trabajos originales. Esto cambió de forma espectacular en los primeros años del siglo XX.

Aquella fue la primera generación en la historia de España que contó entre sus miembros con destacados científicos -en el amplio sentido del término-, trascendiendo el ámbito exclusivo del mundo de las humanidades [MARICHAL, 1947]. Entre la extensa nómina de personalidades que compartieron esta ambición para su país, además del propio Torres Quevedo, ingeniero, podemos incluir a los filósofos Eugeni D'Ors o Manuel García Morente; los médicos Gregorio Marañón, Gustavo Pittaluga, Gonzalo Rodríguez Lafora, Teófilo Hernando, o August Pi i Sunyer; los matemáticos Julio Rey Pastor o Esteban Terradas; el físico Blas Cabrera; el químico Enrique Moles; los historiadores Américo Castro y Claudio Sánchez Albornoz; los literatos Ramón Gómez de la Serna, Ramón Pérez de Ayala, José María de Cossío, Salvador de Madariaga, Federico de Onís, Fernando Vela, o el poeta Juan Ramón Jiménez; los músicos Manuel de Falla, Ernesto y Rodolfo Halffter; los pintores y escultores Josep María Sert, Sebastián Miranda o Daniel Vázquez Díaz; los políticos Manuel Azaña, Julián Besteiro, Fernando de los Ríos, Luis Jiménez de Asúa y toreros como Juan Belmonte o Joselito. Es en este contexto en el que hay que comprender y circunscribir la labor que Leonardo Torres Quevedo llevó a cabo en el mundo de la ingeniería y la técnica aplicada.

Así, ciencia fue la palabra clave para la Generación del 14, que impulsó la mayor modernización a la que España asistió hasta este momento y en la que el ámbito científico tuvo un papel fundamental en la vida social, cultural y política del país. Aquella generación asomó a la modernidad las más variadas ramas del saber científico experimental, implantando en nuestro país

[1] La bibliografía sobre diferentes miembros de la Generación del 14 es amplia y muy especialmente la relacionada con su líder, José Ortega y Gasset. Con todo, para una visión de conjunto, ver LÓPEZ VEGA [2014], y MENÉNDEZ ALZAMORA [2006].

estas disciplinas científicas, e importando las técnicas y métodos de investigación más avanzados. La investigación de Cajal –hombre de la generación anterior- en el ámbito de la neurología supuso un aldabonazo que, paralelamente a su reconocimiento con el premio Nobel en 1906, se plasmó en la creación de la Junta para Ampliación de Estudios (1907), que constituyó una novedad que aportó aire fresco al empobrecido panorama científico y educativo español[2]. Entre el año de su creación y 1936 que estalló la Guerra Civil, cerca de 2.000 pensionados salieron de España para imbuirse de la vanguardia científica. A su regreso, muchos de ellos pusieron en marcha investigaciones que alcanzaron relieve internacional en lugares como el Laboratorio de Investigaciones Físicas, Laboratorio de Investigaciones Biológicas, Laboratorio de Química Fisiológica, Laboratorio de Fisiología y Anatomía de los Centros Nerviosos, Laboratorio de Química General, Laboratorio de Fisiología General, Laboratorio de Serología y Bacteriología, Laboratorio de Histología Normal, Patológica e Histológica o el Museo Nacional de Ciencias Naturales, todos ellos ubicados en el entorno de la Colina de los Chopos. Allí se erigió la Residencia de Estudiantes –que había sido creada en 1910- como un Centro de la JAE. Siguiendo el modelo de la Institución Libre de Enseñanza auspiciada por Francisco Giner de los Ríos, que buscaba la formación integral de los residentes, la Residencia, además de ofrecer un alojamiento a los estudiantes que venían de provincias, trataba de proporcionar todo aquello de lo que adolecía la Universidad española: laboratorios, medios técnicos, atención individualizada. Fue en ese contexto en el que Leonardo Torres Quevedo, inventor español por antonomasia, puso allí en marcha un Laboratorio de Mecánica y Automática.

Aquellas personalidades de la Generación del 14 ambicionaron que su país se convirtiera en variable europea. Para ello, procuraron que buena parte de las mayores inteligencias europeas —Valéry, Chesterton, Keynes, Marinetti o Einstein, entre otros- visitaran los centros científicos y culturales de nuestro país. También pusieron en marcha iniciativas como la Universidad Internacional de Santander, ya en años de la II República, donde los alumnos, además de escuchar cursos y conferencias de científicos nacionales e internacionales, tendrían ocasión de tratarlos personalmente. Junto a estas personalidades e instituciones, aparecieron diferentes publicaciones de carácter científico y humanista donde, además de trabajos originales, se tradujeron buena parte de las investigaciones que trajo la modernidad y que estaba transformando el mundo de inicios del siglo XX –revistas como Residencia o la Revista de Occidente-. En todas estas personas, instituciones y publicaciones se plasmó el ideario que alumbró a esta generación excepcional de la historia de España y que, de una manera u otra, sería referencia en España en adelante.

2. UNA VERDADERA GENERACIÓN: CONCIENCIA

La generación del 14 fue el grupo que hizo posible la llegada de la modernidad. Un verdadero colectivo, que se puede distinguir claramente como tal, mucho más allá de un panorama de individualidades coetáneas. Una generación puede reconocerse si existe una conciencia de grupo, si los miembros colaboran eficazmente entre ellos, y, sobre todo, si sienten la llamada de la realidad e impulsan iniciativas para caminar en una dirección determinada. A fin de cuentas, es esa conciencia de necesidad y común dirección la que identifica a una generación. El fin último de la Generación del 14 fue el progreso de España. En este sentido, Sorolla escribía lo que sigue en noviembre de 1917 a su patrono norteamericano, Huntington, en relación a la colección de retratos de hombres ilustres de España que realizó del pintor con el fin de enviarlos y exponerlos en la Hispanic Society de Nueva York:

[2] Una visión de conjunto actualizada sobre la Junta para Ampliación de Estudios se puede encontrar en SÁNCHEZ RON Y LAFUENTE [2007].

> He pintado varios retratos, que ya Ud. al venir, verá; últimamente el del célebre músico don Tomás Bretón, don Gumersindo de Azcárate, y el del gran literato Azorín; Ahora cuando vaya a Barcelona pintaré el de Guimerá, autor como Ud. sabe de hermosas obras teatrales. De este modo, con lo que ya Ud. posee, podrá formarse una idea de los hombres que hicieron la España actual. También he retratado a Torres Quevedo con sus inventos, y el de Ricardo León, un excelente literato como Ud. sabe; quizá pinte el de Benavente.[3]

Como se ha apuntado, el proyecto común más característico de esta generación para lograr una nueva España queda plasmado y articulado años antes, con la creación de la Junta de Ampliación de Estudios (JAE). El acta de Constitución data del 15 de Enero de 1907 y en ella consta la presencia de Torres Quevedo, elegido como segundo vicepresidente entre los asistentes. La presidencia recayó, con algunas reticencias, en el científico Ramón y Cajal.

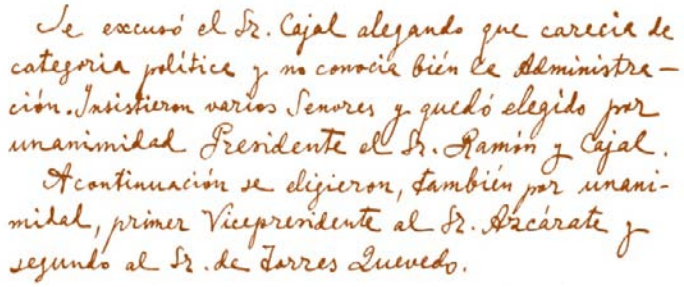

Se excusó el Sr. Cajal alegando que carecía de categoría política y no conocía bien la Administración. Insistieron varios Señores y quedó elegido por unanimidad Presidente el Sr. Ramón y Cajal.
A continuación se eligieron, también por unanimidad, primer Vicepresidente al Sr. Azcárate y segundo al Sr. de Torres Quevedo.

Figura 1. Acta de Constitución para la Junta de Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas del día 15 de Enero de 1907.

La selección de los vocales es toda una declaración de intenciones: la razón última de su existencia sería el estudio, la aportación de ideas, la investigación para el desarrollo, para ir más allá la frontera del conocimiento... Quedan invitados, con independencia de su afinidad política, toda suerte de investigadores. Este ambiente queda recogido en las siguientes palabras del historiador Pedro Sainz Rodríguez [1978]:

> Cuando se hizo la Junta de Ampliación de Estudios, precisamente para evitar esa idea de que estaba presidida por el espíritu, pudiéramos decir laico de la Institución Libre de Enseñanza, se tuvo el cuidado de poner gente de derecha y de izquierda. […]…la Junta de Ampliación de Estudios fue una especie de transacción, en el terreno científico, en esa división entre izquierdas y derechas que perturbó siempre la vida española en cualquier aspecto de la convivencia nacional.

Un grupo de personas que conectadas, unidas, que concurrían las estancias del Ateneo de Madrid, auténtico foco cultural madrileño desde su creación. Rodríguez Carracido recuerda al joven Torres Quevedo en el Ateneo "abismado en la lectura de revistas extranjeras, sin acudir a los corrillos de murmuración, ni a las tertulias políticas, ni apasionarse por los debates en que se controvertía lo humano y lo divino…" [GARCÍA SANTESMASES, 1980].

Efectivamente Torres Quevedo es ante todo y sobre todo un hombre de Ciencia, que deja de lado la ajetreada vida política del momento para centrarse en lo que será su razón de ser: sus inventos. Su conexión con Europa es temprana, comenzando ésta en 1868 con dos años de estudios

[3] Catálogo exposición Sorolla y la Hispanic Society. Una visión de la España de entre siglos. Madrid. Museo Thyssen-Bornemisza.

en Francia y continuando a lo largo de toda su vida con un enorme reconocimiento internacional en todo lo referente a sus aportaciones científicas, y se le puede considerar por ello un auténtico precursor de uno de los estandartes que defenderá la generación del 14, la europeización de España.

3. TORRES QUEVEDO Y LA GENERACIÓN DEL 14: COLABORACIÓN E INTERCONEXIONES

"*Al carro de la cultura española le falta la rueda de la ciencia*" [Santiago Ramón y Cajal]

Esta cita, del brillante médico e investigador español pone de manifiesto lo que fue el sentimiento global de la España formada del cambio del siglo XIX al XX. Ramón y Cajal y Torres Quevedo nacieron ambos en 1852, con lo que incluirlos dentro del contexto de la Generación del 14 resulta contradictorio. Jóvenes pensadores, científicos, políticos, escritores y pintores formaban el grueso de las filas de dicha generación, con lo que dos hombres entrados en los 60 años caen algo fuera de lugar. Si bien su edad los desplazaría a primera vista del contexto de la Generación del 14, su actitud y trayectoria personal y profesional los coloca precisamente en el centro del movimiento, que cuenta con la ciencia médica y la ingeniería como dos de los grandes motores del progreso del país.

El centro de ensayos de aeronáutica fundado por Torres Quevedo fue el origen del que posteriormente se conocería como Laboratorio de Automática. En el cambio de nombre lleva el símbolo más claro de la amplitud del ejercicio de torres Quevedo. El Centro estará dedicado a la investigación y a la fabricación de material necesario para la realización de estudios y avances científicos. Acudieron múltiples miembros de la Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas (JAE) y de las universidades españolas, instaurando una de las instituciones más relevantes del panorama científico español de la época, desembocando en la creación de una cultura descollante en la ciencia y la técnica. Fue una búsqueda del conocimiento a través de la experimentación, el rigor en la recogida de datos y el análisis de los mismos.

Pasemos ahora revista a las pruebas existentes de los ejemplos más claros de la colaboración entre Torres Quevedo y otros miembros de la Generación del 14. Casi todas las pruebas son aparatos mecánicos y electromecánicos, solicitados por otros integrantes de la Generación del 14 para su empleo en investigación.

Quizá la colaboración más extensa, salvando, claro está, la de Pérez Santano, que trabajó con Torres Quevedo en el Laboratorio de Automática, logró desarrollar el telégrafo dúplex que lleva su nombre (de Santano), es con Ramón Menéndez Pidal. Este importante filólogo y folklorista presidiría la RAE por primera vez interinamente desde el 23 de diciembre de 1925 y, ya en propiedad, el 2 de diciembre de 1926. Bajo su presidencia Torres Quevedo, quien pertenecía a la Academia desde 1920, en el sillón heredado de Pérez Galdós, publicó el *Diccionario Tecnológico Hispano-Americano* (1926), redactado por la Unión Internacional Hispano-Americana de Bibliografía y Tecnología científicas. Los antecedentes del Diccionario pueden rastrearse [GARCÍA SANTESMASES, 1980] hasta mayo de 1910. En este año Torres Quevedo forma parte de la Misión extraordinaria que acompaña a la Infanta Isabel a la República de Argentina con motivo de las fiestas de su Independencia. El inventor representaría a España en el Congreso Científico Internacional de Buenos Aires celebrado en julio de ese mismo año. Fue entonces cuando sugirió la creación de un diccionario técnico para todos los países de habla hispana. Se gestó en el seno de una proyectada "Unión Internacional Hispano Americana de Bibliografía y Tecnología Científica", cuya finalidad sería el depurar el lenguaje técnico utilizado por todos los hispanohablantes de la época. Precisamente esta iniciativa fue la que dio cuerpo a su discurso de ingreso en la RAE, titulado "El proyecto de la Unión Internacional Hispanoamericana de Bibliografía y Tecnología Científicas".

El *Diccionario Tecnológico*, además de acumular neologismos, tenía como fin el reunir el conocimiento técnico escrito en lengua española y "cuidar, mantener y perfeccionar el tecnicismo de la Ciencias".

A continuación cabe destacar la colaboración con Ramón y Cajal, quien encargó varios aparatos a Torres Quevedo, entre los que destacan un microtomo tipo Minot, uno o varios panmicrotomos, también llamados micrótomos panorgánicos de congelación, especialmente diseñados para obtener secciones de centros nerviosos (el Museo Torres Quevedo, en la Escuela de Ingenieros de Caminos de la Universidad Politécnica de Madrid, posee un magnífico ejemplar), y un aparato para proyecciones cinematográficas. Con Blas Cabrera la relación fructificó en el diseño de forma conjunta de varios aparatos, en equipo con Juan Costa, el jefe del taller. Pueden mencionarse un electroimán tipo Weiss, un espectrógrafo de rayos X, un mecanismo para manejar a distancia una balanza tipo Bunge, y un depósito de altura variable con movimientos micrométricos para realizar mediciones magneto-químicas.

Otros coetáneos para los que trabajó en el Laboratorio son Ángel del Campo, jefe de la Sección de Espectroscopía del Laboratorio de Investigaciones Físicas, quien encargó un comparador espectrográfico con aparato de inscribir análogo al ideado por Kaiser, Manuel Martínez Risco, quien pidió un interferómetro de distancia variable, tipo Michelson, Juan Negrín, quien solicitó un estalagmómetro o estalagmógrafo, aparato que permitía medir el goteo de un conducto, tubo, vena o arteria, en un intervalo de tiempo. Negrín quería este aparato para el Laboratorio de Fisiología de la Residencia de Estudiantes. Finalmente, Bañas solicitó poder desarrollar un magnetógrafo, aparato que permite registrar las fluctuaciones del campo magnético terrestre. Se trató de un aparato portátil fiable, y permitió superar los inconvenientes de los métodos y aparatos anteriores, basados en cámaras fotográficas.

4. EL APERTURISMO Y LA INTERNACIONALIDAD

Lo que distingue a Leonardo Torres Quevedo dentro de su época es la proyección internacional. La Generación del 14 desea ser Europa y que Europa la descubra. Entre tanto busca medios de hacerse notar en un mundo que avanza cada vez más deprisa y que establece una interconexión de la que España parece estar exenta.

Torres Quevedo tiene una clara proyección internacional. La ciencia española, en un primer momento, no se encuentra en un estado lo bastante desarrollado como para aceptar lo que presenta y darle una relevancia a nivel mundial. Francia es el centro de la Europa de la época, Inglaterra se antoja demasiado asilada y mirando a sus recientemente independizadas colonias. En ese momento Francia y su Academia de las Ciencias llevan la batuta de la modernidad. Tras su travesía del desierto, como la calificó Alzugaray, el primer eco de Torres Quevedo se produce en París, tras presentar en 1895 su comunicación "Sur les machines de Calculer". Da entonces el salto internacional, confirmado en 1900 cuando presenta ante la Academia de París su comunicación "Sur les machines algebraiques". Constituye un claro avance sobre lo que se conocía en el terreno de máquinas de calcular y la Comisión de la Academia de País recomienda la Inclusión de Torres-Quevedo en el "Recueil des Savants Étrangers" (Informes de académicos extranjeros). Su figura ya es relevante fuera de las fronteras españolas y cuando regresa a España ya es un personaje reconocido.

Una segunda aparición exitosa en el panorama internacional es el Transbordador del Niágara. Ya en 1887 Torres Quevedo solicita la patente de su transbordador en España, y los títulos correspondientes en Alemania, Austria, EE.UU., Francia, Italia y Reino Unido. Tras un fracaso inicial en Suiza, en 1907 Torres Quevedo construyó en San Sebastián el transbordador del Monte Ulía, que

puede considerarse el pistoletazo de salida de su relevancia como inventor. A partir de este momento se le empezó a reconocer la valía dentro y fuera de la frontera patria. Su transbordador fue el primero en transportar personas. Lo siguieron otros modelos en Francia y en Brasil. El transbordador que mayor fama alcanzó fue el que cruza el río Niágara, en el lado canadiense, pergeñado entre 1911 y 1914, y construido entre 1914 y 1916 e inaugurado este último. Es destacable que sigue en funcionamiento a día de hoy sin ningún cambio de diseño, y no ha sufrido ningún accidente, estando próximo su centenario.

Sin duda, el mayor éxito internacional de Torres Quevedo lo constituyeron los dirigibles Astra, derivados del primer dirigible español, construido en 1905. Astra comienza el proceso de fabricación a partir de una autorización del Ministerio de Fomento español de 1909, y a partir de 1911 se fabrica una serie apreciable de dirigibles, que fueron empleados en la primera guerra mundial. Los dirigibles dieron lugar al invento más conocido en la actualidad, el telekino, que fue concebido para manejar los dirigibles a distancia, sin riesgos para las personas.

Finalmente, no puede dejarse de mencionar la dimensión internacional del Ajedrecista, que causó impresión en primer lugar en 1913, y fue celebrado en 2013 como lo que fue, el primer juego por ordenador de la historia.

Para la generación del 14, Torres Quevedo sirve de puente tecnológico (y hasta cierto punto publicitario) con Europa y con el continente americano gracias a sus periplos internacionales. Cuando es nombrado Honoris Causa por la Sorbona en 1922 y cinco años más tarde se le honra con uno de los doce nombramientos de miembros asociados de la Academia de Ciencias de París, su puesto como representante internacional de la “España que quiere ser” queda consolidado más allá de toda duda.

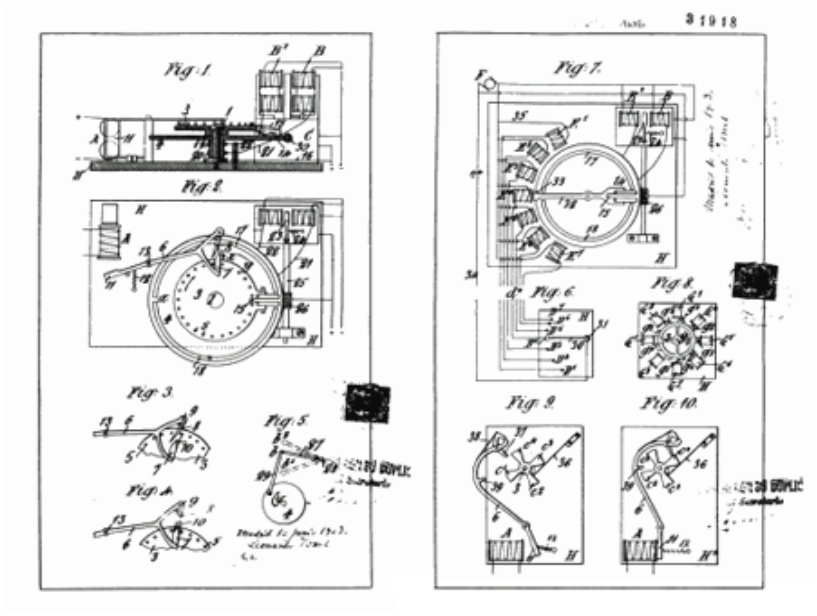


Figura 2. Esquema funcional del Telekino. Invento que le valió un “Milestone” internacional del IEEE,

5. CONCLUSIONES

La Generación del 14 es un grupo organizado, consciente de sí mismo y de la importancia de la tarea de modernizar España y sus instituciones, de los que la JAE es un gran ejemplo, prueba de un

esfuerzo colectivo, equilibrado, y mal interpretado después. Además, el propio Torres Quevedo es un testimonio de la coordinación de sus integrantes, mediante los aparatos que fabricó para muchos de ellos en el Laboratorio de Automática. Representa un ejemplo a seguir de una España blanca (piénsese en la pintura y los retratos de Sorolla), enfrentada a la negra tan recurrente, con capacidad de trabajar en equipo. Los desarrollos de la generación son, al igual que los de Torres Quevedo, buscados y planificados. Ningún invento suyo es un descubrimiento. Torres Quevedo y la generación del 14 buscan la ciencia moderna, conscientes de las limitaciones existentes, pero sin someterse a ellas en ningún caso.

Eran los más modernos, terminemos con la imagen mental de gente en fotos sepia y blanco y negro. En el caso de Torres Quevedo, como en el de Echegaray, el de Lucio del Valle y tantos otros, empezando por el propio Betancourt, la visión no podía estar más equivocada: eran modernos vestidos como su época mostraba. Pero muy modernos, quizá mucho más que los que ahora llevan barbas, coletas y camisas de cuadros.

6. BIBLIOGRAFÍA

ALZUGARAY, J. J. (2005) *Un Instituto Enraizado en la Sociedad*, Ed. Encuentro.

GARCÍA SANTESMASES, J. (1980) *Obra e inventos de Torres Quevedo*, Madrid, Instituto de España, 1980.

GONZÁLEZ DE POSADA, F. (1989) *Conmemoración en Cantabria del cincuentenario de la muerte (1936-1986) de Leonardo Torres Quevedo*, Santander, Amigos de la Cultura Científica.

GONZÁLEZ DE POSADA, F. (2009) *Leonardo Torres Quevedo: el inventor español más universal*, Instituto de España 2009.

LÓPEZ VEGA, A (ed.) (2014) *La generación del 14. Ciencia y modernidad.* Madrid, Biblioteca Nacional de España

MARICHAL, J. (1947) "La generación de los intelectuales y la política (1909-1914)". En: *La crisis de fin de siglo: ideología y literatura.* Ariel, Barcelona, p. 27.

MARTÍN-MUNICIO, A. (1991) "Torres Quevedo y su época". Aula de Cultura Científica nº 39. Santander, Amigos de la Cultura Científica.

MENÉNDEZ ALZAMORA, M (2006), *La generación del 14. Una aventura intelectual.* Siglo XXI, Madrid.

ORTEGA Y GASSET, J. (1914) "Vieja y nueva política". Conferencia pronunciada en el Teatro de la Comedia el 23 de marzo de 1914. Recogida en J. Ortega y Gasset (2004) *Obras Completas,* Vol. I. Taurus, Madrid, pp. 707-744.

REGISTRO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL (ESPAÑA) (1988) *Patentes de invención de Don Leonardo Torres Quevedo*. Registro de la Propiedad Industrial, Madrid.

RODRÍGUEZ ALCALDE, L. (1974): *Biografía de D. Leonardo Torres Quevedo*. Santander, Institución Cultural de Cantabria.

SAINZ RODRÍGUEZ, P (1878). *Espejo de España*, nº 41. Colección Testimonio y Recuerdos. Editorial Planta.

SAIZ, J. P. (2001) "Las patentes de invención en los siglos XIX y XX". *Historia de la tecnología en España*. Vol. 1, pp. 97-100. Barcelona, Valatenea.

SAIZ, J. P. (1996) "Leonardo Torres Quevedo". Madrid, Enciclopedia Multimedia Universal (Micronet).

SÁNCHEZ RON, J.M. Y LAFUENTE, A (2007) *El Laboratorio de España. La Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas 1907-1939,* Residencia de Estudiantes, Madrid.

SÁNCHEZ RON, J.M. (2014) "La Ciencia y la Generación del 14", *Generación del 14. Ciencia y Modernidad*, pp. 67-78. Biblioteca Nacional de España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.

CAPÍTULO 18

EL PATRIMONIO CIENTÍFICO, TECNOLÓGICO, INDUSTRIAL Y EDUCATIVO ENTRE LA PAZ Y LA GUERRA

SCIENTIFIC, TECHNOLOGICAL, INDUSTRIAL AND EDUCATIONAL HERITAGE BETWEEN PEACE AND WAR

GONZÁLEZ REDONDO, F. A. (coord.) (2015) *Ciencia y Técnica entre la Paz y la Guerra. 1714, 1814, 1914*. Madrid, SEHCYT, pp. 1249-1256.

MANUFACTURA E INDUSTRIA DEL VIDRIO ENTRE LA PAZ Y LA GUERRA

Josu Aramberri(1)

(1) Facultad de Informática, UPV/EHU, Donostia-San Sebastián, josu.aramberri@ehu.es

Resumen

La fabricación del vidrio ha sido por mucho tiempo un conocimiento reservado al gremio de los vidrieros. Desde la elaboración de las primeras pastas vítreas en la playas de Sidón, los vidrieros se establecieron principalmente en Alejandría.

Los desplazamientos de los vidrieros han sido con frecuencia motivados por las guerras. Con la caída del imperio bizantino se trasladaron a Venecia. A finales del siglo XVII la persecución de los anabaptistas menonitas suizos, hizo que emigrasen a Alsacia, donde muchos de ellos encontraron trabajo en la fabricación de vidrio.

En España la Real Fábrica de Cristales de la Granja de San Ildefonso se construye en 1727 por iniciativa de Felipe V, primer rey Borbón. Nieto de Luis XIV de Francia, quería replicar la "Manufacture royale de glaces de miroirs" establecida por su abuelo para fabricar los espejos y cristales del palacio de Versalles.

La Gran Guerra de 1914 también tiene un fuerte impacto en las fábricas de vidrio y en sus trabajadores. Algunos empleados de Cristalería Española, la primera factoría de la empresa Saint-Gobain en nuestro país (1906), se vieron afectados por el conflicto:

- Adolfo Rapp Walker (Las Rozas 1879, Australia 1920)
- Abel Rapp Ruiz (Reinosa 1879, Arija 1933), medalla militar y cruz de guerra
- León Craen, belga, ingeniero de la fábrica de Arija de 1915 a 1919
- Arsenio Brachotte, director de Cristalería Española, movilizado por el gobierno francés
- Octavio Villatte, director de Cristalería Española, movilizado por el gobierno francés

Como resultado de este conflicto, también quedó gravemente dañada en Francia la fábrica de Saint-Gobain. Las indemnizaciones de guerra permitieron la construcción de la factoría de Chanteraine, aprovechando esta circunstancia para renovar las tecnologías de fabricación.

Palabras Clave: Industria, Vidrio, Vidrieros, Gran Guerra.

GLASS MANUFACTURING AND INDUSTRY BETWEEN PEACE AND WAR

Abstract

Glass making has been, for long, a technique reserved for the guild of glassmakers. Since the development of the first vitreous pastes, on the beaches of Sidon, glassmakers settled mainly in Alexandria.

The glassmakers displacements have often been motivated by wars. With the fall of the Byzantine Empire, they moved to Venice. In the late seventeenth century, the persecution of Anabaptists Swiss Mennonites led them to emigrate to Alsace, where many of them found work in the manufacture of glass.

In Spain the Royal Glass Factory of La Granja de San Ildefonso was built in 1727 on the initiative of Felipe V, first Bourbon king. Grandson of Louis XIV of France, want to replicate the "Manufacture royale de glaces of miroirs" established by his grandfather to make mirrors and glass to the Versailles palace.

The Great War of 1914 also has a strong impact on the glass factories and their workers. Some employees of “Cristalería Española”, the first factory of the Saint-Gobain group in Spain (1906), were affected by the conflict:

- Adolfo Rapp Walker (Las Rozas 1879, Australia 1920)
- Abel Rapp Ruiz (Reinosa 1879, Arija 1933), Military Medal and Military Cross
- Leon Craen, Belgian engineer. At Arija factory from 1915 to 1919
- Arsenio Brachotte, director of “Cristalería Española”, mobilized by the French government
- Octavio Villatte, director of “Cristalería Española”, mobilized by the French government

As a result of this conflict was also severely damaged the French factory of Saint-Gobain. The war reparations allowed the construction of the Chanteraine factory, taking advantage of this opportunity to renew manufacturing technologies.

Keywords: Industry, Glass, Glassmakers, Great War.

1. INTRODUCCIÓN

Según cuenta la leyenda recogida por Plinio el Viejo en su obra *Naturalis Historia*, el descubrimiento del vidrio es un ejemplo destacado de casualidad o “serendipia”. La escena puede ser más o menos como sigue.

Hace más de tres mil años unos mercaderes fenicios, al no encontrar piedras en la playa, pusieron unos terrones de natrón cubiertos con la arena del lugar para sujetar la caldera y hacer una hoguera para cocinar. Entonces vieron salir unos “arroyos transparentes de un licor desconocido”. Este fue el origen del vidrio.

Los fenicios dieron el impulso definitivo al vidrio, con la invención de la técnica del soplado y la caña de vidriero, hace unos 2.000 años, inundando el área mediterránea con sus frascos y recipientes.

Los secretos de la fabricación del vidrio son administrados por unos artesanos gremiales que comienzan a desarrollar esta actividad en Oriente Medio y en Egipto (Alejandría). Al caer el imperio bizantino se trasladan a Italia (Murano) y posteriormente a las regiones boscosas de Europa donde encuentran combustible para sus hornos (Alsacia, Bohemia, Lorena, Turingia).

En el siglo XVII comienza en Francia la fabricación del vidrio plano para espejos, lunas y ventanas. Colbert, ministro de Luis XIV, se propone evitar la sangría económica que significa la adquisición de estos productos a los venecianos. Con la complicidad de algunos maestros vidrieros de esa localidad establece en París la “Manufacture Royal des Glaces”, que luego dará lugar a la Compañía Saint-Gobain. El Palacio de Versalles sería el destino principal de su primera producción. La “Galerie des Miroirs” , finalizada en 1684, contiene 357 espejos. Luis Lucas de Nehou experimenta la fabricación del vidrio plano por el nuevo procedimiento de colado en mesa, que recoge en sus láminas la Enciclopedia de Diderot y D´Alambert.

Los saberes de los vidrieros se han transmitido de generación en generación, casi siempre en núcleos familiares y gremiales, desde sus comienzos en Mesopotamia y las costas de Sidón, pasando por Alejandría en Egipto, y Venecia. Cuando el vidrio llega a la península ibérica por el Mediterráneo, con maestros vidrieros establecidos en las Islas Baleares y Cataluña, se repiten igualmente los comportamientos gremiales.

Otra curiosa faceta de los vidrieros es su estrecha relación con la alquimia, pues con frecuencia los alquimistas eran o habían sido también vidrieros. En Venecia, la formación del maestro vidriero incluía conocimientos de alquimia, que le capacitaban para llevar a cabo investigaciones relacionadas con su arte. El vidrio es uno de los componentes principales del llamado "polvo de proyección" o "piedra filosofal". La "piedra filosofal" se obtiene con una sustancia nacida de la manipulación alquímica, que sería soluble en vidrio a baja temperatura y antes del momento de su fusión, dispersándose en su interior y dándole una coloración roja de rubí. El polvo resultante de machacar este vidrio en un mortero de ágata era capaz de transformar metales vulgares en oro, plata y platino.

Con la revolución industrial el protagonismo pasa en parte de los maestros vidrieros a los propietarios de las empresas, y comienzan a aparecer los conflictos laborales. Es en esta etapa donde se puede comprobar que los trabajadores del vidrio forman una comunidad internacional, con matices de tinte gremial que proceden de tiempos anteriores.

Tomemos como ejemplo la procedencia de los vidrieros contratados en "la Industria" de Gijón. En 1866 contrataba a 60 operarios procedentes de centros vidrieros europeos, principalmente franceses. En 1884, de 107 operarios especializados, (manchoneros, aplanadores, botelleros, grabadores), 96 eran extranjeros.

Con esta historia a sus espaldas, no es de extrañar que los vidrieros y la industria del vidrio haya estado asociada a los conflictos bélicos y a los cambios políticos: así sucede en Alejandría a la caída del imperio bizantino, cuando los vidrieros se trasladan a Venecia.

También les afectan las guerras de religión de los siglos XVI y XVII cuando los anabaptistas alemanes y suizos, son perseguidos por luteranos y calvinistas. En esa época es frecuente encontrar entre ellos maestros vidrieros (glazier) [1]. Algunos huyen a Alsacia, como nuevos habitantes de una región devastada y despoblada por la guerra de los 30 años. Trabajan en las vidrierías situadas en los valles más alejados, en la región de Los Vosgos y la Selva Negra. Luis XIV dicta una orden de expulsión de los anabaptistas de Alsacia en 1712, que emigran a las regiones vecinas de Montbéliard y Lorraine [2].

Precisamente el mayor crecimiento de los vidrieros en España se produce con la llegada de los Borbones en el siglo XVIII. La Guerra de Sucesión en España, entre 1702 y 1714, asienta como monarca a Felipe V. Este sigue el ejemplo de su abuelo Luis XIV, instalando junto al palacio que construye en La Granja de San Ildefonso a imitación del de Versalles, la Real Fábrica de Cristales.

2. LAS GENTES DEL VIDRIO Y LA GRAN GUERRA

Con la revolución industrial el protagonismo pasa en parte de los maestros vidrieros a los propietarios de las empresas, y comienzan a aparecer los conflictos laborales. Es en esta etapa donde se puede comprobar que los trabajadores del vidrio forman una comunidad internacional, con matices de tinte gremial que proceden de tiempos anteriores.

Tomamos como ejemplo la procedencia de los vidrieros contratados en "la Industria" de Gijón. En 1866 contrataba a 60 operarios procedentes de centros vidrieros europeos, principalmente franceses. En 1884, de 107 operarios especializados, (manchoneros, aplanadores, botelleros, grabadores), 96 eran extranjeros.

Los casos que analizamos en este trabajo tienen relación con la Gran Guerra (1914-1918) y franceses o descendientes de franceses relacionados con las fábricas situadas en el sur de Cantabria y el norte de Burgos. En la Gran Guerra el Gobierno francés movilizó a sus compatriotas para combatir a los alemanes. De hecho, incluso en tiempos de paz, si los franceses o descendientes de

[1] Véase Global Anabaptist Mennonite Encyclopedia Online (http://goo.gl/ayoIDq)
[2] Lorraine, terre des verres (http://www.idverre.net/communication/terresdeverre.php)

ciudadanos francesas residentes en el extranjero querían conservar su nacionalidad, debían prestar el servicio militar.

2.1 Adolfo Rapp Walker

Adolfo Rapp Walter es un ejemplo de ciudadano del mundo (España, Francia, Gran Bretaña, Bélgica, Australia). Aunque nunca trabajó como vidriero, había nacido en el seno de una familia de manchoneros (sopladores de vidrio) en la fábrica de Las Rozas (Cantabria) el año 1879. Su obituario, publicado en Australia en 1924, nos proporciona interesantes detalles de su vida.[3]

Su padre Celestino Rapp Bourquin, de origen francés, había nacido en Castro Urdiales en 1847, y su madre Josefina Walker, de origen británico, era natural de La Granja de San Ildefonso.

Al fallecer Celestino en 1894 la familia se traslada a París, donde Josefina abre una librería. Luego se traslada a Londres, y finalmente a Argentina con tres de sus hijos.

Adolfo se queda en Inglaterra, concretamente en Southampton, figurando en las guías comerciales de como vendedor de libros extranjeros y fotógrafo naval. Su empresa se llama Marine Photographers y entre otros temas hace fotografías del Titanic y de su gemelo el Olympic.

Cuando estalla la Gran Guerra, el 10 de agosto de 1914, se alista en el ejército francés. Combate durante 19 días en la gran batalla del norte de Francia, de donde sale ileso.

A continuación, se incorpora como intérprete en un Batallón de Voluntarios (Yeomanry Regiment) del ejército británico en Flandes. En una batalla por la posesión de la carretera a Calais cae herido, con un balazo en una pierna y el brazo destrozado por la metralla de un obús. Permanece 29 horas sin atender en el campo de batalla, hasta que un sanitario del ejército inglés le encuentra vivo.

Su salud empieza a fallar, y enferma de tuberculosis. El domingo 20 de febrero de 1921 llega a Sidney (Australia) a bordo del barco SS Medic, de la White Star Line, con su mujer Ross (una chica inglesa) y sus dos hijos Victor y Leon Paul. Australia era un destino habitual para los enfermos de tisis, pues el clima de este continente se consideraba más higiénico.

En mayo de 1922 se instala en Singleton (Australia), como gerente de la tienda de telas de Mr. Fossey. Ese mismo año nace su hija pequeña Vera. Fallece el 23 de noviembre de 1924. Su familia envía copias del periódico a New York, Argentina, España, Italia, Francia e Inglaterra.

El 22 de febrero de 1926 su mujer regresa a Australia en el barco Esperance Bay , después de visitar a sus familiares en Inglaterra y España.

Adolfo Rapp es también el autor de una serie de fotografías realizadas en España: la fábrica la Luisiana de Las Rozas, la familia de sus tíos Emilio Rapp e Isabel Pérez que vivían en Arroyo, y las casas y paisajes de Arroyo. Estas fotos, casi con seguridad anteriores a la primera guerra mundial, viajaron a Argentina en 1927, y la familia las recuperó recientemente. El 22 de febrero de 1926 la mujer de Adolfo regresa a Australia en el barco Esperance Bay , después de visitar a sus familiares en Inglaterra y España.

Y para finalizar la relación de esta familia con los conflictos bélicos, un dato más: Leon Paul Rapp, hijo de Adolfo, es aviador en el Royal Australian Air Force (RAAF), y en 1943 participa en la segunda guerra mundial.

2.2 Abel Rapp Ruiz

Abel Rapp Ruiz (1879-1933) era español, hijo de Eugenio Rapp Bourquin, natural de Miellin Champagney (Francia) y de Antonia Ruiz natural de Reinosa. Casado con Asunción Díez. Luchó en

[3] Véase Singleton Argus (1924, November 25), p. 2. (http://nla.gov.au/nla.news-article80958056).

la Gran Guerra (1914-1917) en Francia, y fue condecorado con la medalla militar y cruz de guerra del ejército francés. Falleció en Arija. Era primo del anterior, y de su misma edad.

Su sobrina Victoria Rapp conserva la medalla y algunos documentos de su tío. Una breve reseña sobre Abel Rapp Ruiz ha sido publicada en Europeana, en el marco de una recogida de documentos denominada "La Gran Colecta", que han quedado agrupados en el sitio "Europeana 1914-1918"[4].

2.3 Leon Craen, ingeniero belga

León Craen, ingeniero belga de la Compañía Saint Gobain, trabajaba en 1913 en la fábrica de Aniche (norte de Francia). Al comienzo de la Gran Guerra, con la llegada de los alemanes en 1915, su empresa le trasladó como ingeniero jefe a la fábrica de Cristalería Española en Arija. En este caso, quizás por tener la nacionalidad belga, su recorrido le aleja del conflicto, y también de su familia en Amberes. Residió en Arija acompañado de su mujer Caroline Kennis hasta 1919, fecha en la que regresa a Francia, a la fábrica de Aniche[5].

Bob Craen, nieto de León Craen, ha conservado fotos y documentos de esa época. Particularmente curiosas son las tarjetas postales remitidas por sus familiares desde Amberes: unas de 1916 en flamenco con sellos de la ocupación alemana (Deutsches Reich), y otras de 1918 en francés con el soberano belga.

2.4 Arsenio Brachotte y Leroy, director de Cristalería Española

Arsenio Brachotte, natural de París (1870), estudia en Angers de 1886 a 1889. Se especializa en la instalación de aparatos electromecánicos en nuevas industrias, le contrata la compañía Saint-Gobain.

Será el primer director de Cristalería Española, filial de la Saint-Gobain, encargándose de la adquisición de los terrenos, la constitución de la sociedad en 1905, y la construcción de la nueva fábrica de Arija. Además de poner en marcha la primera gran fábrica de vidrio instalada en España, participa en la administración de numerosas sociedades participadas.

Fallece en Arija el 19 de julio de 1921, cuando ya había sido nombrado adjunto a la Dirección General de la Saint-Gobain. Una nota necrológica publicada poco después de su muerte [6] da cuenta de sus méritos profesionales y humanos.

En 1914 es movilizado como Oficial de Ingenieros, contribuyendo notablemente a la organización de la retaguardia en París. Pero la guerra le produce otra pérdida irreemplazable. Su único hijo, alistado como voluntario en el cuerpo de infantería, muere en combate.

2.5 Octavio Villatte, director de Cristalería Española

Don Octavio Villatte (Montluçon 1884 - San Juan de Luz 1962), nombrado Caballero de la Orden de la Legión de Honor francesa en 1955 [7], fue uno de los primeros ingenieros que intervino en la construcción de la fábrica de Cristalería Española en Arija. Su firma figura en el pergamino enterrado bajo la primera piedra en mayo de 1906. Prácticamente toda su vida laboral estuvo asociada con esta fábrica.

---

[4] Abel Rapp Ruiz en Europeana 1914-1918 (http://www.europeana1914-1918.eu/en/contributions/12515).
[5] Véase https://fr.wikipedia.org/wiki/Centre_de_mémoire_de_la_Verrerie_d%27en_haut.
[6] Véase http://www.arija.org/es/images/e/ef/AC000008825Doc2504.pdf.
[7] Léonore, base de datos de la Legión de Honor (http://goo.gl/lw0G9V).

Ingeniero por el ICAM (Institut Catholique des Arts et Metiers de Lille), entra a trabajar en la Saint-Gobain en agosto de 1903. Con menos de 22 años es destinado a Arija (7 de mayo de 1906). Desde marzo de 1933 hasta su cierre es Director gerente de la fábrica.

Entre los méritos que figuran en su nombramiento de Caballero de la Orden de la Legión de Honor se cita la creación de la fábrica de vidrio plano de Arija en Mayo de 1906, y la dirección, la construcción, y puesta en marcha de la fábrica de Llavallol en Argentina en 1937.

En el mismo expediente se cita su movilización durante cuatro años (1914-1918) como combatiente de guerra. También podemos asegurar que su traslado a Argentina vino motivado por la guerra civil española, cuando la fábrica de Arija quedó próxima al frente de batalla, y en zona republicana.

3. FÁBRICAS DE VIDRIO Y FABRICANTES

La fabricación del vidrio es un negocio muy peculiar. De hecho solo hay dos grandes grupos a nivel internacional: Saint-Gobain y Guardian.

Por una parte, para que sea rentable, la tecnología de fabricación es complicada de ajustar. En cierto modo los secretos artesanales de los primeros vidrieros se han convertido en patentes y maquinaria que está en manos de los grupos antes mencionados.

Por otra parte, el vidrio es un producto que “viaja mal”: no es rentable producirlo lejos del lugar donde se va a consumir. Cuando se trata de vidrio hueco (botellas, vasos) el transporte es caro, pues se transporta más “aire” que objetos. Y el vidrio plano es un material frágil que necesita bastantes precauciones para su embalado.

3.1 Las fábricas de Saint-Gobain en Francia y la Gran Guerra

Durante la Gran Guerra (1914-1918) gran parte de las fábricas francesas fueron destruídas por los alemanes. Entre ellas las fábricas de vidrio ubicadas en Saint-Gobain (Aisne), y Aniche (Nord), en territorio ocupado por el ejército alemán.

El año 1922, con las indemnizaciones por daños de guerra que recibe la Compañía Saint-Gobain al finalizar la primera guerra mundial construye la fábrica de vidrio de Chantereine en Thourotte (Picardie).

Junto a la fábrica, en la que incorpora las últimas tecnologías de producción de vidrio, crea una nueva ciudad. Para el diseño de la trama ciudadana, que albergará a los obreros y empleados, contrata al arquitecto Le Corbusier. Hace una primera propuesta, con tres tipos de casas, siguiendo el modelo teórico Monol. Las viviendas, con un techo abovedado y elementos prefabricados, son consideradas demasiado costosas e innovadoras.

Serán finalmente los arquitectos Paul Tournon, Henry Chappon, y Paul Robine los autores de la nueva ciudad de Chantereine con un diseño más tradicional, en colaboración con Ermant y Noullet, arquitectos de la Saint-Gobain. Respondiendo a la tradición social de la empresa, construyen 350 viviendas repartidas en dos barrios, la ciudad alta y la ciudad baja. También edifican un bloque destinado a las viudas y otro a los solteros. El conjunto se completa con una escuela, una capilla, un cine y los economatos, distribuidos alrededor de una gran plaza.

Se trata de viviendas adosadas tipo HBM (Habitations Bon Marché), con cuatro habitaciones y un jardín cerrado. Según el nivel social y la composición familiar hay cuatro tipos de construcción: las de los obreros por lo general están más cerca de la fábrica. Los encargados tienen un piso superior abuhardillado y con ventanas de techo. Las casas de los jefes e ingenieros son de planta cuadrada.

Estas edificaciones constituyen un nuevo conjunto urbano y social destinado al personal de la fábrica, que supera considerablemente la población inicial de la villa de Thourotte. La construcción finaliza en 1924.

4. CONCLUSIONES

Tradicionalmente los conflictos bélicos han afectado de manera especial a la manufactura e industria del vidrio, tanto a sus trabajadores como a las instalaciones industriales. Esto se debe en gran parte a las peculiaridades del sector: la gran movilidad de los trabajadores, que desde la revolución industrial eran un poderoso gremio unido por lazos familiares, y un cierto oligopolio organizado como "cártel", que garantiza el reparto del mercado a los grandes fabricantes de vidrio.

En este trabajo hemos reflejado algunos casos relacionados con trabajadores y empresas relacionadas con la Compañía Saint-Gobain, y más concretamente con las instalaciones de la región de Campoo. Pero sin duda alguna estas circunstancias se han repetido o ampliado en las guerras europeas, teniendo en cuenta que la Saint-Gobain en la primera mitad del siglo XX contaba con fábricas en Francia, Alemania, Bélgica, Holanda, Italia, y España.

BIBLIOGRAFÍA

ARAMBERRI, J. (2006) "Cristalería Española en Arija. Cien años de historia". *Cuadernos de Campoo, n° 43,* 27-38. Reinosa, Casa de Cultura Sánchez Díaz, Ayuntamiento de Reinosa.

ARAMBERRI, J. (2010) "Vidrio: Arte, industria y sociedad". *FABRIKART, n° 9,* 16-31. Bilbao, Servicio Editorial de la UPV/EHU.

ARAMBERRI, J. (2012) "Los vidrieros: saberes, tecnologías, cultura, comunidad". *Los Ojos de la Memoria, n° 12,* 335-340. Gijón, INCUNA

GUTIÉRREZ RAPP, R. (2005) "La industria del vidrio en Las Rozas". *Cuadernos de Campoo, n° 39*

GUTIÉRREZ RAPP, R. (2006) "Los niños de Las Rozas evacuados a la Unión Soviética (1937)". *Cuadernos de Campoo, n° 45*, 27-30

MARCOS VALLAURE, E. (1991) *Arte e Industria en Gijón (1844 - 1912). La fábrica de vidrios de Cifuentes, Pola y Cía*. Oviedo, Museo de Bellas Artes de Asturias.

SIERRA ÁLVAREZ, J. (1993) *El complejo vidriero de Campoo (Cantabria), 1844-1928*. Santander, Cámara de Cantabria.

GONZÁLEZ REDONDO, F. A. (coord.) (2015) *Ciencia y Técnica entre la Paz y la Guerra. 1714, 1814, 1914*. Madrid, SEHCYT, pp. 1257-1264.

MÉTODOS DE EXTRACCIÓN Y LAVADO Y MEDIOS DE TRANSPORTE EN LAS MINAS DE UDÍAS (CANTABRIA)

Gerardo J. Cueto Alonso[(1)]

(1) Departamento de Geografía, Urbanismo y Ordenación del Territorio, Universidad de Cantabria. Santander, Cantabria (España) gerardo.cueto@unican.es

Resumen

Los yacimientos de mineral de zinc de Udías (Cantabria) fueron descubiertos a mediados del siglo XIX y de inmediato puestos en explotación por la empresa francesa Compañía de Minas y Fundiciones de la Provincia de Santander, poco tiempo después la belga Real Compañía Asturiana de Minas se sumó al negocio minero, a partir de 1885 será prácticamente la única que continúe en actividad en Udías, una vez adquirida las minas de sus competidores. La historia de estas minas refleja perfectamente los altibajos del mercado fluctuante de minerales de zinc, con épocas de auge a las que se suceden crisis profundas, como la que prácticamente paralizó la actividad en los años inmediatamente posteriores a la I Guerra Mundial y sobre todo la que llevó al cierre de las minas en 1932, que no se volverían a reabrir hasta casi un cuarto de siglo más tarde.

Durante la primera etapa de explotación continuada desde 1855 hasta 1932 se fueron modernizando los métodos de explotación, preparación de minerales, lavado, transporte… pasando de un sistema muy rudimentario a ir incorporando aquellos adelantos técnicos más apropiados para realizar una explotación rentable de las minas. Los años veinte del siglo XX supusieron a culminación de este proceso innovador. Así, del sistema de explotación a cielo abierto de los primeros años se llegó a la generalización de la extracción subterránea con modernos pozos; de los métodos de lavado y calcinación primitivos se pasó a un acabado sistema con lavaderos mecánicos, hornos de cuba y de reverbero…; y de un sistema de transporte precario por caminos de tierra a la adopción de prácticamente todos los medios de transporte moderno que se empleaban en las minas de la época: un ferrocarril minero de más de tres kilómetros con varios ramales a las zonas de extracción, dos planos inclinados para bajar el mineral de la parte alta de las concesiones a los lavaderos, y un tranvía aéreo de casi tres kilómetros y medio para llevar el mineral una vez enriquecido hasta el puerto u otras instalaciones de la compañía.

Palabras Clave: Minería, Zinc, Extracción, Lavado, Transporte.

EXTRACTION, WASHING AND TRANSPORTATION IN THE MINES OF UDÍAS (CANTABRIA)

Abstract

The zinc mines of Udias were discovered in the middle of the 19th century and immediately the French company Compañía de Minas y Fundiciones de la Provincia de Santander started their exploitation, soon after the Belgian Real Compañía Asturiana de Minas joined the mining business, from 1885 onwards it will be practically the only company which continued working in Udías, once they purchased the mines of their competitors. The story of these mines perfectly shows the ups and

downs of the fluctuating zinc market, with periods of growth followed by deep crisis, such as the one that practically stopped the activity in the years after the First World War and above all the crisis that provoked the closing of the mines in 1932, mines that would be reopened again nearly a quarter of a century later.

During the first period of a continued exploitation from 1855 to 1932 the methods of extraction, preparation of minerals, washing, transportation were modernized, going from a very rudimentary system to add those most adequate technological advances to carry out a more profitable extraction. The twenties of the 20th century represented the zenith of this innovating process. It went from the open pit mining of the first years to the subterranean extraction with modern pits , the archaic washing and calcination methods gave way to a system with mechanical washing sites, shaft and reverberatory furnaces, from a precarious means of transport along dirt paths to adapt nearly all the modern means of transport used in the mines of that period: a more than 3 kilometer long mine railway with several branch lines to the extraction areas, two inclined planes to take the mineral from the top of the concession to the washing sites and a three-kilometer-long aerial tramway to carry the mineral to the port or to other company facilities.

Keywords: Mining, Zinc, Extraction, Washing, Transportation.

1. APUNTES SOBRE LA HISTORIA DE LAS MINAS DE UDÍAS[1]

El descubrimiento de las minas de zinc de Udías se enmarca en lo que los contemporáneos denominaron “mino-manía” o fiebre minera que afectó a la antigua provincia de Santander a mediados del siglo XIX. De hecho, la primera mención a una mina de calamina se debe a un informe redactado por el ingeniero de minas Pío Jusué y Barreda sobre una mina de plomo registrada en el vecino pueblo de Comillas[2]. En 1855 con el objeto de explotar el coto comillano, que se había ampliado hasta el municipio de Udías, se constituyó en París por iniciativa del banquero Jean Jacques Chaviteau la sociedad Minas y Fundiciones de Santander.

De esta manera y gracias al acondicionamiento del puerto de Comillas para el tráfico mineralero con Bélgica, comenzó la historia de la explotación del mineral de zinc en el municipio de Udías, que se prolongaría con intermitencias durante más de un siglo. Esta discontinuidad se debía fundamentalmente a las fluctuaciones del mercado de minerales, que en épocas de recesión no aconsejaban mantener en explotación el coto de Udías.

A la compañía francesa le saldría muy pronto un duro competidor, la poderosa Real Compañía Asturiana de Minas, que en los años cincuenta también comenzó a denunciar minas en el municipio de Udías, lo que años más tarde originaría algunos pleitos entre ambas por la propiedad de algunas minas.

Aunque en los primeros años Minas y Fundiciones obtuvo unos resultados muy satisfactorios, se vio muy afectada por la retracción del mercado de minerales en los años sesenta; una situación de crisis de la que no se sobrepondría para terminar por tener que vender en 1885 sus minas a su gran rival la Asturiana, que de esta manera se convertía en la compañía hegemónica en Udías y en general en Cantabria.

No obstante, los nuevos propietarios no realizarían grandes inversiones en el coto minero hasta los primeros años del nuevo siglo cuando la coyuntura de los mercados volvió a ser positiva; es en esa primer década cuando construyó, como veremos, unos nuevos lavaderos, nuevos ramales de ferrocarril y un cable aéreo. El auge de la minería zincífera en estos años explica la presencia de

[1] Véase SIERRA ÁLVAREZ [2004], CUETO ÁLVAREZ [2008, 2010].
[2] *Revista Minera*, 1864, p. 226.

nuevas compañías mineras en Udías, varias de capital extranjero, como Sindicat Minier, la Compañía Minas de Zinc de Udías o la Sociedad Corona, cuya explotación se centró en minas marginales, por lo que cuando el mercado volvió a caer abandonaron el negocio.

La I Guerra Mundial supuso un punto de inflexión en un mercado en caída. El estallido de la guerra en Europa que fue dramático para la otra gran minería de la región, el hierro, para el zinc tuvo el efecto contrario, con una asombrosa alza de las cotizaciones del zinc. Aunque para la Asturiana no fue tan positivo por cuanto su fundición de Auby (Francia) fue pronto ocupada por tropas alemanas, por tanto el mineral extraído en Udías se destinó en su totalidad a la fábrica de Arnao (Asturias). En este periodo reabrió algunas labores antiguas y acometió la construcción del Pozo del Madroño.

Esta coyuntura favorable tuvo su punto final con el armisticio, que vino acompañado de una depreciación de la moneda extranjera y un alza de los fletes[3] que se prolongó hasta 1921. De nuevo, un alza del mercado permitió a partir de ese momento poner en explotación a gran escala las minas de Udías, que vivieron hasta principios de la década siguiente una nueva época de esplendor, hasta que en 1932 las minas cerraron incapaces de rentabilizarse por la crisis mundial[4], que se prolongaría a causa de la Guerra Civil y la II Guerra Mundial hasta los años cincuenta.

Una vez concluida la Guerra Civil, la Asturiana realizó una serie de sondeos en las antiguas minas, aunque los resultados debieron ser positivos la situación del mercado internacional no aconsejó su puesta en explotación hasta los años cincuenta. Fue el canto de cisne de las minas que fueron definitivamente cerradas en los años setenta.

En definitiva, la historia de las minas de Udías, conocidas desde época romana seguramente y explotadas discontinuamente durante más de 120 años en época contemporánea, nunca tuvieron la riqueza de las vecinas minas de Reocín, por lo que siempre su explotación estuvo condicionada por los mercados, ya que sólo cuando los precios eran remuneradores convenía su apertura.

2. EL PROCESO PRODUCTIVO[5]

Como se ha indicado, el periodo entreguerras fue una de las épocas de esplendor de las minas de Udías, cuando funcionaban a pleno rendimiento gracias a los avances técnicos en materia de extracción, preparación y transporte que se habían implementado en años anteriores, pero que en ese momento alcanzaban su cénit. En las siguientes líneas se pretende realizar una aproximación al proceso productivo centrado principalmente en esa época.

2.1 El laboreo de las minas

Como es frecuente en muchas minas, y en el caso de las de zinc de Cantabria aún más, en los primeros años de explotación predominaba la extracción a cielo abierto, aunque paulatinamente las labores subterráneas fueron adquiriendo más importancia a medida que era necesario extraer minerales a mayor profundidad. Así, en los años veinte del siglo pasado prácticamente toda la producción se extraía por medio de galerías y pozos: “Desde la hondura de la mies veía el monte, ondulante como las olas, señero y adusto sobre la ribera sativa, herido por anchurones que le desangraban en corazón” [ESPINA, 1969, p. 31].

En el laboreo de las minas de Udías no existían problemas de entibación, ventilación y desagüe. Debido a que la roca encajante era muy resistente, las galerías y los grandes vanos abiertos por la explotación (algunos de hasta 40 metros de altura) se sostenían sin necesidad de

[3] *Estadística Minera de España*, 1919, p. 356.
[4] *Estadística Minera de España*, 1932, p. 359.
[5] Véase DEL CAMPO [1929].

entibación. Por su parte, la ventilación y el desagüe se hacían de manera natural, este último gracias a la existencia de un gran soplado que daba lugar a un río subterráneo.

El método de explotación era una variante del sistema de huecos y pilares en el que éstos no se colocaban de forma regular, sino en donde la metalización era pobre o se trataba de estériles. El mineral todouno arrancado se transportaba por medio de vagones basculantes por las galerías hasta el exterior traccionados a mano o por medio de caballerías. Para el barrenado la Asturiana disponía en esas fechas de cuatro martillos perforadores tipo Ingersoll, cuyo servicio se realizaba desde el Pozo del Madroño; como explosivo se empleaba la dinamita goma número 2.

> "Y de pronto, en lo sumo de la altura lejana, se enciende un hacho fulgurante que alumbra una caverna monstruosa: es el hueco del monte vaciado por la explotación.
>
> Han quedado allí erguidas las zonas estériles que forman columnas de sostén entre los respaldos del criadero, y están desnudos los huesos de la tierra, torcidos en contorsiones absurdas, atormentados en álabes dolorosos. La montaña, extirpada la carne de los senos, apoya su osamenta en llaves de dolomía, y construye en el vacío escollos, palacios, aras, sepulcros; erige monumentos, rasga balcones, traza caminos, cuela de sus ápices una sorprendente vegetación" [ESPINA, 1969, p. 38].

Para la salida del mineral al exterior se había abierto varias galerías y pozos, muchos de ellos no estaban operativos en los años veinte por cuanto desde la apertura del Pozo del Madroño la mayor parte de la producción salía por ese punto, ni siquiera el pozo de la mina Enriqueta parece que estuviera en uso en ese momento.

El Pozo del Madroño (Figura 1) tenía una profundidad de 160 metros, de los cuales tan sólo estaban revestidos los primeros 16, por cuanto la caliza y dolomía que cortaba eran muy consistentes. Sus dimensiones eran de 4,175 por 3,30 metros divididos en dos compartimentos, uno más pequeño de 1,175 por 3,30 sonde estaban colocadas las escalas de madera y otro mayor de 3,00 por 3,300 por donde circulaban las dos jaulas capaces para dos vagonetas cada una.



Figura 1. Pozo del Madroño, en la actualidad (Fotografía del autor)

El castillete del pozo era de hormigón armado con una altura de 10 metros con el eje de las poleas a 7,50 metros sobre el suelo. Una cubierta de hormigón armado a cuatro aguas protegía el

engranaje superior. Junto a él en un edificio también de hormigón armado se ubicaba la máquina de extracción con un motor eléctrico de 64 caballos de potencia permanente. En torno al castillete se encontraban los edificios característicos de cualquier explotación minera: compresor, lampistería, vestuario y almacén.

> "El suelo tiene apenas un suave declive, y en la parte que linda con la sombra lleva con él un río abandonado y espectral, a semejanza del Leteo: ha entrado allí por una grieta del monte y arrumba entre las cavidades silenciosas, dormido en los cadosos, apresurado en el rebalaje que nunca se detiene"[6].

2.2 La preparación mecánica

Una vez que el mineral se encontraba en el exterior se sometía a un primer escogido a mano. En una plaza habilitada para tal fin los obreros realizaban la primera separación reservando el mineral de mayor tamaño y ley que no necesitaba más preparación. El mineral restante era sometido a la monda, donde los obreros por medio de un martillo procedían a separar el mineral de la dolomía. El mineral escogido se almacenaba en pilas al aire libre en espera de ser transportado al lavadero o a los hornos, mientras la dolomía era arrojada a las escombreras. En estas labores se empleaban fundamentalmente a muchachas y chicos pequeños. En Udías había varias de estas plazas, una en Sel del Haya junto a la galería María, otra en la cabecera del segundo plano de La Rasa y la del Pozo del Madroño, ésta con un tendejón: "Llega arriba, perdiéndose de nuevo en el surco febril de las labores y entra maquinalmente en el taller de monda, un tinglado ancho y abierto donde las obreras, armadas de martillos tunden los pedruscos de la explotación para quitarles la ganga" [ESPINA, 1969, p. 34].

El mineral que no podía ser escogido a mano se transportaba por diversos medios, como veremos, hasta el lavadero, que en Udías contaba con todos los artefactos e instalaciones necesarios para un total aprovechamiento de las tierras mineralizadas. En los años veinte la Asturiana tenía varios lavaderos en Udías, uno en Cobijón, otro en La Gándara, sobre el que realizaremos la descripción del proceso, y otro en Canales, junto a la mina San Bartolomé.

Las tierras eran tratadas en primer lugar en los trómeles deslodadores que las clasificaban en dos tamaños (menor y mayor de 10 milímetros). A cada lado del trómel se situaban sendos planchister, uno que clasificaba el mineral menor de 10 milímetros en siete clases y otro para los trozos mayores que se clasificaban en tres tamaños. Así separados pasaban a un sistema de cribas de émbolo lateral para separar por densidad el mineral de la dolomía, no obstante también había unas mesas de escogido a mano donde las mujeres procedían a la separación de la calamina de la blenda y la galena, así como de la dolomía. Al final de este proceso la calamina pasaba a los almacenes, la blenda y la galena se separaban para su transporte a Reocín donde la Asturiana disponía de los artefactos necesarios para su tratamiento y la dolomía se depositaba en las escombreras.

Los lodos procedentes de las cajas pasaban a un laberinto donde se depositaba el mineral rico que era posteriormente tratado en una mesa Humboldt y una mesa giratoria. Por su parte, el agua sucia se pasaba por un clarificador para volver a ser empleada en el lavadero.

> "Es un enorme lavadero de mineral, un vertiginoso mecanismo que rueda y gira, choca y ruge con incesante clamor. Las mandíbulas de hierro devoran la calamina y la escupen en los coladores monstruosos para echarla después en un nuevo tamiz, a un inquieto canal, a un trémulo cajón. Aturden el vaivén continuo de las cribas, la rotación constante del tremel, que

[6] ESPINA [1969, P. 44].

igualan el material y la trepidación de las mesas giratorias, el crujido de las ballestas y los ejes, el movimiento de los tambores y las planchas; zunchos y rodillos, cables y zubias, el aire y el polvo, el agua y las piedras, tienen ritmos, gestos, curvas, fauces, una delirante voz de orgullo y de poder, la tremenda armonía de un vaso torrencial.

En el segundo piso una guirnalda de obreras se ciñe a los lados de la cinta sin fin donde la calamina corre, mojada y temblorosa, al paso de los ágiles dedos que la depuran. Todo muerde y canta sobre los dóciles bustos de las mujeres que sonríen empapadas en sangre de la mina, envueltas en el grifo soberbio de la Industria" [ESPINA [1969, pp. 32-33].

Para estos talleres se disponía de dos motores eléctricos, uno de 48 caballos y otro de 15 caballos de potencia, éste para accionar la bomba centrífuga destinada a elevar el agua necesaria en el proceso que se tomaba del arroyo Cobijón [MAZARRASA, 1930, p. 589]. El lavadero de la mina San Bartolomé era movido por una máquina de vapor de 40 caballos.

A la calamina almacenada le restaba aún un último proceso: la calcinación con el objeto de trasformar lo más completamente posible el carbonato de zinc en óxido, lo que daba lugar al enriquecimiento del mineral y a su vez reducía en un 33 % el peso de mineral a transportar hasta el puerto.

La calcinación de la calamina gruesa procedente directamente de la monda efectuada a bocamina y los gruesos del lavadero se realizaba en tres hornos de cuba, mientras el mineral menudo y los finos del lavado que no se podían tratar en éstos se calcinaban en dos grupos de dos hornos de reverbero cada uno. Tradicionalmente en los hornos de cuba de Udías se empleó carbón ordinario graso, si bien en los años veinte tras unos ensayos positivos se utilizaban las escorias de los hornos de reverbero, es decir una especie de coque imperfecto.

"… se va acercando a los hornos puestos en fila, solemnes y abrasadores. Los de cuba arden con las bocas cerradas, altos y mudos, sin mostrar una chispa ni un fulgor. Los de reverbero reciben la mena por la parte lejana del hogar y la calcinan con ayuda de rastros y espetones que la conducen al través de toda la solera. Desde cada boquilla, un obrero hurga con la zaragata el encendido vientre del laboratorio y con el remo boga en las ascuas vivas hasta sacar purificada la tierra; cunde un río de brasas al impulso del rodo candente y fulgen las escorias extraídas por el horcón.

Estos hombres abocados a los hornos tienen estuosa la piel, jadeante el respiro, enfermiza la traza" [ESPINA, 1969, p. 33].

Cuando se produjo el cierre temporal de las minas en 1932 el lavadero mecánico constaba de cuatro motores eléctricos, dos transformadores, una bomba horizontal, una mesa redonda de cinco metros de diámetro, una mesa Humboldt, una mesa Butchart, dos bombas centrífugas, 17 cribas de émbolo, dos trómeles, cuatro planchister, dos laberintos spitzkasten y otro material diverso. Por su parte, contaba con tres hornos de reverbero cubiertos y tres hornos de cuba.

2.3 Los transportes

El transporte de mineral estaba dividido lógicamente en dos etapas: una primera que servía para llevar las tierras mineralizadas desde la bocamina hasta los diferentes lavaderos, y una segunda que permitía la salida del mineral enriquecido, en el caso de la calamina, o en bruto, en el de la blenda y la galena, hacia su destino, el puerto y los lavaderos de Reocín respectivamente.

En el coto minero de Udías encontramos un repertorio variado de infraestructuras de transporte que tanto Minas y Fundiciones como la Asturiana fueron construyendo a lo largo del tiempo: desde

los caminos carreteros abiertos en los primeros años a modernos medios como planos inclinados, ferrocarriles o tranvía aéreo.

Minas y Fundiciones disponía de dos lavaderos, uno de pequeñas dimensiones en Udías y el principal localizado en Comillas, por cuyo puerto también salía el mineral. Para el transporte de éste construyó un camino carretero, por cuanto entendemos que los caminos viejos no podían adecuarse al tráfico "pesado" de minerales que debían soportar. Desconocemos como realizaba la Asturiana el transporte en estas fechas, si bien cabe pensar que utilizaría caminos preexistentes para acarrear el mineral, por cuanto la rivalidad entre ambas compañías no invita a pensar en cualquier tipo de cooperación. Lógicamente a partir de 1885 y hasta la construcción del cable aéreo a Ontoria utilizó el viejo camino de Comillas. Naturalmente las compañías mineras construyeron sus propios caminos interiores de menor recorrido para conectar los tajos de arranque y bocaminas con los lavaderos, como el camino de La Rasa que recorría varias minas de este paraje hasta los hornos de Udías.

En el conjunto sobresale la construcción de dos planos inclinados exteriores, uno desde La Rasa hasta una zona de escogido y otro desde este punto hasta los hornos, ambas de sólida factura pese a su escasa longitud (unos 350 y 300 metros respectivamente).

Durante los primeros años del siglo XX, al albur de la mejora de las cotizaciones del zinc, se llevó a cabo el proceso de modernización de las infraestructuras de transporte. La construcción del Pozo del Madroño en 1915 vino acompañada de la construcción de un ferrocarril de unos 2.800 metros desde este punto hasta la plaza de hornos, cuyo trazado obligaba a la construcción de dos túneles, así como un ramal para conectar la galería María y las minas de Sel del Haya con la vía principal que sustituía a un camino carretero anterior (Figura 2). Asimismo, aunque probablemente sea más antiguo, también disponía de un ramal hasta el viejo lavadero de la mina Dolores. Para la tracción la Asturiana contaba con cuatro locomotoras, tres de vapor y una diesel.



Figura 2. Trinchera del ferrocarril entre el Pozo del Madroño y los hornos de calcinación (Fotografía del autor)

De mayor trascendencia en la organización del espacio minero fue el cambio adoptado por la compañía unos años antes en cuanto al destino del mineral. El puerto de Comillas a comienzos del siglo XX no se consideraba como un punto de embarque adecuado, ya que por una parte el transporte se realizaba en carros con la consiguiente limitación de capacidad de carga y su lentitud, y por otra parte, el puerto comillano no permitía un fácil acceso y salida a buques de cierto calado.

La apertura del tramo entre Santander y Cabezón de la Sal del Ferrocarril Cantábrico en 1895 cuya línea discurría bastante próxima a las minas de Udías animó a la Asturiana a cambiar la orientación de la salida del mineral y concentrarla junto al de Reocín en el puerto de Hinojedo. En 1906 presentó un proyecto para la construcción de un cable aéreo que partiendo de los almacenes situados al pie de los hornos de calcinación de Udías siguiendo una alineación completamente recta de 3.410 metros terminara en una estación de descarga situada junto a la estación de Ontoria del citado ferrocarril; posteriormente presentó el proyecto para construir un ramal apartadero en este punto. El cable se apoyaba en 40 caballetes de madera y en las estaciones de carga y descarga, ambas también de madera. El cable entró en funcionamiento en 1910, para esa fecha también estaba concluido el necesario ramal entre el Ferrocarril Cantábrico y el Ferrocarril minero de Reocín a Hinojedo que partía de la estación de Puente San Miguel y permitía que la calamina se dirigiera hacia Hinojedo, mientras la blenda y la galena llegara a los lavaderos de Torres. En 1925, seguramente porque el tráfico de mineral había aumentado, la Asturiana decidió reforzar la infraestructura, para lo que sustituyó la mayor parte de los caballetes de madera por unos más sólidos de hormigón y construyó una nueva estación de descarga también de hormigón.

BIBLIOGRAFÍA

CUETO ALONSO, G. J. (2008) “Una experiencia fallida en la minería del Norte de España: la Compagnie des Mines et Fonderies de la Province de Santander et Quirós, 1855-1888”. *De Re Metallica*, nº 10-11, pp. 47-56.

CUETO ALONSO, G. J. (2010) “Siglo y medio de historia y organización de los espacios mineros del zinc en Cantabria”, en G. J. Cueto Alonso (ed.): *La ruta del zinc del Cantábrico. Visiones sobre el patrimonio minero-industrial*. Santander, Centro de Estudios Rurales de Cantabria, pp. 27-64, (edición en CD).

DEL CAMPO, L. (1929) *Minas de cinc de Udías*. Manuscrito. Biblioteca Histórica de la Escuela de Minas de Madrid, PROY.30 CAM MIN.

ESPINA, C. (1969) *El metal de los muertos*. Madrid, Ed. Magisterio Español (1º ed. 1920).

MAZARRASA, J. M. (1930) “Estudio de los criaderos minerales de la provincia de Santander”, *Boletín Oficial de Minas Metalurgia y Combustibles*.

SIERRA ÁLVAREZ, J. (2004) “Paisaje y patrimonio mineros en Udías, Cantabria”, *Ería*, nº 63, pp. 59-71.

GONZÁLEZ REDONDO, F. A. (coord.) (2015) *Ciencia y Técnica entre la Paz y la Guerra. 1714, 1814, 1914*. Madrid, SEHCYT, pp. 1265-1272.

PATENTES FOTOGRÁFICAS EN EL S.XIX: INSTRUMENTO DEL CONOCIMIENTO TÉCNICO PARA LA HISTORIA DE LA FOTOGRAFIA

Helena Pérez Gallardo[(1)]

(1) Dpto. Historia del Arte Contemporáneo, Universidad Complutense de Madrid, helenaperez@ghis.ucm.es

Resumen

La relación entre fotografía, ciencia y tecnología tiene un básico y fundamental punto de unión que nace en el origen mismo de la naturaleza de los materiales que les dan vida, ya que la fotografía es fruto de las leyes de la física, la química y la óptica. Nacida dentro de una sociedad industrial que había articulado todo su futuro en el progreso mediante el uso de las máquinas, la fotografía fue una más de las formas de representación del poder de cada nación medido en los inventos y mejoras industriales. Francia y Gran Bretaña se disputaban ese reinado y como forma de articular esa forma de representación se fomentó la inscripción y explotación de cada nueva máquina, cada nuevo procedimiento industrial, cada avance tecnológico mediante su inscripción en los registros de patentes.

Al igual que en el resto de países europeos, España también potenció a lo largo del siglo XIX la inscripción de privilegios de invención y patentes en el registro del Ministerio de Industria. Las patentes fotográficas comenzaron a inscribirse a partir de 1854 y son un indicativo para el análisis de la industria fotográfica, nunca utilizado hasta ahora y, sin embargo, útil para certificar el desarrollo tecnológico y el interés por la mejora en los procedimientos fotográficos debido a la existencia de una demanda que fue creciendo paulatinamente, como muestran los fondos del Archivo Histórico de la Oficina de Patentes y Marcas.

Palabras Clave: Historia de la fotografía, Patentes, Tecnología, Siglo XIX.

PHOTOGRAPHIC PATENTS IN THE 19TH CENTURY: AN INSTRUMENT OF TECHNOLOGICAL KNOWLEDGE FOR THE HISTORY OF PHOTOGRAPHY

Abstract

The relationship between Photography, Science and Technology is a basic and fundamental junction born in the origin of the nature of the materials that give them life, so Photography is the result of the laws of physics, chemistry and optics. Born in an industrial society that had his whole future hinged on progress by using machines, Photography was one more of the forms of representation of the power of each nation measured in industrial inventions and improvements. France and Britain fought over the reign and as a way to articulate this was the registration and operation of each new machine, each new industrial process, every technological advance is encouraged by its entry in the records of patents.

As in other European countries, Spain also enhanced during the nineteenth century with the registration privileges and patents of inventions on the Ministry of Industry. Patents began to register from 1854 and are indicative for the analysis of the photographic industry, never used until now by the

historiography on History of Photography, however, useful and objective to certify the technological development and interest in improving photographic processes due the existence of a lawsuit that was gradually growing, as evidence funds from the historical archives of the Patent and Trademark Office.

Keywords: History of Photography, Patents, Technology, 19th century.

1. INTRODUCCIÓN

Aunque el fin primero de la fotografía fuera la reproducción de la naturaleza como auxilio de las artes, lo cierto es que el hecho de ser fruto de la manipulación química y del uso de la cámara oscura, no hizo, y hace incluso hoy día, sino que se la mirara con recelo por parte de los artistas a los que se suponía debía auxiliar y el entusiasmo con el que fue acogida la fotografía en su presentación oficial en la Academia de Ciencias en agosto de 1839 la llevó a ese ámbito propio de los cálculos y medidas de las propiedades físicas de la luz.

Lo cierto es que la ciencia, en sus más variadas vertientes, ha sido objetivo fundamental de la cámara, tanto delante de la lente como detrás de ella. Las imágenes obtenidas por medio de la cámara obedecían a principios de objetividad y por lo tanto, fue inmediato su uso como testigo fiel de la realidad. La cámara sirvió para mostrar los avances tecnológicos y científicos de la sociedad industrial.

Una de esas formas de evidenciar el desarrollo tecnológico fue a través de la representación de sus grandes obras en construcción, la edificación de las nuevas ciudades industriales, la construcción de los caminos de hierro, los puentes. Otra fue llevando la cámara hasta lugares no contemplados hasta entonces y que mostraran el alcance del poder de las naciones, su presencia en el Medio y Extremo Oriente, poder geopolítico, pero también científico y cultural.

La ciencia ante el objetivo, pero también era necesaria la ciencia para mejorar los procedimientos y las técnicas. Nacida dentro de una sociedad industrial que había articulado todo su futuro en el progreso mediante el uso de las máquinas, no sólo como un vehículo de prosperidad económica, sino también como una forma de representación del poder de cada nación medido en los inventos y mejoras industriales que las hicieran superiores a unas frente a otras. Francia y Gran Bretaña se disputaban ese reinado y como forma de articular esa forma de representación se fomentó la inscripción y explotación de cada nueva máquina, cada nuevo procedimiento industrial, cada avance tecnológico mediante su inscripción en los registros de patentes.

2. FOTOGRAFÍA Y TÉCNICA

La necesaria manipulación tecnológica y la fulgurante puesta en práctica de la fotografía, primero y del cine después, mediante continuos avances en busca de la mejora en la calidad de las copias, en la rapidez para su obtención, en que representaran los colores o en su multiplicidad hasta el infinito, que hacían se solaparan técnicas y procedimientos en muy poco tiempo, estuvo marcada desde el mismo nacimiento de la fotografía por su registro mediante patente.

El primer procedimiento fotográfico, el daguerrotipo, fue sometido a valoración por parte de los Académicos y Diputados franceses, para ser utilizado como símbolo de ese progreso nacional mediante la compra, la adquisición por parte del estado francés del invento a sus creadores, Joseph Niépce y Louis-Jacques-Mandé Daguerre, a cambio de una pensión vitalicia.

Cuando el 3 de julio de 1839, François Arago defendía ante la Cámara de Diputados la adquisición para el estado francés del procedimiento fotográfico del daguerrotipo era consciente del

alcance del nuevo invento. Diputado de los Pirineos Orientales y director del Observatorio de París, Arago presentó el daguerrotipo en una sesión de la Academia de las Ciencias celebrada el 19 de agosto de 1839, a la que fueron invitados los miembros de la Academia de Bellas Artes y en cuyo discurso describió con detalle el proceso del daguerrotipo y preconizó los adelantos que éste podría acarrear en los campos de la astronomía, la biología, el arte o la arqueología.

En España también el carácter científico y tecnológico de la fotografía hizo que fueran primero los especialistas en este campo quienes dieran noticia del descubrimiento y fuera en las revistas especializadas y académicas donde se difundiera el descubrimiento de Daguerre. En otoño de 1839, Pedro Felipe Monlau y Roca (1808 - 1871) activo personaje dedicado al mundo de la ciencia, la política, académico e introductor de las teorías saint-simonianas en España, se encontraba en París para conocer el sistema educativo francés y realizar un estudio comparativo con el español, cuando comenzaron a publicarse las primeras noticias del invento de Daguerre. Publicó varios artículos y presentó un informe a la Academia de Ciencias de Barcelona, que fue la primera en adquirir una máquina de daguerrotipo y ponerlo en práctica el 10 de noviembre de 1839.

Los avances sobre los procedimientos del calotipo y del negativo de cristal, serían reseñados en boletines académicos y revistas científicas. En España, fue la *Revista de los Progresos de las Ciencias Exactas, Físicas y Naturales,* publicación oficial de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, hizo su aparición en 1850 en la que mas numerosamente se publicaron artículos dedicados a las técnicas fotográficas y sus aplicaciones específicas.

3. PRIVILEGIOS DE INVENCIÓN FOTOGRÁFICA, 1854-1877

Sucesivamente la *Revista de los progresos* traducirá fragmentos de artículos publicados en boletines académicos internacionales de las innovadores que se estaban produciendo en el campo de la fotografía, como los de Fox Talbot, dedicado al grabado fotográfico en acero, o David Brewster, sobre el procedimiento para obtener fotografías transparentes de objetos opacos y sobre todo, destacan los artículos dedicados a la aplicación de la fotografía a la astronomía de Gautier y al levantamiento topográfico de planos.

Al igual que en el resto de países europeos, España también potenció a lo largo del siglo XIX la inscripción de privilegios de invención y patentes en el registro del Ministerio de Industria. La investigación de los fondos de su archivo histórico ofrecen una riquísima información sobre el avance de la ciencia en nuestro país. En el campo de las patentes fotográficas, éstas comenzaron a inscribirse a partir de 1854.

El funcionamiento moderno del sistema de patentes se remonta a 1759, con la creación de títulos de privilegio para aquellos que “inventaran o introdujeran en España y sus dominios máquinas o artefactos desconocidos en ellos” [SAIZ GONZÁLEZ, 1995, p. 38], si bien las Reales Células de Privilegio ya se venían concediendo siglos atrás, pero será durante el reinado de Carlos III cuando comience a producirse un registro oficial y sistemático. Indicador del progreso y la invención tecnológica, la inscripción de patentes experimenta, entre 1855 y 1890, el mayor empuje de toda su historia. Durante el convulso reinado de Isabel II, en el que España se iba a adentrar en el capitalismo, la economía española obtiene una fuerte inyección de recursos gracias a la construcción de las vías de ferrocarril y el desarrollo de actividades comerciales, mineras e industriales.

Legislativamente, la normativa irá evolucionando [SAIZ GONZÁLEZ, 1996], sobre todo a partir de 1860, momento en el que, como ha señalado Patricio Saiz, se produce una verdadera preocupación política y empresarial como evidencian varias sesiones dedicadas a esta cuestión en la Real Academia de Ciencias Morales y Políticas, protagonizadas por personalidades como Laureano

Figuerola Ballester (1816-1903) o Antonio de los Ríos Rosas (1812-1873) [SAIZ GONZÁLEZ, 1995, p. 116].

El 30 de julio de 1878 se promulgaba una ley que pretendía modernizar y poner al día todo lo regulado hasta entonces. Su ponente, Manuel Dánvila y Collado (1830-1906), experto jurista, argumentó que "la invención industrial constituye por medio del trabajo el origen de todo valor, la fuente del bienestar, y concurre con las ciencias, las letras y las artes al progreso moral y material de la civilización" [SAIZ GONZÁLEZ, 1995, p. 123]. A partir de entonces, los llamados *privilegios de invención*, pasarán a denominarse *patentes de invención*. [Figura 1]

La ley contaba con 62 artículos que regulaban, entre otras cuestiones, la duración de las patentes, distinguiendo entre los 5 o los 20 años, los derechos de los inventores de forma indistinta entre españoles y extranjeros, lo que auspició el auge de inscripciones por parte de europeos, la obligación de redactar una memoria descriptiva o la obligatoriedad a poner en práctica el invento o mejora antes de dos años desde su inclusión en el registro de patentes [PÉREZ GALLARDO, en prensa]. En el siglo XIX y hasta bien entrado el XX, cada inventor debía inscribir su patente en aquellos países en los que deseaba comercializar y explotar su invento, bien por cuenta propia o mediante la cesión a otra persona. Esto explica que en el archivo el número de patentes inscritas por extranjeros sea tan numerosa y, en ocasiones, mayor, que las realizadas por españoles.

El primer privilegio de invención de carácter fotográfico fue inscrito por Marcel Gustave Laverdet (1816-¿?), el 20 de febrero de 1854, y consistía en un "sistema de fotografía con el cual se reproducen los objetos con toda exactitud"[1]. No se conserva la memoria descriptiva de dicho procedimiento y esta amplia descripción es en sí misma una definición de la propia fotografía, pero hemos encontrado que este mismo fotógrafo había inscrito unos pocos meses antes, el 8 de diciembre de 1853, en el registro de patentes de Londres, "*An improved mode of teatring photographic pictures*" [PERCY, 1854, p. 597] y en su descripción define el procedimiento como un método para "*la coloración de las fotografías (…), a fin de imitar con la mayor exactitud posible el matiz natural del objeto representado*", con lo que las similitudes descriptivas entre la patente inscrita en Londres y Madrid, hace pensar que se tratase del mismo procedimiento.

Los siguientes privilegios de invención le fueron otorgados a Jean Laurent [PÉREZ GALLARDO, 2004], en 1855 y 1856, y consistían en dos procedimientos para "dar colorido a los retratos, vistas y cuadros de todas clases ejecutados por aparatos fotográficos"[2] , de los que tampoco se conserva la memoria descriptiva. En 1864, J. Laurent volvería a inscribir un privilegio de invención para la "aplicación de la fotografía a los abanicos"[3] [Figura 2] y, en 1882, ayudaría en la creación del grafoscopio "o cuadro de rotación, aplicable a toda clase de vistas y de carteles-anuncios"[4], patente de invención realizada por su yerno Alfonso Roswag y Nogier [Figura 3]. Este aparato servía para el visionado de una imagen panorámica de 5 metros de diámetro compuesta por varias fotografías ensambladas y pegadas sobre una tela para darle mayor solidez y que se movía mediante un sistema de rodillos internos. [PÉREZ GALLARDO, 2004].

Por otra parte, según se describe en la memoria, el objeto del grafoscopio era "colocar dentro de un cuadro o mueble, de dimensiones reducidas, una serie relativamente considerable de vistas o carteles-anuncios y hacerles aparecer sucesivamente ante los ojos del espectador, pudiéndolos cambiar en uno y otro sentido …".

Según se desprende de la documentación del expediente de la patente de invención, ésta sólo tuvo vigencia durante un año, dado que Roswag no abonó los derechos para mantenerla, probablemente por su escaso éxito comercial.

[1] Archivo Histórico de la Oficina Española de Patentes y Marcas (en adelante AHOEPM), nº privilegio 1138.
[2] AHOEPM, nº privilegio 1321 y 1474.
[3] AHOEPM, nº privilegio 3026.
[4] AHOEPM, nº de patente 2245.



Figura 1. Jean Laurent, Ejemplos de fotografía aplicada a los abanicos.



Figura 2. Alfonso Roswag, Grafoscopio conservado en el Museo Nacional del Prado.

La primera patente inscrita por un español se produjo en 1857, por Joaquín Hernández de Tejada, pintor y fotógrafo de la Diputación de Córdoba que inscribió un procedimiento "para iluminar al óleo toda clase de fotografías, litografías y grabados", del que tampoco se conserva la memoria original, que utilizaba en su establecimiento cordobés, Galería Fotográfica Americana, según rezaba un anuncio de la época: "...retratos de todo tipo y tamaño, tarjeta de visita y sobre papel y lienzo, retratos al óleo, iluminación de fotografías y, por supuesto, la realización de tarjetas de visita al precio de 40 reales la primera copia y cuatro por las siguientes" [GONZÁLEZ, 2012, p.68].

Dar colorido a las imágenes fue una de las prioridades de estos primeros privilegios, como evidencian los ya vistos, a los que se añaden los de George Reeves Smith, en 1872, "procedimiento para aplicar color a la superficie de las fotografías"[5] o el "procedimiento para la reproducción de imágenes fotográficas policrómicas en número indeterminado", inscrito en 1875 por la Sociedad Anónima de publicaciones periódicas. Uno de los últimos privilegios de invención inscritos más relevantes en este campo fue el del propio Louis Ducos du Hauron (1837-1920), inventor de uno de los primeros procedimientos de color por síntesis aditiva que inscribió en 1877[6] y que consistía en la producción de tres imágenes producidas cada una de ellas en rojo, azul y amarillo cuya superposición reconstruia el objeto en color.

Otros célebres inventores extranjeros que inscribieron sus inventos fueron Jacques Wothly, para un procedimiento fotográfico llamado wothlytypia para mejorar la técnica del colodión, o François Willème (1830-1905) [SOBIESZEK, 1980 y DROST, 1985] que lo hizo de su célebre procedimiento para crear fotoesculturas[7] [Figuras 3 y 4], por medio del que retrató a la Familia Real española en 1865. Este procedimiento consistía en "obtener una escultura de tamaño natural, mayor o menor, ya de modelo vivo ya inerte, combinando la acción fotográfica en ciertas condiciones con el empleo de uno o de muchos pantógrafos y un platillo porta materia, dividido en tantas partes como haya imágenes de la persona u objeto que quiera foto esculpida".

También fueron varias las aplicaciones inscritas para la mejora de los procedimientos fotomecánicos[8] y para la impresión de la fotografía sobre diversos materiales como telas, porcelanas y metales[9]. Entre los privilegios de invención relacionados con el ámbito de la técnica, los hay tan interesantes como el "procedimiento para obtener retratos, vistas y toda clase de reproducciones microscópicas"[10] de Julián Francisco López, de 1861; el "sistema de mejoras en la construcción de los aparatos panorámicos llamados planchetas fotográficas horizontales"[11], de François-Auguste Chevalier [PÉREZ GALLARDO, 2015] o la calco-fotografía para "la copia de planos topográficos"[12], por Manuel Moreno y Ruiz, en 1865.

[5] AHOEPM, nº privilegio 4960.
[6] AHOEPM, nº privilegio 5513.
[7] AHOEPM, nº privilegio 2659.
[8] AHOEPM, nº privilegio 2280, "Procedimiento fotográfico con perfecta degradación de tintas" (1861), inscrito por Adolphe Fargier y Nicholas Charavet ; AHOEPM, nº privilegio 2658, "Procedimiento para obtener reproducciones fotográficas en toda escala e impresiones litográficas y tipográficas" (1863), por la Sociedad Española para la reproducción fotográfica; AHOEPM, nº privilegio 4203, "Procedimiento foto-litográfico" (1866), por Carlos Rafael Marechal; AHOEPM, nº privilegio 5744, "Procedimiento que permite obtener clichés tipográficos para reproducir fotos del natural o copia, con sus medias tintas" (1877), por Edmond Capron, Leon Duvivier y Noël Ponselle.
[9] AHOEPM, nº privilegio 3043, "Procedimiento para retratar por medio de la fotografía en toda clase de tejidos de hilo" (1865), inscrito por Joaquín Sánchez Vasco, 11-01-1865; AHOEPM, nº privilegio 4129, "Procedimiento para obtener retratos fotográficos sobre papel esmalte o porcelana" (1866), por José Albiñana y Rubio y Eusebio Juliá y García; AHOEPM, nº privilegio 4162, "Sistema para hacer fotografía sobre papel llamado 'porcelana'" (1866), por Carlos Monney y Carlos Mauzaise; AHOEPM, nº privilegio 4752, "Aplicación de las vistas estereoscópicas a toda especie de cajas, bolsas, saquitos, tapas y cubiertas de paquetes, etc." (1870), por Hipólito Fontaine; AHOEPM, nº privilegio 5808, "Método de trasladar los positivos de fotografía iluminadas al papel, vidrio, lienzo, o tabla, llamado oleo-fotografía" (1878), por Alfredo Truan y Luard.
[10] AHOEPM, nº privilegio 2370.
[11] AHOEPM, nº privilegio 3050.
[12] AHOEPM, nº privilegio 3068.

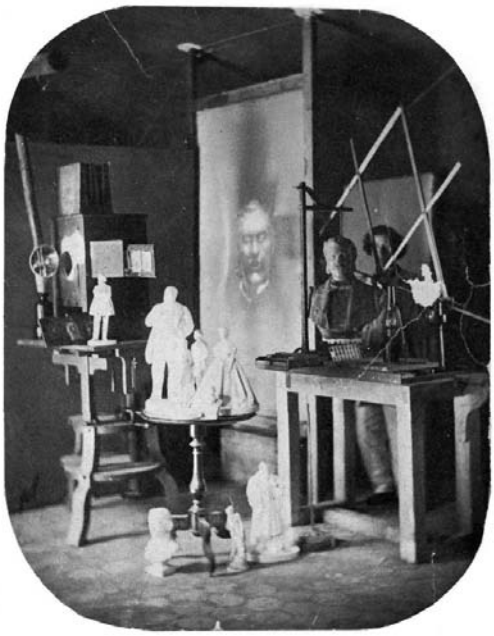




Figura 3. Estudio de François Willème con pantógrafo y linterna mágica,1865.
Figura 4. Matilde de Aguilera y Gamboa, fotoescultura, Museo Cerralbo, Madrid.

4. PATENTES DE INVENCIÓN FOTOGRÁFICA, 1878-1900

A partir de 1878, con la nueva normativa, el número de patentes fotográficas aumenta considerablemente, sobre todo las de extranjeros, lo que evidencia un interés por la explotación de este tipo de procedimientos debido a una creciente demanda tecnológica y comercial. Así, si en el período entre 1854 y 1877, los privilegios de inscripción de extranjeros suponían un tercio de las inscritas, en el periodo entre 1878 y 1886, dos tercios de las patentes las realizarán franceses e ingleses, fundamentalmente. Entre 1887 y 1900, el número de patentes de invención alcanza casi los dos centenares, de las cuales la mitad estarán realizadas por extranjeros.

De nuevo, las primeras patentes de invención inscritas fueron las realizadas porlos extranjeros Édouard Gateau Lafaline y Desiré van Monckoven, para un "Procedimiento químico para verificar ampliaciones fotográficas del carbón"[13] y para "Un nuevo procedimiento inalterable, llamado al carbón, aplicable a las ampliaciones por medio de la cámara solar", ambos de gran difusión por ser las copias al carbón muy utilizadas en ésta época en la reproducción fotomecánica de obras de arte. Otros célebres inventores serán los hermanos Bisson, que patentarán, en 1884, "un procedimiento para colorar por medio de impresión las imágenes obtenidas por la fotografía o sus derivaciones"[14].

Entre las patentes de fotógrafos españoles se encuentran las de Antonio y Emilio Fernández, del estudio Napoleón, con un "nuevo producto industrial de espejos decorados con producciones fotográficas, estén o no pintados al óleo, aguada, etc", la de Ramón Valls y Benavente, de un "Sistema para dar a los retratos un doble o triple fondo y un colorido permanente"[15], y la de José Sierra y Payba, "para hacer tarjetas de visita con inscripciones fotográficas"[16].

[13] AHOEPM, nº patente 46 y 150.
[14] AHOEPM, nº patente 3980.
[15] AHOEPM, nº patente 2609.
[16] AHOEPM, nº patente 4084.

De nuevo, el número de patentes destinadas a procedimientos fotomecánicos fueron numerosas durante este periodo, destacando la de Miguel Joarizti (1840-1891) y Heribert Mariezcurrena (1846-1898), expertos litógrafos y grabadores del fin de siglo que, en 1884, patentaban un "procedimiento para obtener directamente del natural, de cuadros, los clichés negativos necesarios para la impresión de las placas y piedras en la zincografía, fotograbado y fotolitografía".

También se desarrollaron patentes especializadas en el campo de topografía de la mano de Luis Torres Quevedo, hermano pequeño de Leonardo, también célebre ingeniero militar e inventor, que patentó dos cámaras foto-topográficas en 1886[17] para el levantamiento de planos mediante el uso de la cámara fotográfica, perfeccionando los procedimientos de fotogrametría ya existentes.

La inclusión de los privilegios y patentes de invención supone una aportación inédita hasta ahora en la construcción histórica de la fotografía, que ha pasado desapercibida, a pesar de su inevitable componente técnico en su creación y constante evolución comercial e industrial. Además, los expedientes y sus respectivas memorias son una fuente inestimable ya que no sólo aportan una clara visión de una parte de la actividad científica en el siglo XIX, sino que también nos ha facilitado importantes datos biográficos de numerosos fotógrafos y de su actividad en el siglo XIX hasta ahora desconocida.

BIBLIOGRAFÍA

DROST, W. (1985), "La Photosculpture entre art industriel et artisanat: la réussite de Francois Willème". *Gazette des Beaux-Arts*, 6 (106), pp. 113-29.

GONZÁLEZ, A. J. (2012), "Joaquín Hernández de Tejada, la fotografía al servicio del orden". *Historia: Galería de fotógrafos cordobeses (VIII), Noticias de Córdoba*, 56, 68-69.

PERCY, S. (1854), *An Illustrated Weekly Journal for Iron and Steel Manufacturers, Metallurgists, Mine Proprietors, Engineers, Shipbuilders, Scientists, Capitalists...,* Vol. 60, Londres, Knight and Lacey.

PÉREZ GALLARDO, H. (2004), "La democracia del arte: el Museo del Prado, objetivo de la fotografía". En: *El Grafoscopio. Un siglo de miradas al Museo del Prado*, Madrid, Museo Nacional del Prado, Madrid, 259-276 y anexo 208-209.

PÉREZ GALLARDO, H. (2015), *Fotografía y Arquitectura: Historia de la imagen monumental en el siglo XIX,* Madrid, Cátedra.

PÉREZ GALLARDO, H. (en prensa), *La industria fotográfica en el siglo XIX: Privilegios y patentes de invención en el siglo XIX.*

SAIZ GONZÁLEZ, J. P. (1995), *Propiedad industrial y revolución liberal. Historia del sistema español de patentes (1859-1929)*, Madrid, Oficina Española de Patentes y Marcas, Ministerio de Industria y Energía.

SAIZ GONZÁLEZ, J. P. (1996), *Legislación Histórica sobre propiedad Industrial. España (1759-1929)*, Madrid, Oficina de Patentes y Marcas, Ministerio de Industria y Energía.

SOBIESZEK, R. A. (1980), "Sculpture as the Sumo of Its Profiles: François Willème and Photosculpture in France, 1859-1868". *Art Bulletin*, 62 (4), 617-630.

[17] AHOEPM, nº patente 5583 y 6334.

GONZÁLEZ REDONDO, F. A. (coord.) (2015) *Ciencia y Técnica entre la Paz y la Guerra. 1714, 1814, 1914*. Madrid, SEHCYT, pp. 1273-1280.

EL PROYECTO DEL *TRANSBORDADOR* ENTRE EL MONTE PILATUS Y EL KLIMSENHORN (LUCERNA, SUIZA). UNA PRIMERA APROXIMACIÓN

Daniel González Fernández[(1)], Mª Dolores Redondo Alvarado[(2)]

(1) School of the Built Environment, Heriot-Watt University, Edinburgh, Reino Unido, dg137@hw.ac.uk
(2) Amigos de la Cultura Científica, Madrid, mariadolores.redondo@telefonica.net

Resumen

Desde 1879 numerosos trenes *funiculares* facilitan el transporte, el turismo y los deportes de invierno a lo largo de la montañosa orografía de Suiza. Sin embargo, la Confederación Helvética no aprobaría oficialmente hasta 1908 su primer *teleférico*, un sistema de transporte aéreo distinto de los *funiculares*, en el que las cabinas van suspendidas por cables. Fue el conocido como "Wetterhorn", construido en Grindelwald (Interlaken, Berna) y con el que se inauguraría la densa red de *teleféricos* existentes en la actualidad.

En efecto, Suiza perdió la oportunidad de instalar el primer *teleférico* público para pasajeros del mundo, del Monte Pilatus al Klimsenhorn (en las proximidades de Lucerna) a finales del siglo XIX. De hecho, hasta septiembre de 1907 no se construiría la primera materialización de este sistema de transporte, en el Monte Ulía (San Sebastián, España), de acuerdo con la misma patente española que se había ofrecido a las autoridades y a los empresarios suizos treinta años antes.

En este trabajo, por tanto, se aporta una primera aproximación a los aspectos involucrados en estos hechos: la patente original (1887), el proyecto y planos iniciales (1888), las dificultades que retrasaron durante 30 años la inauguración del primer *teleférico* público para personas e, incluso, los vestigios que quedan de las obras emprendidas entonces que siguen utilizándose en la actualidad.

Palabras Clave: Historia de la Técnica, Teleféricos, Suiza, Monte Pilatus, Leonardo Torres Quevedo, Transbordador.

ON THE PROJECT OF THE *AERO CAR* FROM MONT PILATUS TO THE KLIMSENHORN (LUCERNE, SWITZERLAND). A FIRST APPROACH

Abstract

Funicular railways allow transport, tourism and winter sports in Switzerland across its mountainous landscape since 1879. But it would not be until 1908 that the first *cable car*, a different system for aerial transportation of cabins suspended from cables, was officially approved in the Helvetian Confederation. It was "The Wetterhorn", built in Grindelwald (Interlaken, Bern), and which inaugurated the dense network of *cable cars* they enjoy at present.

However, Switzerland lost the opportunity of installing the first public *cable car* for passengers in the World from Mount Pilatus to the Klimsenhorn (close to Lucerne) at the end of the 19th century. In fact, it would not be until September 1907, at Mount Ulía (San Sebastián, Spain), that the first materialization of this transportation system was to be built according to the same Spanish patent as offered to the Swiss authorities and entrepreneurs almost thirty years before.

In this paper a first approach to this issue is advanced: the original patent (1887), initial project and first plans (1888), those difficulties experienced that impeded the opening of the first public *cable car* for 30 years, and, even, the remains of the original works still in use at Mount Pilatus.

Keywords: History of Technology, Cable-cars, Switzerland, Mont Pilatus, Leonardo Torres Quevedo, Aero Car.

1. CONSIDERACIONES INTRODUCTORIAS

En las biografías más recientes de Leonardo Torres Quevedo [GONZÁLEZ REDONDO, 2009] suele destacarse que su primera invención fue el *transbordador*. Y, en efecto, en 1887 patentó un sistema de teleférico de cables múltiples a tensión constante que resolvía el problema de la seguridad para el transporte de personas: haciendo pasar por una polea uno de los extremos de cada cable, los contrapesos allí situados serían los que determinasen su tensión y no el peso de la barquilla con los pasajeros ni sus distintas posiciones a lo largo del recorrido, durante el cual lo único que variaría (leve y uniformemente) sería la altura de los contrapesos [DOLEZALEK, 1921].

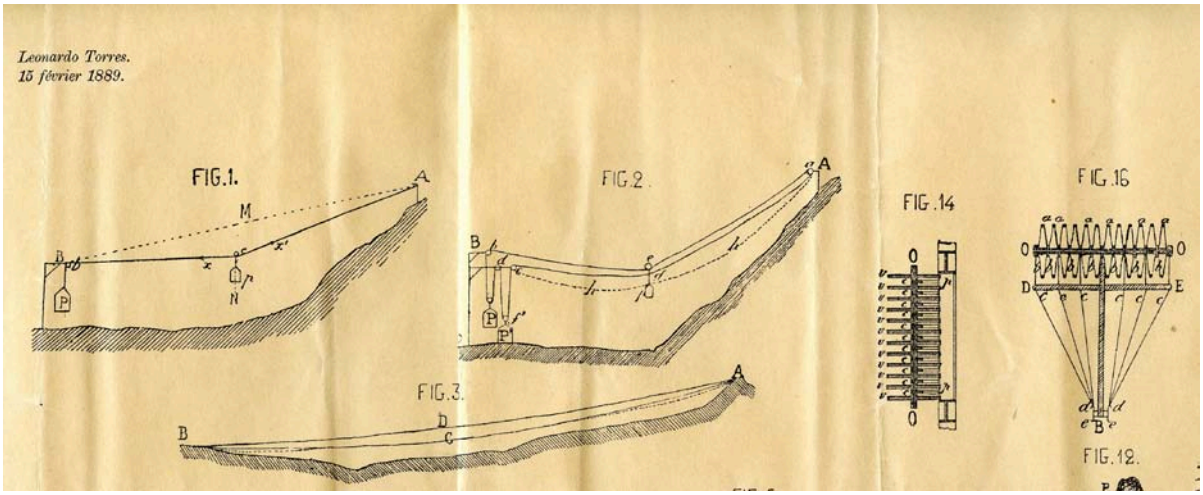


Figura 1. Esquemas de la patente suiza del "Transbordador", 1889.

Ensayado el sistema con dos modelos instalados en el Valle de Iguña (Cantabria), que le servirían para concebir y redactar la que sería su primera patente (Figura 1), presentada entre 1887 y 1889 en Austria-Hungría (6-9-1887), Alemania (9-9-1887), España (17-9-1887), EE.UU. (12-10-1887), Francia (14-3-1888), Reino Unido (16-3-1888), Italia (17-3-1888) y Suiza (15-2-1889), en la literatura se destaca que Torres Quevedo presentó su proyecto de *transbordador* en el Monte Pilatus (Lucerna, Suiza), el cual, tras críticas de los ingenieros helvéticos y burlas en la prensa local [RODRÍGUEZ ALCALDE, 1974; GARCÍA SANTESMASES, 1980], constituiría el que ha pasado a conocerse [GONZÁLEZ DE POSADA, 1992] como "el fracaso suizo", impulsaría a D. Leonardo a centrar sus esfuerzos en el desarrollo de las "máquinas algébricas"… y retrasaría la instalación del primer teleférico del mundo abierto al público (en el Monte Ulía, San Sebastián) hasta 1907.

Quedaba pendiente, por tanto, estudiar y dar a conocer los detalles de este proyecto fallido, para lo cual resultaba necesario estudiar las dos versiones del problema. Así, por un lado, se debía conocer la perspectiva helvética, para lo cual el primero de los firmantes de este trabajo ha investigado los fondos del Archivo y la Biblioteca del *Verkehrshaus der Schweis* (Museo Suizo del

Transporte), en Lucerna, y ha visitado el Monte Pilatus, donde se han podido localizar lo que deben ser los restos de las obras iniciadas por el inventor español, algunas de las cuales siguen en uso, y en cuyo entorno existe un teleférico que, más de 50 años después, sí se instalaría finalmente en el Pilatus. Por otro, la segunda firmante ha empezado a analizar los fondos documentales reunidos desde 1982 por Amigos de la Cultura Científica, gran parte de los cuales provienen del propio Archivo personal de Leonardo Torres Quevedo, cedido para su estudio por la familia del inventor.

Tratándose de un tema denso y complejo, en este trabajo, por tanto, se presenta una primera aproximación a todas estas cuestiones, que irá completándose con nuevos estudios en el futuro.

2. PRIMEROS CONTACTOS, PRIMEROS DISEÑOS Y PRIMEROS PROBLEMAS

Obtenida la patente en España (20-12-1887), Austria (29-1-1888), Alemania (15-8-1888) y Reino Unido (22-1-1889), el *Bureau Fédéral de la Propriété Intellectuelle* de la Confederación Helvética aprobaría la patente en Suiza con efectos del 15 de febrero de 1889 [GONZÁLEZ DE POSADA, 1992], unos días antes de que se aprobara también en EE.UU. (19-2-1889), Italia (17-3-1889) y Francia (16-5-1889). Comunicada la concesión el 16 de marzo, el 30 del mismo mes presentaba D. Leonardo la solicitud de licencia de explotación de un *transbordador* al Consejo Federal [WALDIS, 2006]. Pero Torres Quevedo ya había empezado sus gestiones para construirlo en Suiza, como muy tarde, en agosto-septiembre de 1888, tal como puede comprobarse a partir de la carta que le envió G. Anselmier, el 4 de septiembre de ese año, con mención explícita al proyecto.

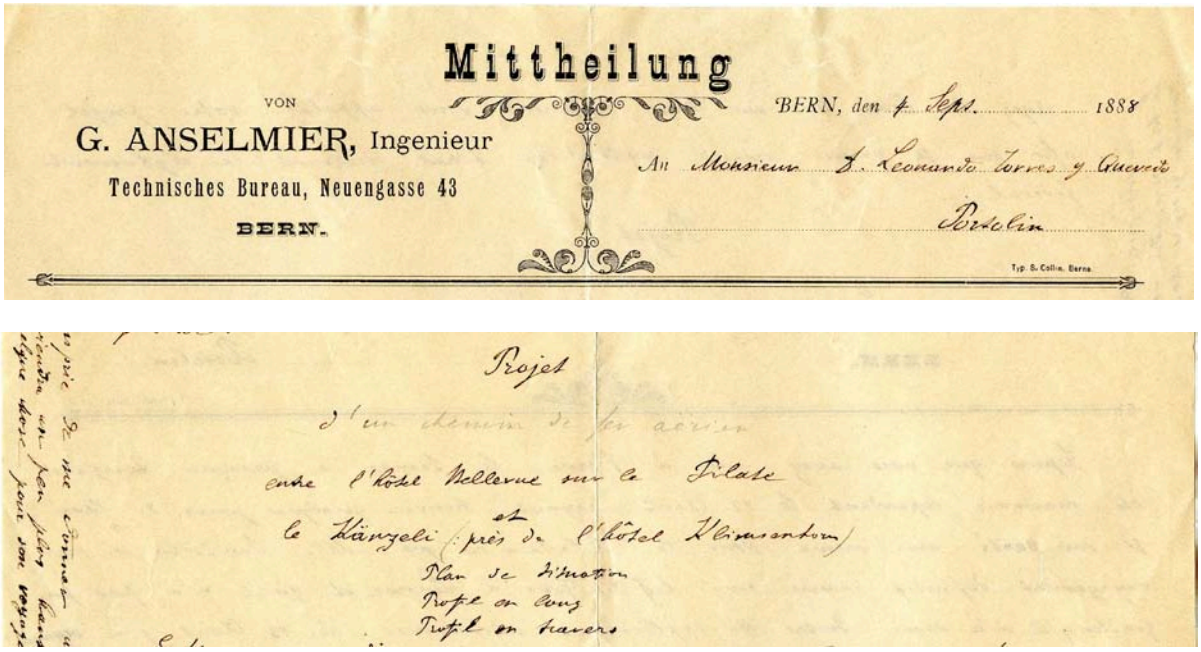


Figura 2. Anverso y reverso de una carta de G. Anselmier a L. Torres Quevedo, 4 de septiembre de 1888.

En efecto, antes de que se inaugurase (el 4 de junio de 1889) el funicular en la ladera sur del Monte Pilatus, para ascender desde Alpnachstad, a orillas del Lago Lucerna, en el Cantón Obwalden, hasta el Hotel Bellevue en el Pilatus, Torres Quevedo se encontró con la posibilidad de establecer su primer *transbordador* en la ladera norte del Monte, uniendo la terraza del Hotel Bellevue (estación superior, en el límite entre Obwalden y Nidwalden) con el Hotel Klimsenhorn (estación inferior, en

Nidwalden), situado en las proximidades de la capilla y el pico del mismo nombre (Figuras 3, 4, 5 y 6). La distancia entre las estaciones sería de 465 m y la diferencia de altura 194 m [WALDIS, 2006].

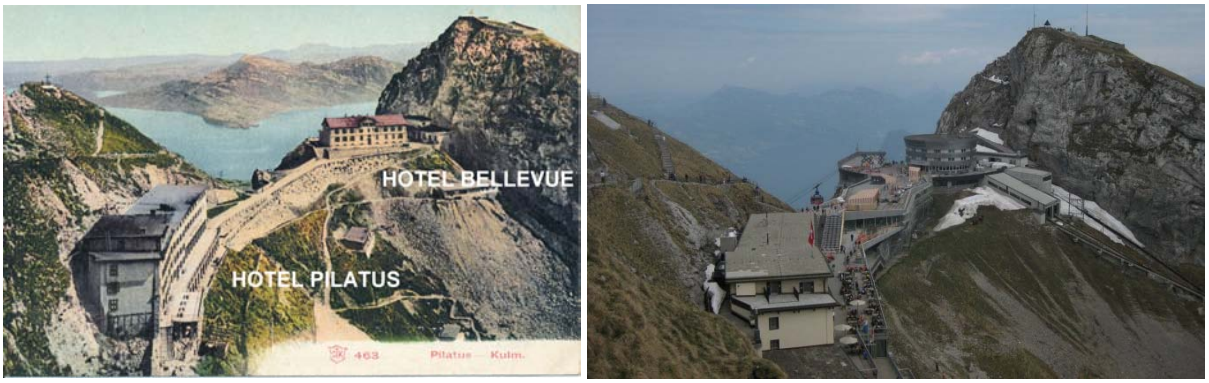


Figura 3. Los Hoteles Pilatus y Bellevue a comienzos del siglo XX y en la actualidad.

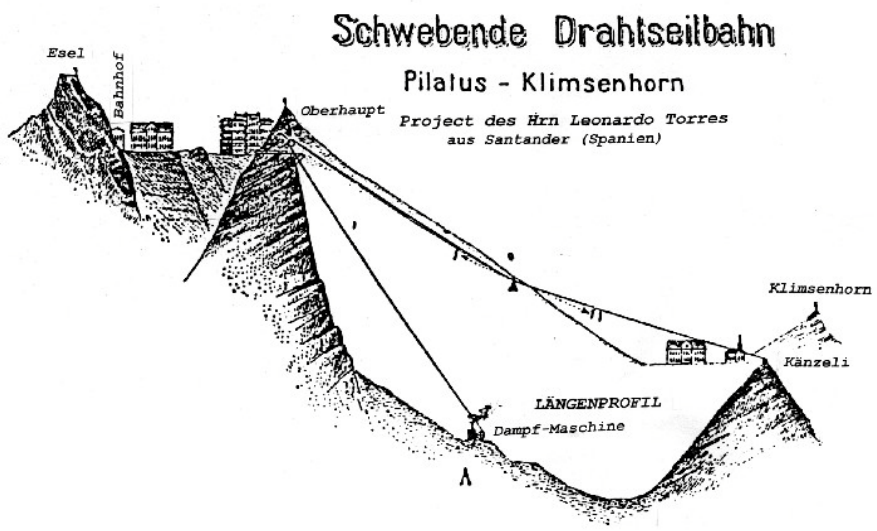


Figura 4. Proyecto del transbordador de Pilatus a Klimsenhorn [Waldis, 2006].



Figura 5. La Capilla del Klimsenhorn vista desde el Pilatus hoy, y en 1910, cuando existía el Hotel Klimsenhorn.

Basándose en que la Ley de Ferrocarriles no era aplicable a un nuevo medio de transporte como el *transbordador*, el Consejo Federal transfirió la solicitud a los dos cantones, Obwalden y Nidwalden. Dilucidar el origen, protagonistas y desarrollo del conflicto de intereses y competencias que acompañaría al proyecto durante varios años, hasta su cancelación definitiva en 1896, constituye una tarea compleja de la que este trabajo es solamente una primera aproximación.

Así, puede adelantarse que los más interesados en el proyecto eran los propietarios del Hotel Klimsenhorn y demás empresarios y autoridades de Nidwalden, que tardaron poco tiempo en conceder el permiso, eso sí, con unas condiciones iniciales que contemplaban la constitución de la empresa concesionaria antes del 1 de octubre de 1890, la entrega de un depósito de 10.000 francos suizos, y la puesta en marcha del servicio en el verano de 1891. Los menos interesados (Figura 6) eran los propietarios del funicular, los empresarios y autoridades de Alpnachstad (Obwalden), que se temían una ampliación del *transbordador* hasta Hergiswil (Nidwalden), también a las orillas del lago Lucerna, a los pies de la ladera este del Pilatus (el teleférico existente en la actualidad sube al Hotel Bellevue desde Kriens, en las proximidades de Lucerna, dejando el Klimsenhorn unos 200 m a la derecha) [MEYER, 1989].

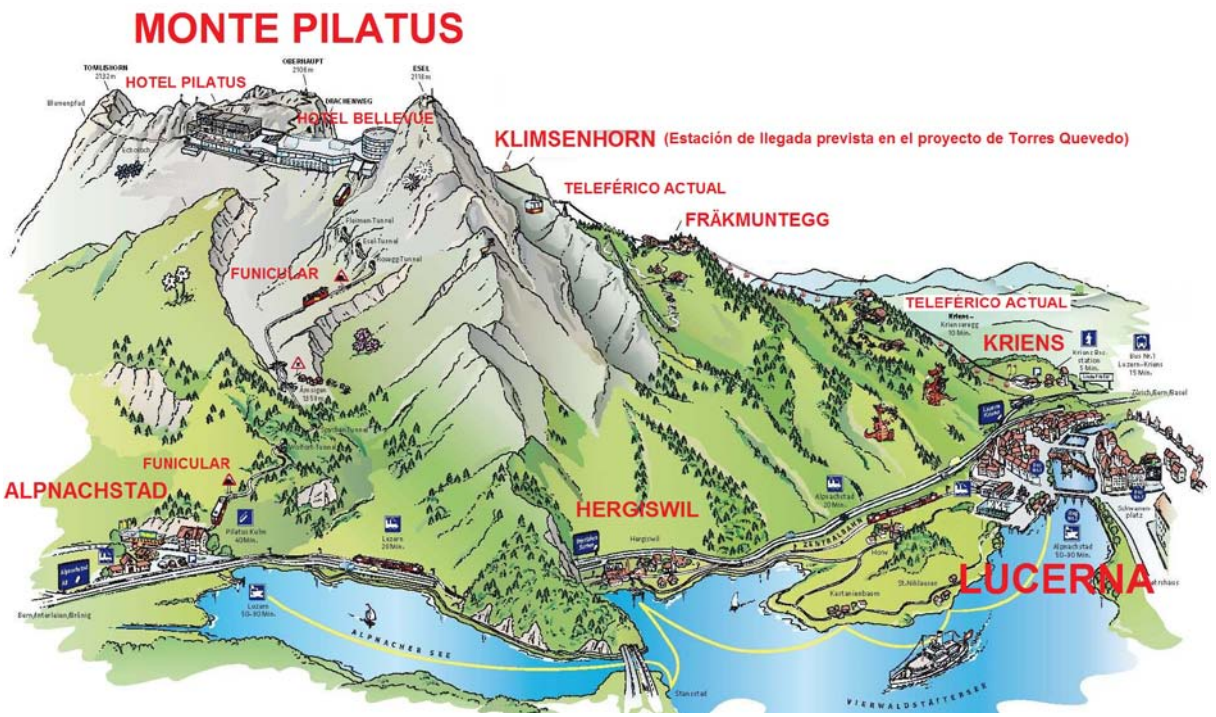


Figura 6. Vista general del Monte Pilatus y Lucerna hoy, con localidades, hoteles y atracciones.

Por tanto, el inventor español necesitaba contactar con una empresa constructora suiza. La documentación más antigua que hemos localizado en el Archivo familiar acerca de las relaciones de Torres Quevedo con los *Ateliers de Constructions Mécaniques de Vevey*, dirigidos por los ingenieros P. Blanchod y E. Dollfus, es una carta de este último, fechada el 13 de junio de 1889, con la que remitían a D. Leonardo "dos pliegos con los estudios que hemos hecho sobre el camino aéreo de Pilatus" y le anunciaban que "en otra incluiremos otros dos calcos que representan la cabina y el enganche", aunque, como reconocerían en otra carta del 2 de septiembre, "ahora sí podemos enviarle todos los planos porque nuestro ingeniero se ha dedicado a ello en serio", y le adjuntaban planos de la bancada del freno hidráulico, los detalles del cilindro del freno y del embrague, etc.

D. Leonardo se encontraría en Zurich con el ingeniero de los *Ateliers Vevey*, Sr. Hoz, la segunda semana de septiembre de ese año 1889, y el 25 de noviembre le urgían: "para estar en condiciones de comenzar el montaje en la primavera próxima, nos permitimos rogarle que, si puede, se sirva hacernos el pedido en firme".

El proyecto, sin embargo, sufriría su primera interrupción, como podemos inferir a partir de la carta de Dollfus del 10 de enero de 1890, cuando manifestaba al inventor español que "este retraso es perjudicial para sus intereses y lamentable para los nuestros", o en otra del 12 de febrero, cuando le confesaba que "esperamos que Vd. se anime a vencer las oposiciones que le plantea la compañía del [funicular del] Pilatus", situación que parecía complicarse el 19 de marzo: "esperamos que usted consiga concretar su proyecto, sea en el Pilatus o en otra parte".

De hecho, Torres Quevedo volvería a Suiza a principios de julio de 1890 y permanecería allí al menos hasta el 29 de septiembre, cuando Dollfus corroboraría que "sabemos que todas las dificultades que se oponían a la realización de su tren aéreo al Pilatus están hoy superadas y que usted está pensando en la ejecución del proyecto". Pero el ingeniero español procedería con cautela y desde los *Ateliers Vevey* le preguntarían el 7 de enero de 1891 "si podemos contar con completar los estudios para comenzar la construcción", teniendo en cuenta que "la concesión del Pilatus está completamente en orden y que, es más, las obras deberían comenzar cuanto antes".

Los problemas con los permisos continuaron, pues, como cabía esperar, la empresa que había instalado el tren funicular por la ladera sur movilizó todos sus contactos para impedir que el proyecto de Torres Quevedo se ejecutase: posicionamiento en contra del Club Alpino Suizo, campaña de desprestigio en la prensa, litigios desde las autoridades cantonales, etc, como documentaremos detalladamente en próximos trabajos. En cualquier caso, desde *Vevey*, el 6 de febrero solamente esperaban "tener los detalles necesarios para terminar los estudios" de la instalación y el "encargo final" del inventor "basado en la orden de concesión para acabar los planes de conjunto".

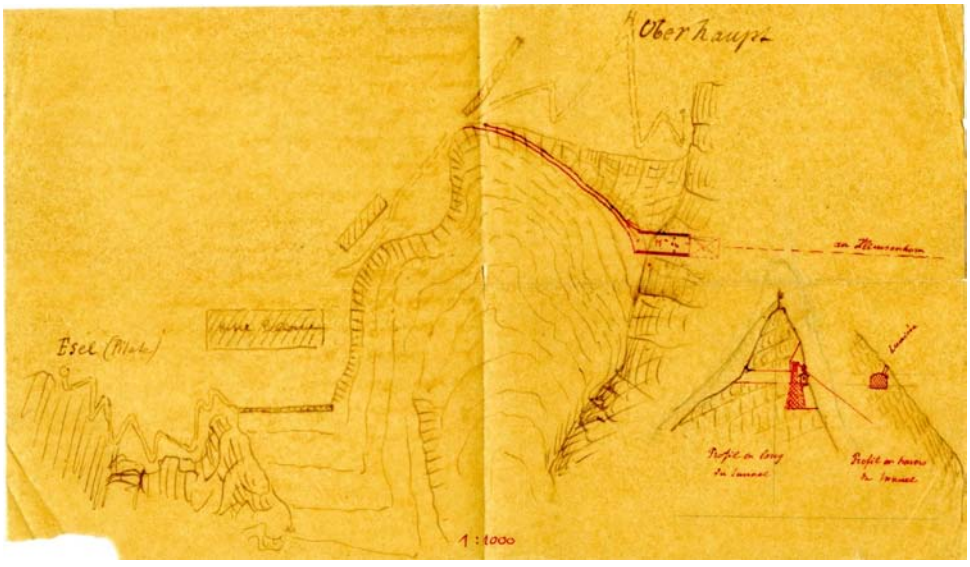


Figura 7. Bocetos de las perforaciones en el Oberhaupt para la estación de llegada y el túnel al Hotel Pilatus.

Las presiones de la competencia hicieron que las autoridades le obligaran a cambiar el proyecto, desde la terraza del Hotel Bellevue hasta el interior del Oberhaupt, donde debía excavarse la estación de llegada y un túnel para el acceso al Hotel Pilatus, inaugurado en 1890 (Figura 7), comenzando las voladuras en la primavera de 1891, antes de que se paralizaran nuevamente las obras y tuvieran que esperar hasta octubre de ese año para que el Gobierno Federal volviera a autorizar los trabajos.

Pero los problemas continuaron y un año después seguía sin estar claro que se fuera a dar permiso para el trasporte de personas. Así lo vemos en la carta que escribió Torres Quevedo a Dollfus el 19 de septiembre de 1892: "Mr Anselmier me comunica que el Departamento de Ferrocarriles está dispuesto a autorizar el transporte de viajeros en la línea del Pilatus si, después de examinar los planos de ejecución, se demuestra que la explotación no presenta ningún peligro".



Figura 8. El "Drachenweg" y el túnel de acceso a la recepción del Hotel Pilatus-Kulm en la actualidad.

Desde el gobierno de Nidwalden se ampliaría el permiso de construcción hasta octubre de 1893, pero las presiones llevarían finalmente al Gobierno Federal a interpretar la normativa impidiendo el transporte de viajeros, lo que llevaría a Torres Quevedo a renunciar a la finalización del proyecto en diciembre de 1893 … e iniciar el litigio para intentar recuperar los fondos invertidos, además de los bloqueados en la "fianza" que le exigieron. Se trata de otro aspecto de la investigación que también documentaremos en el futuro y del que podemos adelantar que continuó, al menos, hasta el 26 de octubre de 1896, como queda ilustrado en la fecha de la última carta localizada (Figura 9).

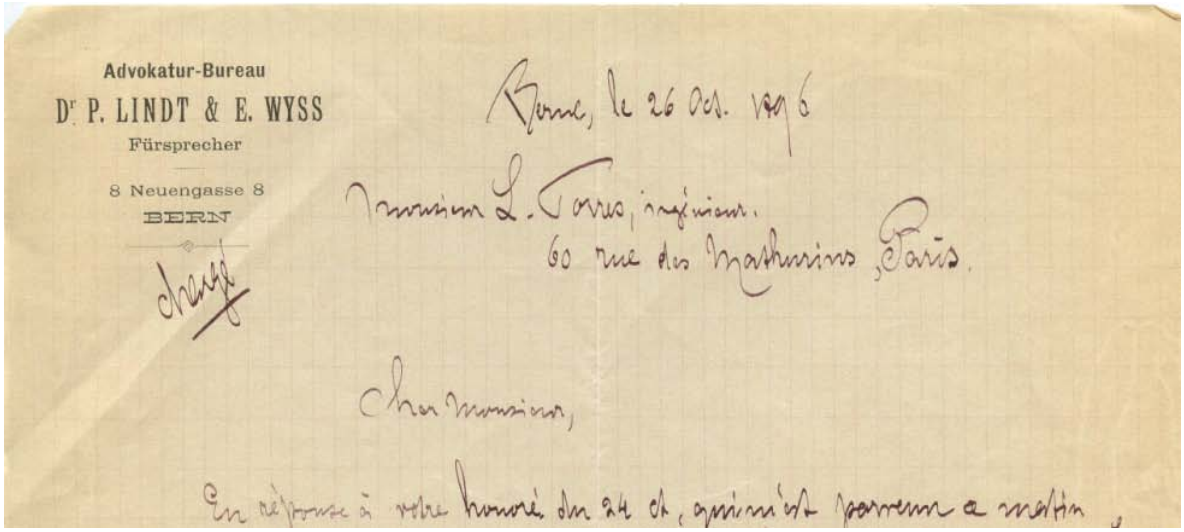


Figura 9. Último documento relacionado con el transbordador del Monte Pilatus, 26 de octubre de 1896

3. EL LEGADO DE TORRES QUEVEDO EN EL MONTE PILATUS EN LA ACTUALIDAD

El 9 de marzo de 1956 se inauguró, con un impacto ambiental significativamente mayor que el contemplado en el proyecto torresquevediano, el tramo Fräckmüntegg-Pilatus Kulm del teleférico que podemos disfrutar en la actualidad (Figura 6), con el Monte Pilatus convertido en una atracción turística de primer orden… en el que se integran las obras que dejó inconclusas D Leonardo. En efecto (Figuras 7 y 8), la excavación para integrar la estación superior del transbordador bajo el Oberhaupt se ha convertido en uno de los paseos señalizados para los excursionistas, el "Drachenweg" o "Camino del Dragón", mientras que el túnel que debía llevar a la plataforma de acceso a los hoteles lleva directamente al vestíbulo del Hotel Pilatus-Kulm.

No estaría de más conseguir que se honrara a Torres Quevedo, a modo de reparación histórica, rebautizando con su nombre el camino y/o el túnel por él iniciados hace más de 110 años. También con esa finalidad se ha escrito éste y se prepararán los próximos trabajos que dedicaremos a completar el conocimiento del "fracaso suizo" de Torres Quevedo, del que no se desquitaría hasta septiembre de 1907 (¡treinta años después!), cuando se inaugurase el *transbordador* del Monte Ulía.

BIBLIOGRAFÍA

ARAMBERRI MIRANDA, J. Y GONZÁLEZ REDONDO, F. A. (2011- 2012) "Innovación y Tecnología: los transbordadores de Torres Quevedo". *Fabrikart. Arte, Tecnología, Industria y Sociedad*, 10, 26-45.

DOLEZALEK, C. (1921) "Seilbahnen". *Enzyklopädie des Eisenbahnwesens*, Tomo 9, 30-53. Berlin und Wein, Urban & Schwarzenberg.

GARCÍA SANTESMASES, J. (1980) *Obra e inventos de Torres Quevedo*. Madrid, Instituto de España.

GONZÁLEZ DE POSADA, F. (1992) *Leonardo Torres Quevedo*. Madrid, Fundación Banco Exterior.

GONZÁLEZ REDONDO, F.A. (1994) "Noticias históricas de transbordadores (funiculares aéreos) pre-torresquevedianos". En: F. González de Posada, P. Alonso Juaristi y A. González Redondo (eds.) *Actas del II Simposio "Leonardo Torres Quevedo: su vida, su tiempo, su obra"*. Madrid, Amigos de la Cultura Científica, 207-212.

GONZÁLEZ REDONDO, F. A. (2009) *Leonardo Torres Quevedo*. Madrid, AENA.

MEYER, P.A. (1989) *Der Pilatus Zwischen Mystik und Tourismus. Festschrift 100 Jahre*. Lucerna, Pilatus-Bahn-Gesellschaft.

RODRÍGUEZ ALCALDE, L. (1974) *Biografía de D. Leonardo Torres Quevedo*. Santander, Institución Cultural de Cantabria.

STURGEON, W.C. (ed.) (1967) *Elevator World*, *1967 Special Issue*, *The Men and their Machines against the Mountain*. Vol. XV No. 10 (octubre de 1967).

WALDIS, A. (2006) "Ein verhindertes Pionierprojekt. Seilbahn Pilatus Kulm-Klimsenhorn als Opfer der Bürokratie". *Neue Zürcher Zeitung* (15 de marzo de 2006).

WÄLTI, B. Y WILHELM, R. (2014) *Ready to take-off: the new Fräkmüntegg-Pilatus Kulm aerial cableway* [Factsheet]. Kriens/Luzern, Pilatus-Bahnen AG.

GONZÁLEZ REDONDO, F. A. (coord.) (2015) *Ciencia y Técnica entre la Paz y la Guerra. 1714, 1814, 1914*. Madrid, SEHCYT, pp. 1281-1288.

TORRES QUEVEDO: SU IMAGEN EN LA ESPAÑA ACTUAL

Manuel Romana García[(1)], Consuelo Durán Cermeño[(2)], María Socorro Pascual Nicolás[(3)]

(1) ETSI Caminos, Canales y Puertos. Universidad Politécnica de Madrid, manuel.romana@upm.es
(2) ETSI Caminos, Canales y Puertos. Universidad Politécnica de Madrid, consuelo.duran@upm.es
(3) Museo Torres Quevedo. Universidad Politécnica de Madrid, mpascualnicolas@yahoo.es

Resumen

El ingeniero Leonardo Torres Quevedo (1852-1936), fue considerado el más prodigioso inventor de su tiempo en el campo de la ingeniería, de la automática y de la técnica. A pesar del reconocimiento que tuvo durante cuarenta años entre 1890 y 1930, su obra ha pasado prácticamente desapercibida para las siguientes generaciones casi hasta nuestros días. En los últimos años su figura ha cobrado mayor relevancia pública de una forma naturalmente irregular. Asociaciones y Organizaciones Universitarias han investigado y difundido los inventos del ingeniero. Se han realizado Ciclos de Conferencias y Simposia en el ámbito universitario, y algunas exposiciones han hecho llegar al público su obra.

Sin embargo, en muchos casos su figura y trabajo son desconocidos para el público español. Entonces, ¿es conocido Torres Quevedo? y ¿cómo? Esta ponencia tratará de aclarar esta cuestión señalando los hitos que conmemoran su figura. Hay varias ciudades que tienen calles con su nombre, y en su región natal, Cantabria incluso un Instituto lleva su nombre. Ha habido varias exposiciones centradas tanto en su persona como en sus invenciones. El eco del trabajo de Torres Quevedo ha llegado a los colegios a través de menciones en los libros de texto como en el desarrollo de actividades educativas. Probablemente el tributo más ampliamente conocido ha sido el doodle que Google le ha dedicado en el centenario del ajedrecista en 2013 y en el que aparece Torres Quevedo en el transbordador del Niágara.

Esta ponencia recoge el trabajo que el personal responsable del Museo Torres Quevedo de la Escuela de Ingenieros de Caminos de la Universidad Politécnica de Madrid, ha realizado para valorar la relevancia de su figura hoy día y para aumentar el conocimiento público de este gran ingeniero.

Palabras Clave: ingeniería, Torres Quevedo, Relevancia

MEASUREMENT OF THE RELEVANCE OF TORRES QUEVEDO IN TODAY'S SPANISH SOCIETY

Abstract

Leonardo Torres Quevedo was an exceptional engineer, considered to be the most exceptional inventor of his time. His creations were successful and pioneer in the fields of automatics, remote control, calculating machines and aerostatics. In spite of being highly recognized in the forty years between 1890 and 1930, his work has been largely overlooked by the following generations until today. In recent years his figure and accomplishments have achieved a greater echo, but the public's knowledge is still scarce and irregular. Several associations and universities have researched his

works and disseminated his results and inventions, in the way of lectures and cycles, in symposiums and in several exhibitions.

However, it is a commonplace in many sources that his figure and work are unknown to the Spanish public. How know is, then, Torres Quevedo? This paper deals with the question to clear the issue by pointing out the milestones that can be found under his name in Spain. There are several cities that have streets to his name, and in his native region, Cantabria, even a High School is named after him. There have been several exhibitions that either were centered on him, or included some of his achievements. The echo of Torres Quevedo's work has reached some school classrooms, as there are some mentions to him in textbooks and class activities. Probably the most widely known tribute has been the doodle that Google dedicated to him on the 100th anniversary of the Chess Machine, in 2013. The doodle depicts the Niagara Aerocar.

This paper summarizes the work done by the personnel that takes care of the *Museum Torres Quevedo*, in the Escuela de Ingenieros de Caminos of the Universidad Politécnica de Madrid, to assess the relevance of his figure today and enhance the public knowledge of such great engineer, so that actions can be planned and carried out to show his relevance and keep him in a well deserved place in Society.

Keywords: Engineering, Torres Quevedo, Relevance.

1. INTRODUCCIÓN

El ingeniero de Caminos Leonardo Torres Quevedo ideó y construyó una serie de máquinas que asombraron a sus contemporáneos y que hoy día nos siguen pareciendo fruto de una mente avanzada a su tiempo. A pesar de haber sido considerado en su tiempo un inventor genial, tras su muerte su figura se diluye de manera que hoy en día se insiste en que ha sido un desconocido tanto en el ámbito de la ciencia moderna como en el de la cultura científica durante gran parte del siglo XX.[1]

Al comenzar este trabajo nosotros pensábamos como la mayoría, y suponíamos que había sido en los últimos años y gracias a la labor de unos pocos estudiosos que Torres Quevedo había cobrado relevancia pública. A pesar de esta certeza tan extendida, supusimos que si hoy día era objeto de tanto interés podría ser debido a que algo de su figura y de su trabajo hubiera permanecido en estos años, y por eso decidimos investigar qué grado de conocimiento del científico existía en los años posteriores a su muerte.


Página 6 SOLIDARIDAD OBRERA Domingo, 10 Enero 1937

INFORMACION NACIONAL

Ha fallecido, en Madrid, el sabio español Leonardo Torres Quevedo, inventor del telequino

Figura 1. Titular de periódico en el que aparece la muerte de Leonardo Torres Quevedo. (Solidaridad Obrera de 10 de enero de 1937. Hemeroteca Nacional)

[1] HERNANDO GONZÁLEZ [1999] insiste en que la influencia de Torres Quevedo en la historia "real" de la informática es prácticamente nula, debido a que ni sus máquinas, ni sus trabajos teóricos fueron suficientemente conocidos por la mayoría de los inventores posteriores.

2. EN TORNO A LA MUERTE DE LEONARDO TORRES QUEVEDO

El 18 de diciembre de 1936 muere Leonardo Torres Quevedo. A pesar del momento tan delicado que atravesaba nuestro país, la importancia del científico se aprecia en que en los periódicos del mes de enero del año 1937 aparece la noticia de su fallecimiento, en algún caso en un gran titular.[2] ["Figura 1"].

3. LEONARDO TORRES QUEVEDO EN LA DÉCADA DE 1940. LAS INSTITUCIONES

En el año 1939 el *Laboratorio de Automática* que había dirigido Leonardo Torres Quevedo hasta su muerte, pasa a llamarse *Instituto Torres Quevedo* dependiendo del recién creado Consejo Superior de Investigaciones Científicas[3]. El nombre de Leonardo Torres Quevedo ha quedado vinculado al Consejo Superior de Investigaciones Científicas hasta nuestros días, pasando a nombrar al *Centro de Investigaciones Físicas "Leonardo Torres Quevedo"* inaugurado en octubre de 1967 y al actual *Centro de Tecnologías Físicas Leonardo Torres Quevedo.*

Asociado al Instituto se instituyó un premio científico que se otorgó anualmente desde la fecha de su fundación hasta los años 80. Era un premio bastante popular puesto que en la prensa se anunciaba a los ganadores y la cuantía del premio.

4. 1950-1978: EL REDESCUBRIMIENTO

En los años cincuenta el hijo del inventor, Gonzalo Torres Quevedo se propuso dar a conocer los inventos de su padre participando en coloquios, entrevistas y demostraciones del funcionamiento de las máquinas. En enero del año 1951 participó en un coloquio internacional sobre las máquinas de calcular y el pensamiento humanos, organizado por el *Instituto Blaise Pascal* de París. El Sr. Torres Quevedo además de desarrollar un tema sobre los trabajos de automatismo de la escuela española, presentó varios inventos de su padre.

En el mes de agosto del año siguiente se exhibió en la Exposición de Cibernética y alta automática de Ginebra el ajedrecista. En esta ocasión los jugadores del club de ajedrez de Ginebra se enfrentaron al autómata y, según la prensa española, fueron derrotados por este[4].

1958 fue el año en que se volvió a organizar una Exposición Universal tras el paréntesis de la guerra y de la posguerra. La Exposición Universal de Bruselas fue muy celebrada en todo el mundo al ser presentada como un exponente de los valores humanos y el progreso de la ciencia y la técnica tras la reconstrucción de Europa. La prensa española se hizo eco de esta muestra y de nuestra participación en la misma.[5] En el Archivo del Museo Torres Quevedo hemos encontrado un folleto divulgativo que presenta a Leonardo Torres Quevedo y sus máquinas en la Exposición Universal.

En la Exposición conmemorativa de la creación de la Real Sociedad Española de Física y Química: "Historia de la Física y la Química en España" celebrada en el mes de abril del año 1953 en

---

[2] La noticia apareció en los periódicos *Solidaridad Obrera* p. 6, 10 de enero de 1937; *La Voz*, 13 de enero de 1937; *Mundo Gráfico,* enero de 1937 y *La Libertad* p. 6, 15 de enero de 1937.

[3] En http://museovirtual.csic.es/coleccion/torres/torres1.htm se encuentra la historia completa del Laboratorio.

[4] Esta noticia aparece recogida en el artículo "El autómata ajedrecista de Torres Quevedo causa sensación en al exposición de Ginebra". *La Vanguardia,* 17 de septiembre de 1952.

[5] Véase PAYÁ [1957].

el Consejo Superior de Investigaciones Científicas también se exhibieron el segundo ajedrecista y el telekino.[6]

En esta década se comienzan a publicar textos sobre la vida y la obra de Leonardo Torres Quevedo. En el año 1951 Gonzalo, su hijo, publicó una biografía de su padre en la *Revista de Obras Públicas* [TORRES QUEVEDO 1951] y el año siguiente se conmemora el centenario de su nacimiento con publicaciones especiales en los principales periódicos en los que se hace un repaso a su vida y sus inventos. [7]

De todos es sabido que habitualmente se hacen series de sellos en los que se conmemoran hechos relevantes o personajes ilustres. También Leonardo Torres Quevedo tuvo su primer sello en la década de 1950, con fecha de 1955, ya que en el Correo Aéreo se emitió un sello con su efigie.

En los años 60 abren sus puertas en Cantabria el Colegio Mayor Torres Quevedo de Santander y la Biblioteca pública de Molledo que lleva el mismo nombre. El nombre de Leonardo Torres Quevedo se va haciendo evidente para todo el mundo y empieza a formar parte del pabellón de nombres ilustres que son homenajeados en lugares públicos, centros educativos y municipales.

El primer texto independiente donde se narra la vida del ingeniero se publica en 1966 en la colección de divulgación general "Sabios del Mundo". Su figura también ha sido estudiada y difundida en el programa de divulgación científica de la Televisión española "Ventana Abierta" que en 1971 emitió un programa sobre Leonardo Torres Quevedo y su obra[8].

5. DE 1978 A 2000: EL RECONOCIMIENTO

En el año 1978 se realizó la exposición más completa sobre Leonardo Torres Quevedo y su obra. Organizada por el *Colegio de Ingenieros de Caminos*[9] en el palacio de Cristal del Parque del Retiro, lugar muy frecuentado por los madrileños que pudieron conocer sus principales inventos.

Leonardo Torres Quevedo nunca ha sido olvidado en su tierra natal y prueba de ello es que a partir de mediados de los años 80, se organizaron en Cantabria varias exposiciones sobre su vida y su obra e incluso conmemorativas de fechas señaladas, como el 75 aniversario del transbordador del Niágara celebrada en 1991 en el Real Valle de Camargo.

El catedrático D. Francisco González Posada, ha sido y es uno de los principales estudiosos de la obra de Torres Quevedo y ha invertido buena parte de su vida de investigador en la difusión de su figura. La lista de libros y colaboraciones en la organización de exposiciones sobre Torres Quevedo es amplia y su trabajo exhaustivo. También apasionado por el inventor, Francisco A. González Redondo es continuador en el estudio y promoción de Torres Quevedo en todo el mundo.

Buena parte de las actividades que desde 1982 han ayudado a promover la figura de Torres Quevedo han sido organizadas por la Asociación "Amigos de la Cultura Científica" que han organizado Simposios y han impulsado actos conmemorativos [GONZÁLEZ DE POSADA,1991].

En 1983 aparece un nuevo premio de ámbito nacional llamado "Premio Nacional de Investigación Leonardo Torres Quevedo". El Ayuntamiento de Molledo creó en 1987 un *premio* también denominado "Leonardo Torres Quevedo". Desde 1989, en el Instituto de Bachillerato Leonardo Torres Quevedo se entrega el "Premio Leonardo Torres Quevedo a la invención científico-técnica para jóvenes de enseñanzas medias" que premia trabajos científicos e ingenieriles para alumnos de 15 a 18 años de la Comunidad de Cantabria.

---

[6] En el artículo "De la Exposición organizada por la Real Sociedad". *ABC,* 26 de mayo de 1953 encontramos una noticia sobre la exposición

[7] En el periódico *ABC* del 25 de mayo de 1953 escribieron varios autores artículos sobre Torres Quevedo.

[8] En la programación de radio y televisión del periódico *La Vanguardia* del 7 de enero de 1971 aparece anunciado este programa de televisión.

[9] El artículo "Los Reyes inauguraron ayer la Exposición Torres Quevedo". *ABC* 6 de abril de 1978, p. 43, nos muestra la importancia que tuvo la exposición.

La importancia de Torres Quevedo se manifiesta en la serie de objetos conmemorativos que encontramos en este periodo. En 1983 se emitió un sello en el que aparece el Transbordador del Niágara y años después otro más con el ajedrecista. El año 1986 Amigos de la Cultura Científica promovió una suscripción popular para la erección de una estatua de Torres Quevedo en Santa Cruz de Iguña. En 1991, la Comisión de Parques del Niágara colocó al pie del Transbordador una placa conmemorativa que recuerda la autoría de Torres Quevedo. También se utilizó su nombre en un colegio público de Coslada, Madrid y de La Serna de Iguña de Cantabria.

La divulgación de Torres Quevedo en estos años comienza a ser tan exhaustiva que incluso en la televisión y la radio se emiten programas sobre su figura el programa "Ayer y hoy de la Aviación" en 1985 y "Bienvenido Mr. Chip" en 1992.

6. DEL 2000 A NUESTROS DÍAS. LA REEVALUACION POSITIVA

En este período se han organizado varias exposiciones en las que está presente Torres Quevedo y su obra. El año 2007 se celebró el centenario del primer dirigible español.[10] En la jornada de "Homenaje a Leonardo Torres Quevedo. El Ajedrecista" de la ETSI de Telecomunicaciones del año 2012, estuvo presente el original prestado por el Museo Torres Quevedo. El autómata también ha participado en la "Exposición la Lengua y la palabra. Trescientos años de la Real Academia Española" el año 2013. En la exposición "Generación del 14. Ciencia y Modernidad" Torres Quevedo es considerado uno de los científicos que contribuyeron a la modernización del país. El telekino forma parte de la exposición "Nikola Tesla: suyo es el futuro" formando parte de una sección dedicada a los científicos españoles contemporáneos de Tesla.

En estos años se han levantado más monumentos dedicados a Torres Quevedo. En 2004 Amigos de la Cultura Científica regaló una escultura en el Museo del Aire de Cuatro Vientos, y en 2008 gestionó la adquisición de una réplica por la ciudad de Santander. También hay una Cabeza de bronce de Torres Quevedo en la Diputación Regional de Cantabria, un óleo y una fotografía en el Ayuntamiento de Molledo. En el Instituto de la Ingeniería de España se instaló en enero de 2008 un busto de Torres Quevedo junto al busto de Juanelo Turriano, ingeniero del Renacimiento, creador de máquinas e inventos en el siglo XVI. El año 2007 el IEEE (Instituto Internacional de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos) otorgó al telekino un 'Milestone', es decir un hito en la historia de la ingeniería, que está colocado en el Museo Torres Quevedo de la ETSI Caminos de Madrid.

Hoy día podemos pasear por las calles que llevan su nombre en ciudades como Santander, Alcalá de Henares, Gijón, El Astillero (Cantabria) o Torrelavega y aparcar nuestro coche en el parking público de Bilbao llamado Torres Quevedo.

En la actualidad los niños en su etapa educativa aprenden que Torres Quevedo es un científico español de gran importancia en la historia de la tecnología de nuestro país a través de las actividades escolares y de sus libros de texto[11]. En un colegio de Santoña los niños de segundo de educación infantil fabricaron un dirigible y un transbordador[12].

El programa "Que inventen ellos" de la serie documental "Paisajes de la Historia" de TVE nos muestra que el siglo XIX, dio a luz cerebros privilegiados de la ciencia entre los que se encuentra Leonardo Torres Quevedo.

El 28 de diciembre de 2012 google hizo uno de sus famosos *doodles* en homenaje a Torres Quevedo. En internet encontramos páginas científicas escritas por eruditos y expertos en la materia

[10] Se trata de la exposición organizada por Amigos de la Cultura Científica "Leonardo Torres Quevedo y la conquista del aire". Centenario de la botadura del dirigible "Torres Quevedo. 1907. Guadalajara. 2007".
[11] Libro de *Tecnología* de 4 de la ESO. Ed. Anaya.
[12] Esta actividad escolar puede verse en https://youtube.com/watch?v=7ChylB3MBDY

como la página web www.torresquevedo.org, hay blogs,[13] de aficionados a la ciencia, enlaces a páginas web de instituciones[14]; artículos de prensa, y también videos de conferencias[15].

7. EL MUSEO TORRES QUEVEDO EN LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

La Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos alberga una colección de máquinas e instrumentos que constituyen el Museo Torres Quevedo y que tiene su origen en el *Laboratorio de Automática* creado por Real Orden del año 1907. Este laboratorio se pretendía que sirviese para la construcción de máquinas y aparatos científicos para diversas aplicaciones industriales y para la fabricación de aparatos para la enseñanza [MORENO Y ROMERO, 1997]. En 1910 estaba instalado en el Palacio de la Industria y las Bellas Artes en los llamados Altos del Hipódromo, compartiendo espacio con otras instituciones científicas.

En el Archivo Leonardo Torres Quevedo donde se custodian varios documentos del Laboratorio hay una "nota de los aparatos mandados a la Escuela de Ingenieros de Caminos" fechada el 28 de enero de 1928 [MORENO Y ROMERO,1997]. Podemos considerar que este es el año en que las máquinas que forman actualmente el fondo del museo llegan a las dependencias de la Escuela de Ingenieros de Caminos. [Figura 2]



Figura 2. Vista del Museo Torres Quevedo. (Fotografía de los autores).

Los aparatos del Museo no son todos inventos de Torres Quevedo, también hay máquinas construidas en el Laboratorio y que fueron ideadas por otros científicos de la época.

El objetivo del Museo es la custodia y conservación de las piezas que constituyen su fondo así como el estudio y conocimiento de la obra de Torres Quevedo y la divulgación de su figura. Es por ello que el Museo ha colaborado en varias exposiciones de los últimos años en las que se han podido conocer los prototipos originales del ingeniero.

8. CONCLUSIONES

[13] http://caminandopormadrid.blogspot.com/2013/05/leonardo-torres-quevedo.html?m=1
[14] Página web de Molledo; página web de mi+d de la Comunidad de Madrid; página web del CSIC.
[15] Vídeo de cómo funciona el telekino: https://www.youtubecom/watch?v=32S5t9-fNbl

El estudio que hemos realizado de la imagen de Leonardo Torres Quevedo en España en la actualidad nos ha llevado a comprobar que el conocimiento general del ingeniero ha ido aumentando progresivamente desde la fecha de su muerte hasta la actualidad.

En los primeros años después de su muerte Torres Quevedo es reconocido oficialmente y la divulgación de su obra es poca aunque no inexistente. Poco a poco aparecen libros, se hacen exposiciones y homenajes y se empieza a conocer a nivel popular a través de la prensa que informa de los actos conmemorativos de que es objeto. En los últimos treinta años Leonardo Torres Quevedo es conocido a varios niveles. Es una figura que se estudia en diversos ciclos educativos. La divulgación de su obra es amplia y a través de medios diversos (internet, radio y televisión, artículos de prensa…). Forma parte de la vida de los ciudadanos al estar presente en monumentos conmemorativos, nombres de calles…. Es parte de la cultura científica del país a través de los simposios organizados sobre su figura, documentales, libros, exposiciones y la labor del Museo Torres Quevedo, y es objeto de interés de expertos en historia de la ciencia que han orientado sus trabajos de investigación al estudio de su obra. [Figura 3]

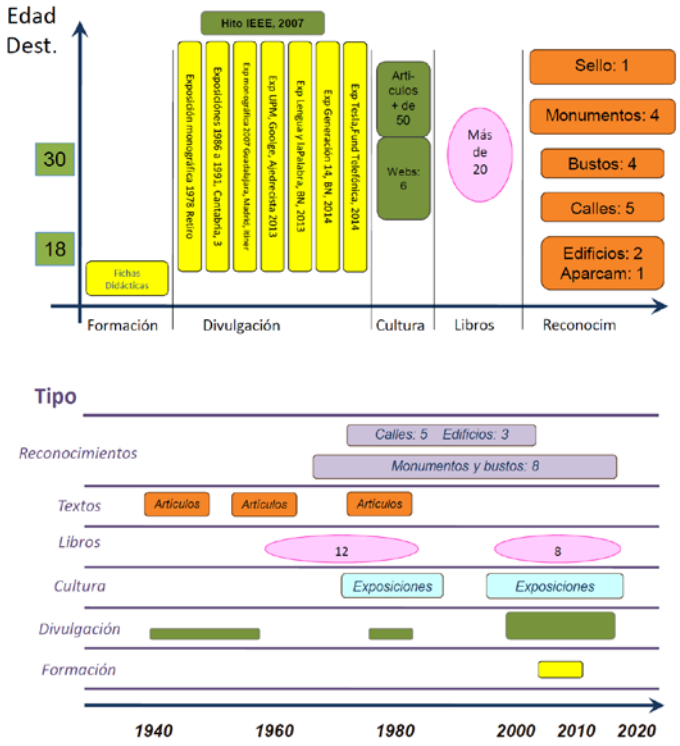


Figura 3. Imagen de Torres Quevedo en la actualidad. (Gráficos de los autores).

¿Quién conoce a Leonardo Torres Quevedo? En la figura 3 presentamos un gráfico en el que aparecen como edades de referencia 18 y 30 años. Por debajo de los 18 se produce el primer acercamiento a Torres Quevedo a través de la formación escolar. A partir de los treinta años hay un conocimiento profesional en el que los expertos escriben libros y artículos, preparan exposiciones y congresos y programas de divulgación. En esta edad hay un número importante de personas que conocen la figura de Torres Quevedo gracias a la labores de divulgación de los estudiosos.

Después de este análisis nos preguntamos ¿Es suficiente? ¿Estamos contentos? No debemos considerar que está todo hecho pero tampoco debemos caer en el derrotismo de pensar que Leonardo Torres Quevedo está completamente olvidado e injustamente tratado.

BIBLIOGRAFÍA

ÁLVAREZ, C. L. (1953) "Al habla con el hijo del inventor". *ABC (25 de marzo)*. 19.

CAMPOY, A.M. (1953) "Apunte biográfico". *ABC (25 de marzo)*. 5-6.

GONZÁLEZ DE POSADA, F., GONZÁLEZ REDONDO, A. Y ALONSO JUARISTI, P. (eds.) (1993) *Actas del II Simposio "Leonardo Torres Quevedo: su vida, su tiempo, su obra"*. Madrid: Amigos de la Cultura Científica.

GONZÁLEZ DE POSADA, F., GONZÁLEZ REDONDO, F. A. (eds.) (1999) *Actas del III Simposio "Leonardo Torres Quevedo: su vida, su tiempo, su obra"*. Madrid: Amigos de la Cultura Científica.

GONZÁLEZ DE POSADA, F., GONZÁLEZ REDONDO, F. A. Y TRUJILLO, D. (eds.) (2001) *Actas del I Simposio "Ciencia y Técnica en España de 1898 a 1945: Cabrera, Cajal y Torres Quevedo"*. Madrid, Amigos de la Cultura Científica.

GONZÁLEZ DE POSADA, F., GONZÁLEZ REDONDO, F. A. Y TRUJILLO, D. (2002) *Actas del II Simposio "Ciencia y Técnica en España de 1898 a 1945: Cabrera, Cajal y Torres Quevedo"*. Madrid, Amigos de la Cultura Científica.

GONZÁLEZ DE POSADA, F., GONZÁLEZ REDONDO, F. A. ET AL. (2007) *Leonardo Torres Quevedo y la conquista del aire. Centenario de la botadura del dirigible Torres Quevedo. 1907 Guadalajara 2007*. Madrid, Amigos de la Cultura Científica. [Exposición exhibida en Guadalajara del 5 de noviembre de 2007 al 14 de enero de 2008].

GONZÁLEZ REDONDO, F. A. Y GONZÁLEZ REDONDO, A. (eds.) (1994) *Actas del I Simposio "Leonardo Torres Quevedo: su vida, su tiempo, su obra"*. Madrid: Amigos de la Cultura Científica.

GONZÁLEZ DE POSADA, F. *ET AL.* (1993) "El Programa Cultural-Científico Leonardo Torres Quevedo". En: F. González de Posada *et al.* (eds.) *Actas del II Simposio Leonardo Torres Quevedo: su vida, su tiempo, su obra.* Madrid, Amigos de la Cultura Científica, 201-204.

GONZÁLEZ DEL VALLE, A. (1953) "Torres Quevedo o la imaginación". *ABC.* 45.

HERNANDO GONZÁLEZ, A. (1995) *Leonardo Torres Quevedo, precursor de la informática. Valoración pormenorizada y contextualizada de la singularidad histórica de su obra como creador de la automática*. Tesis Doctoral leída en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la Universidad Politécnica de Madrid.

MORENO R Y ROMERO, A. (1997) "Recuperación del instrumental científico-histórico del CSIC. Antecedentes del Instituto "Torres Quevedo". 1. El laboratorio de automática". *Arbor, CLVI (Abril)*, 131-166.

NOVOA, E. (1953) "El 'Autómata ajedrecista'". *ABC (25 de enero)*, 15-16.

OTERO SECO, A. (1937) "Torres Quevedo". *Mundo Gráfico (Enero).*

PAYÁ, C. (1957) "La Exposición Universal de Bruselas de 1958 será la primera que se realizará después de la última conflagración mundial". *ABC (28 de julio)*, 17-19.

REY PASTOR, J. (1953) "Torres Quevedo y el 98". *ABC, (25 de mayo)*, 3.

TORRES QUEVEDO, G. (1951) "Torres Quevedo y la Automática". *Revista de Obras Públicas, 2831 (Marzo)*, 99-109.

TORROJA Y MIRET, J. Mª. (1953) "El Laboratorio de Automática". *ABC*. 9.

GONZÁLEZ REDONDO, F. A. (coord.) (2015) *Ciencia y Técnica entre la Paz y la Guerra. 1714, 1814, 1914*. Madrid, SEHCYT, pp. 1289-1296.

INGENIO Y TÉCNICA EN LA REGIÓN DE MURCIA 1878-1966. PROYECTO DE DIVULGACIÓN DEL PATRIMONIO TECNOLÓGICO

Pascual Santos López[(1)], Manuela Caballero González[(2)]

(1) IES Diego Tortosa, Cieza, España, pascual.santos@murciaeduca.es
(2) Centro de Estudios Históricos Fray Pasqual Salmerón, Cieza, España, manuelacaballero@hotmail.com

Resumen

La investigación, recuperación y divulgación del patrimonio material e inmaterial de la Región de Murcia en el ámbito de la historia cultural de la ciencia y la tecnología constituyen la finalidad del presente proyecto cultural. Para ello estamos realizando una exposición itinerante por diferentes ciudades de la región. La primera de estas exposiciones se llevó a cabo en 2013 en Cieza y actualmente nos encontramos preparando la segunda exposición prevista para finales de 2014 en Mazarrón.

Diez años de investigación nos han permitido recuperar un patrimonio tecnológico que nos ha sorprendido por su riqueza y profundidad. Patentes como el cajero automático de Brunton y Anaya de 1913, hasta ahora el más antiguo que se conoce. El "cerealémetro", aparato para medir con exactitud el peso específico del cereal, inventado por Gerónimo Salmerón en 1934. Máquinas rastrilladoras, hiladoras y procedimientos industriales que nos hablan del pasado industrial espartero del sureste español. Invenciones que permitieron aumentar la seguridad de los trabajadores y la incorporación de los menores a la escuela.

Otros ingenios desarrollados a causa de las necesidades generadas por la Primera Guerra Mundial, como el aparato para la producción automática del líquido antiséptico Dakin, inventado por el cirujano Gregorio Parra en 1920 y el "Dúplex telefónico" de Pascual Salmerón Gómez, patentado en 1917, que daba servicio telefónico a dos usuarios con una sola línea y cuya idea fue suscitada por la falta de material conductor debido al conflicto bélico.

Patrimonio que estamos divulgando en publicaciones e Internet, lo que nos ha permitido recuperar algunos prototipos originales de los inventores y que gracias a las familias se pueden exponer. En la actualidad, el proyecto lo estamos desarrollando en el Centro de Estudios Históricos Fray Pasqual Salmerón en colaboración con la Biblioteca Padre Salmerón y el IES Diego Tortosa de Cieza.

Palabras Clave: Proyecto cultural, Patrimonio tecnológico, Patente, Prototipo, Procedimiento industrial.

WIT AND TECHNOLOGY IN THE REGION OF MURCIA 1878-1966. DISCLOSURE PROJECT OF TECHNOLOGICAL HERITAGE

Abstract

The research, retrieval and dissemination of the tangible and intangible heritage of the Region of Murcia in the field of cultural history of science and technology are the purpose of this cultural project. So we are making a traveling exhibition in different cities of the region. The first of these

exposures took place in 2013 in Cieza and we currently preparing the second exhibition scheduled for late 2014 in Mazarrón.

Ten years of research has enabled us to regain a technological heritage that has surprised us with its richness and depth. Patents as cash machine Brunton and Anaya, 1913, to date the oldest known. The "cerealémetro" device to accurately measure the specific gravity of cereal, invented in 1934 by Geronimo Salmeron. Rakes machines, spinning machines and industrial processes that tell us about the industrial past in the spanish southeast. Inventions which increased the safety of workers and the incorporation of children to school.

Other inventions developed because of the needs generated by the First World War, as the apparatus for the automatic production of antiseptic liquid Dakin, invented by Gregorio Parra surgeon in 1920 and the "telephone Duplex" Pascual Gómez Salmerón, patented in 1917, telephone service giving two users with a single line and whose idea was prompted by the lack of conductive material because of the war.

Heritage we are reporting in publications and the Internet, which has allowed us to recover some of the original prototypes of inventors and thanks to the families may be exposed. At present, we are developing the project at the Centre for Historical Studies Fray Pasqual Salmerón in collaboration with the Father Salmeron Library and the Diego Tortosa High School of Cieza.

Keywords: Cultural project, Technological heritage, Patent, Prototype, Industrial process.

1. PRESENTACIÓN

El proyecto que presentamos a continuación, es un proyecto cultural que consiste en la organización de una exposición itinerante titulada “Ingenio y Técnica en la Región de Murcia 1878-1966”, y cuyo desarrollo lleva asociado un amplio espectro de actividades con la temática de los inventos históricos locales y regionales como hilo conductor y principal argumento de la misma.

Dicho proyecto cuenta con el apoyo del Centro de Estudios Históricos Fray Pasqual Salmerón (en adelante CEHFPS) y la colaboración de la Biblioteca Padre Salmerón y el IES Diego Tortosa de Cieza. La idea inicial partió de los autores del presente trabajo y es el fruto de 10 años de investigación en el campo de la historia cultural de la tecnología.

El origen estuvo en el hallazgo en 2003 en los archivos de prensa histórica del CEHFPS, al que ambos pertenecemos, de la noticia de un inventor ciezano, José Salmerón Rojas, que patentó el “Flotador Salmerón” [Figura 1] en 1894, un motor hidráulico que aplicó como bomba de elevación de agua. Investigación que fue publicada en 2004 en la revista *Andelma*, órgano de difusión del CEHFPS y de acceso abierto y gratuito en Internet.

A partir de aquí comenzamos a publicar una serie de artículos sobre inventos, patentes, sus creadores, su contexto histórico, el estado de la técnica del momento y cualquier aspecto cultural que complementara nuestro trabajo. Investigamos todo tipo de recepciones e impactos sociales que pudieran haber tenido estos inventos e innovaciones en la sociedad del momento. Todas estas publicaciones se convirtieron en una sección fija de la revista Andelma, que se tituló: “Historia de la Técnica en Cieza” y que en la actualidad se llama: “Historia Cultural de la Tecnología”, abierta a toda la Región de Murcia.

Con el paso del tiempo y gracias a la divulgación de nuestras publicaciones, que eran presentadas ante el público de la ciudad y difundidas por distintos medios de comunicación e Internet fuimos mejorando el conocimiento que teníamos de estos inventores con ayuda de sus descendientes y amigos. Nos dimos cuenta que teníamos una base documental amplia y que la información

biográfica de los inventores investigados iba aumentando. Incluso tuvimos noticias de que existía todavía alguno de los prototipos originales en el seno de las familias de los inventores.

Por tanto, a principios de 2012 tuvimos la idea de divulgar este legado cultural, científico y tecnológico concretándolo en un proyecto cultural que tendría como hilo conductor los inventores y sus creaciones, con un enfoque cercano y divulgativo. Intentando estudiar el punto de vista de la tecnología de lo cotidiano y ofreciendo historia cultural de la tecnología para todos los públicos.

Con el proyecto cultural "Ingenio y Técnica en la Región de Murcia 1878-1966" pretendemos recuperar, enriquecer y divulgar el patrimonio material e inmaterial de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia en el ámbito de la historia cultural de la ciencia y la tecnología, a través de las patentes históricas. Además, dicho proyecto y su exposición itinerante pueden ampliarse y enriquecerse, pudiendo exhibirse por los municipios que estén interesados.



Figura 1. Estudio inicial del panel sobre el "Flotador Salmerón". (Diseño de los autores).

2. UN RICO PATRIMONIO TECNOLÓGICO

El Archivo Histórico de la Oficina Española de Patentes y Marcas (en adelante AHOEPM) atesora un patrimonio tecnológico que nos ha reportado numerosos documentos donde apoyarnos para la realización de nuestras investigaciones. La cantidad de patentes y modelos de utilidad relacionadas con la industrialización del esparto y puestas en práctica en Cieza en la primera mitad del siglo XX nos hablan de la importancia del pasado industrial de esta ciudad. Gracias al aprovechamiento del esparto como fibra textil, su majado mecánico, la fabricación de borras y el éxito

de la manufactura de cordelería y maromas, junto a la apertura del ferrocarril, se inicia en Cieza a partir de 1870 una acelerada industrialización de esta fibra [SALMERÓN, 1999, pp. 127-128].

Dos de los emprendedores que contribuyeron con su ingenio y trabajo al despegue de Cieza como centro manufacturero del sureste español fueron Luis Anaya, industrial ciezano del esparto, y Bernardo H. Brunton, ingeniero inglés afincado en Cieza. En los inicios del siglo XX deciden apostar fuertemente por la mecanización de hilaturas y tejidos del esparto. Para ello, era necesaria la obtención de una nueva hilaza más flexible, suave y uniforme que permitiera aplicaciones tales como confección de sacos, arpilleras, esteras, cuerdas y, sobre todo, la confección de trenzas para alpargatas y toda clase de calzado. La mayoría de sus esfuerzos fueron dirigidos hacia ese objetivo. Luis Anaya patenta en 1915 dos procedimientos químico-mecánicos con los que obtener hilazas y fabricar tejidos de esparto, además de un perfeccionamiento en la confección de sacos [SANTOS Y CABALLERO, 2009, p. 18].

Brunton, por su parte, se dedica a diseñar y construir maquinaria para mecanizar el majado del esparto. Trabajo duro y peligroso que consistía en machacar la fibra para abrirla y separarla de su envolvente leñosa. Esta operación, llamada vulgarmente “picao”, la realizaban las mujeres “picaoras” y consistía en golpear los manojos de esparto de forma repetida bajo pesados batanes de madera dura sobre sillares de piedra situados a ras de suelo. Cada “picaora”, sentada en el suelo con las piernas introducidas en un foso, atendía dos batanes acercando de manera peligrosa, sus manos a los mazos. Además, el estrés y el ruido continuo podían afectar la salud de las trabajadoras. Entre 1909 y 1917 Brunton patenta dos máquinas de majar esparto y un perfeccionamiento para una de ellas. Además, patenta dos productos industriales consistentes en esparto hilado mecánicamente y una mejora en el procedimiento de hilar [SANTOS, 2006b, p. 18]. Brunton y Anaya montaron en 1913, con socios capitalistas catalanes, la sociedad: Manufacturas Mecánicas de Esparto. Además, cada uno por su parte tenía otra empresa. Anaya una fábrica de hilaturas y confección de tejidos de esparto y Brunton un taller de construcción y reparación de maquinaria. Todas las patentes realizadas por los dos, salvo la primera máquina de majar esparto y el perfeccionamiento para dicha máquina, fueron puestas en práctica [AHOEPM], constituyendo innovaciones y produciendo cambios tecnológicos en la industria del esparto [SAIZ, 1999, p. 191].

Otros innovadores contribuyeron a ese cambio tecnológico a principios del siglo XX en Cieza aportando soluciones y contribuyendo al despegue de la fibra nacional que paliaba la situación de carencia y carestía provocada por la Primera Guerra Mundial. Uno de ellos fue el industrial Antonio Pérez Cano que realizó seis patentes entre 1916 y 1922. La primera sería un procedimiento para el blanqueo de la fibra de esparto mediante hipoclorito sódico y las siguientes serían productos industriales consistentes en trenzas de esparto y suelas fabricadas con ellas. Aunque sólo una de estas trenzas, la de tres ramales patentada en 1919, figura como puesta en práctica sabemos que Pérez Cano dirigió una industria que se dedicaba al majado, trenzado e hilado del esparto y fabricaba cofines para prensas de aceite. Por tanto, todas sus invenciones estaban relacionadas con su industria y fueron una de las principales fuentes de trabajo en Cieza [SANTOS, 2009, p. 12].

Pero no sólo en Cieza se produjeron innovaciones y cambios tecnológicos, sino también en otras zonas de la región, como en la minería y metalurgia en Mazarrón, La Unión y Cartagena. La industria agroalimentaria y auxiliares, como las conservas y el pimentón en poblaciones situadas en las vegas del Segura. El desarrollo de la industria del vino en el Altiplano (Yecla y Jumilla) [MARTÍNEZ, 2002, p. 367] y los talleres de fabricación de motores de viento en Yecla y Cartagena, que se instalaban para extracción de agua y otras aplicaciones. Como los motores de viento patentados en 1889 por José Mora y en 1898 por Juan Albert. Industriales yeclanos que con sus motores de viento contribuyeron al desarrollo y modernización de la agricultura y la industria murcianas [SANTOS, 2014, pp. 91-99].

2. UN CAJERO AUTOMÁTICO CONCEBIDO PARA AYUDAR AL AHORRO FAMILIAR

En 1913 Brunton y Anaya patentan de forma conjunta “Una caja mecánica repartidora de un cierto número de monedas con intervalos de tiempo determinados”, que fue puesta en práctica en 1916 [AHOEPM]. Según los inventores, el objeto del invento era facilitar a las familias el medio de repartir a su comodidad y con rigurosa exactitud la cantidad que pudieran destinar al gasto diario de la casa. Además, serviría también para llevar la buena administración de un comercio o una pequeña industria. Gracias a las familias de los inventores supimos que se habían fabricado varios prototipos. Unos de ellos, conservado por la familia Brunton, es el que pudimos disfrutar en la exposición celebrada en la Biblioteca Padre Salmerón de Cieza en el segundo trimestre de 2013 y que podemos apreciar en la figura 2. La familia Anaya contribuyó con numerosa documentación y unas placas metálicas que los inventores tenían preparadas para adosar a los cajeros. Por las placas, la creación de una sociedad al efecto y el registro de la marca de fábrica denominada “Autocajero”, sabemos que se proponían comercializar su invento a gran escala.

El prototipo consta de un cuerpo de chapa de acero con tapa y base de fundición. En su parte superior, a la que se accede por la tapa, tiene una placa deslizante que tapa la parte inferior de unos tubos donde se alojan las monedas y que puede desplazarse horizontalmente entre dos guías. Esta placa lleva practicadas unas perforaciones circulares de diámetro similar al de los tubos y de profundidad igual al espesor de la moneda que corresponda. Al estar la placa deslizante dentro del cajero se colocan las monedas apiladas en los tubos del diámetro correspondiente, alojándose la primera de las monedas en su cavidad correspondiente. Se preselecciona la hora deseada en el reloj como si fuera un despertador mecánico. Se cierra la tapa superior y las dos puertas frontales cada una con su llave. Al cumplirse el tiempo se descorre de forma automática el cerrojo, quedando liberada la placa, pero aunque tiremos no se abrirá. Si abrimos la puerta frontal derecha del cajero con su llave, se libera una pletina pudiendo sacar la placa deslizante y extraer las monedas de cada cavidad. Introducimos de nuevo la placa con lo que bajan las monedas por su peso y se cierra el cerrojo quedando la placa sujeta y preparada para un nuevo ciclo.



Figura 2. Cajero automático de Brunton y Anaya. (Foto de los autores).

Los inventores aseguraban que con el uso constante de su invento, se obligarían las familias a una correcta administración de sus bienes, evitando la ruina y educando “a las generaciones futuras

enseñándoles el camino del ahorro, principal elemento de las familias y de los pueblos que quieren llegar a ser grandes" [BRUNTON Y ANAYA, 1913, pp. 2-3].

3. APARATOS Y MÁQUINAS QUE APORTAN SOLUCIONES

Inventos que enriquecen nuestro patrimonio tecnológico y que aportaban soluciones a problemas como el encarecimiento del trigo y el trabajo de los menores de edad en la industria, fueron: El "cerealémetro", aparato para medir con exactitud el peso específico del cereal, inventado por Gerónimo Salmerón Gómez en 1934. Del que se conservan dos prototipos que pudimos admirar en la exposición de 2013. En la figura 3 podemos apreciar sus elementos. Una tolva sobre la que se deposita el trigo sobre un recipiente cilíndrico. Con ayuda de un émbolo, que le sirve de base, se llena lentamente el recipiente gracias al freno neumático del émbolo, evitando así el encalcamiento del cereal. El recipiente se enrasa de trigo con una placa raedor y se vuelca para su vaciado en otro recipiente que se pesa con la báscula [SANTOS, 2006a, p. 21].

Máquinas rastrilladoras que aumentaban la producción y evitaban el pesado y peligroso trabajo del rastrillado manual del esparto. Una nueva máquina rastrilladora inventada por Vicente Martínez Piñera, patente 204.693, que comenzó teniendo un solo cabezal y estructura de madera y que gracias al desarrollo tecnológico acabó teniendo dos cabezales, estructura metálica y evolucionando hasta la máquina rastrilladora patentada por su hijo, patente 291.176, [SANTOS, 2007]. La que se puede ver todavía funcionando en el Museo del Esparto de Cieza, junto a otras rastrilladoras de más cabezales.

Invenciones que permitieron la incorporación de los menores a la escuela, que no sería de forma inmediata, a pesar de existir legislación que la apoyaba, ya que las familias necesitaban ese sueldo aunque fuera pequeño. Fue precisamente una mujer, Francisca García, la que patentó en 1946 una máquina para hilar, compuesta esencialmente de un eje montado sobre rodamientos en cuyo extremo tenía un orificio donde se enhebraba el inicio de la fibra que debía hilarse. Según consta en la patente 173.443, el objeto principal de la máquina era eliminar el trabajo que realizaban los niños de 6 a 10 años, que debían mover manualmente la rueda de hilar y que era "antihumano y antisocial a esa edad, precisamente la escolar, mantenerlos en el trabajo" [CABALLERO, 2013, p. 16].



Figura 3. Prototipo del cerealémetro de Gerónimo Salmerón. (Foto de los autores).

4. INGENIOS MOTIVADOS POR LAS NECESIDADES DE LA GUERRA

El doctor Parra conocía perfectamente la utilización del líquido antiséptico Dakín en la práctica quirúrgica y mantenía que se había probado hasta la saciedad en la Primera Guerra Mundial. Pero también sabía sobre su preparación e inestabilidad. En 1920 consigue patente de invención por un "aparato para la producción automática del líquido Dakín". La solución del doctor Parra utilizaba el método electrolítico para obtener hipoclorito sódico a la concentración deseada, incorporando un controlador automático de temperatura que desconectaba la fuente de alimentación cuando era necesario. Según el inventor, el resultado era un producto de actividad asombrosa pero poco duradero, su elaboración tenía que ser reciente y su aparato lo obtenía de forma sencilla según lo necesitaba [CABALLERO, 2011].

La situación de grave tensión internacional entre 1900 y 1914, con dos guerras balcánicas en 1912 y 1913, más la Primera Guerra Mundial influían en la escasez y encarecimiento del material de instalación telefónica. Pascual Salmerón Gómez, encargado del servicio telefónico de la red de Arucas, se ve obligado por la escasez de hilo telefónico a emplear su ingenio cuando en 1913 le solicitan de forma urgente un abono telefónico. Tras cuatro años de pruebas y ensayos patenta en 1917 un "Dúplex telefónico", sistema que daba servicio telefónico a dos usuarios con una sola línea, con el consiguiente ahorro de material [SANTOS, 2006c].

5. ESTRATEGIAS DE DIVULGACIÓN Y REALIMENTACIÓN

Las anteriores investigaciones forman parte de nuestro patrimonio tecnológico y estamos intentando divulgarlas. Para llevar a cabo nuestro proyecto había que definir que tipo de exposición se ajustaba más a lo que queríamos transmitir. Tuvimos en cuenta la clasificación más extendida de las exposiciones, que distingue las *emotivas*, *didácticas* y de *entretenimiento* [GARCÍA, 1999, p. 63]. Las *emotivas* son las diseñadas para provocar un sentimiento. Las *didácticas* son exhibiciones dirigidas a la transmisión de información y en las de *entretenimiento* predomina el carácter participativo e interactivo. Se intenta involucrar al espectador. Enseguida llegamos a la conclusión de que nuestro evento tiene un poco de todas, lo que nos serviría para preparar todas las secciones con las que contaría con el objetivo de aumentar su divulgación.

Los contenidos relacionados con la exposición serían:

- Exposición de cartelería, materiales y documentación.
- Prototipos originales de los inventores.
- Materiales didácticos, maquetas y animaciones flash de inventos derivadas del proyecto educativo "TecnoReporteros y la Máquina del Tiempo".
- Interacción con inventos: Los visitantes podrán mediante un ordenador conectado a una pantalla grande y con solo accionar una tecla, ver el funcionamiento de uno de ellos. A tal efecto se han realizado una animación en flash del mismo.
- Actividades lúdico-educativas en la biblioteca adaptadas al tipo de grupo, sobre todo escolares, y actividades en el IES Diego Tortosa colaborador de este proyecto.
- Visitas guiadas por voluntarios del CEHFPS y por parte del personal de la Biblioteca.
- Organización de conferencias de temática afín.

Otras estrategias de divulgación son el mantenimiento de la página Web del proyecto y la inclusión del proyecto educativo antes mencionado en el IES Diego Tortosa, que comenzó en 2013, y que dinamiza la motivación y el aprendizaje de la historia de la ciencia y la tecnología con actividades integradas en el aula de las diferentes especialidades de la enseñanza secundaria y otras actividades extraescolares. La finalidad del proyecto educativo es recuperar el patrimonio material e inmaterial de

la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia en el ámbito de la historia cultural de la ciencia y la tecnología como herramienta de investigación, innovación, motivación y consecución de competencias didácticas en la enseñanza secundaria. Dicho proyecto se expuso en el VII Simposio Enseñanza e Historia de las Ciencias y de las Técnicas de la SEHCYT celebrado en 2013.

Sorprende pensar que la emotividad ha hecho mucho por la realimentación del público. Pues las familias se han mostrado agradecidas de que se recuperara la memoria de sus inventores y también entre el público hemos encontrado más ayuda y motivación por permitir la investigación y recuperación de nuevo material y documentación.

Para concluir decir que por lo novedoso y las múltiples facetas que aúna nuestro proyecto, tanto históricas, socializadoras, emotivas, tecnológicas, didácticas y lúdicas hacen que sea una oferta atractiva que, por su bajo coste en relación a los objetivos que se pueden conseguir, merece ser contemplada como una interesante innovación cultural que puede educar, motivar y concienciar en el respeto, recuperación y conservación de nuestro patrimonio tecnológico.

6. FUENTES Y PÁGINAS WEB DEL PROYECTO

BRUNTON, B. H. Y ANAYA AMORÓS, L. (1913) *Una caja mecánica repartidora de un cierto número de monedas con intervalos de tiempo determinados*. Patente 55.215, Cieza, AHOEPM.
http://tecnologiaycultura.net/andelma.html
http://www.tecnologiaycultura.net/ingenioytecnica.html
http://www.tecnologiaycultura.net/tecnoreporteros.html

7. BIBLIOGRAFÍA

CABALLERO GONZÁLEZ, M. (2011) “Avances médicos en 1920: la contribución de un médico de Cieza”. *Andelma, IX (20)*, 4-15.

CABALLERO GONZÁLEZ, M. (2013) “*Mujer y tecnología: las primeras murcianas en patentar un invento*”. *Andelma, XI (22)*, 10-16.

GARCÍA BLANCO, A. (1999) *La exposición, un medio de comunicación*. Madrid, AKAL.

MARTÍNEZ CARRIÓN, J. M. (2002) *Economía de la Región de Murcia.* Editora Regional de Murcia.

SAIZ GONZÁLEZ, J. P. (1999) *Invención, patentes e innovación en la España contemporánea*, Madrid, OEPM.

SALMERÓN GIMÉNEZ, F. J. (1999) “Transformación del paisaje agrario ciezano entre 1808 y 1874: crisis, ampliación de las tierras de regadío y desarrollo espartero”. *Papeles de geografía, (30)*, 119-128.

SANTOS LÓPEZ, P. (2006a) “El cerealémetro”. *Andelma, IV (11)*, 19-21.

SANTOS LÓPEZ, P. (2006b) “Brunton. Innovador en el majado del esparto”. *Andelma, IV (12)*, 18-21.

SANTOS LÓPEZ, P. (2006c) “Dúplex telefónico”. *Andelma, IV (13)*, 18-21.

SANTOS LÓPEZ, P. (2007) “Máquinas de rastrillar y modelos de utilidad”. *Andelma, V (15)*, 8-14.

SANTOS LÓPEZ, P. (2009) “Procedimientos y productos industriales”. *Andelma, VII (18)*, 8-14.

SANTOS LÓPEZ, P. (2014) “Motores de viento para modernizar la Región de Murcia (1884-1912): análisis de siete patentes y su recepción en la prensa del cambio de siglo”. *Llull, 37 (79)*, 81-113.

SANTOS LÓPEZ, P. Y CABALLERO GONZÁLEZ, M. (2004) “Los procedimientos de Luis Anaya Amorós”. *Andelma, III (9)*, 18-20.

GONZÁLEZ REDONDO, F. A. (coord.) (2015) *Ciencia y Técnica entre la Paz y la Guerra. 1714, 1814, 1914*. Madrid, SEHCYT, pp. 1297-1301.

DAÑOS EN LA EDUCACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA MEXICANA DEBIDOS A LA GUERRA DE INDEPENDENCIA (1810-1821)

María de la Paz Ramos Lara[(1)]

(1) Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades-UNAM, Ciudad Universitaria, México, ramoslm@unam.mx

Resumen

A fines del siglo XVIII se fundó la primera institución de educación científico técnica en México, el Real Seminario de Minería, con el objetivo de aumentar la producción de la minería aplicando la ciencia moderna en un momento en que Nueva España destacaba como líder mundial en la producción de plata. En pocos años, esta institución despuntó como la escuela de minas de mayor éxito en el continente americano y una de las más importantes en el mundo. Por su importancia, las autoridades empezaron a invertir fuertes sumas de dinero en la compra y fabricación de material didáctico, en becar estudiantes alojados en la escuela, en la adquisición de equipo y aparatos para los laboratorios así como de colecciones mineralógicas, e inclusive se empezó a construir el Palacio de Minería para albergar sus instalaciones. La guerra de independencia de México iniciada en 1810 y concluida en 1821 afectó severamente la institución, pues el país se encontraba en una profunda crisis económica, política y social.

Palabras Clave: Educación científico técnica, Real Seminario de Minería de México, Escuelas de minas, Guerra de Independencia

DAMAGE TO THE SCIENTIFIC AND TECHNICAL EDUCATION IN MEXICO DUE TO THE WAR OF INDEPENDENCE (1810-1821)

Abstract

In the late eighteenth century was founded the first institution of scientific and technical education in Mexico, el Real Seminario de Minería (*Royal School of Mines of Mexico*). Its objective was to increase the production of minerals by applying modern science. At that time, New Spain stood out as a world leader in silver production. In the early twentieth century, this institution was the most successful school of mines in the Americas and one of the largest in the world. The authorities invested money on the purchase and production of educational materials, scholarships students hosted in the school, in the acquisition of equipment and apparatus for laboratory and mineralogical collections, and even began to build Mining Palace to house their facilities. The Independence war of Mexico -began in 1810 and ended in 1821- affected the institution, because the country was in a deep economic, political and social crisis.

Keywords: Scientific and technical education, Real Seminario de Minería de Mexico, Mining schools, War of Independence

1. INTRODUCCIÓN

En la segunda mitad del siglo XVIII se empezaron a crear las primeras escuelas de minas en el mundo. La primera de ellas fue la Escuela de Minas de Freiberg, fundada el 14 de noviembre de 1865, inmersa en la zona minera de Sajonia. Al principio, esta escuela estableció los cánones para la formación de los mineros en esa época, los cuales se fundamentaban en la ciencia moderna, a diferencia de la enseñanza escolástica que permanecía en las universidades. La finalidad de formalizar estudios científico-técnicos para los mineros era que los jóvenes profundizaran en los conocimientos científicos tanto teóricos como prácticos para que resolvieran los problemas que enfrentaba la minería de esa época, los cuales, muchas veces necesitaban de una plataforma de investigación y experimentación que podría, a su vez, conducir a nuevos avances o aportaciones a la misma ciencia.

Debido a su prestigio, algunos países europeos dirigieron su mirada hacia la también conocida Academia de Minas de Freiberg para atender asuntos como los siguientes:

a) Contratar a sus egresados para dirigir los trabajos mineros de sus regiones y aumentar la producción de los minerales
b) Para planear y crear escuelas de minas en sus localidades e inclusive para conducir y supervisar dichos estudios
c) Contratar personal para resolver problemas específicos a los que no se les encontraba solución
d) Para instalar máquinas y equipo técnico especial, como lo eran las bombas para desaguar minas y las máquinas de vapor, entre otras
e) Enviar a jóvenes de sus países para recibir la instrucción adecuada y que ellos mismos se hicieran cargo de dirigir o auxiliar en los trabajos de la minería
f) Para adquirir algunos de los libros de texto y material didáctico en general, para sus propios colegios de minas. De aquí que los libros de texto clásicos se tradujeran a diversos idiomas.

En opinión de Brianta [2000][1] las escuelas de minas que se crearon fueron las siguientes: En 1770, la de Schemnitz y la de Berlín; en 1773, la de Saint Petersburgo; en 1775 la de Clausthal; en 1777, la de Almadén; en 1779 la de Potosí; en 1783, la de Paris; en 1786, la de Kongsberg; en 1792, la de México; en 1799, la de Rio Tinto en España.

De estas diez escuelas de minas, cuatro eran del imperio español, y dos de ellas se encontraban en el territorio de ultramar, en Perú y México. La escuela de Perú no pudo mantenerse y se cerró al poco tiempo después de ser creada, dejando a la escuela de minas de México, como la única escuela en operar exitosamente en el continente americano en el siglo XVIII y la primera del mundo colonial [RAMOS, 2013]. Además resulta interesante que sus orígenes son muy diferentes a los de la escuela de minas del Reyno, la de Almadén, pues ésta última fue creada por un alemán egresado de la academia de Freiberg, mientras que la de México surge de un proyecto novohispano enraizado en las necesidades locales mineras, como se mencionará a continuación.

2. ORIGEN DEL REAL SEMINARIO DE MINERÍA DE MÉXICO

En Nueva España, la idea de dar instrucción a los mineros para mejorar la producción de la minería aparece a mediados del siglo XVIII, como una necesidad inminente, debido a que se

[1] En las fechas de fundación de las escuelas de minas difieren otros autores.

encontraba en el camino hacia el liderazgo en la producción de plata en el mundo. Por ello, algunos personajes con influencia en la minería y de cierto poder en el virreinato enviaban al Rey documentos reflexivos en torno a los cambios legislativos, arancelarios, técnicos y de instrucción que requería la minería novohispana, como el que publicó en Madrid en 1761, el novohispano Francisco Xavier Gamboa (171-1794) [GAMBOA, 1761]. Es importante hacer notar que ese año todavía no había escuelas de minas en el mundo oficialmente reconocidas.

En 1774, dos novohispanos más, ilustrados y apoderados de minas, Joaquín Velázquez Cárdenas de León (1732-1786) y Juan Lucas de Lassaga enviaron al Rey otro documento en el que hacían propuestas similares al anterior, pero ahora, se solicitaba específicamente la creación de un colegio de minas, además de la de un Real Tribunal de Minería y un Banco de Avíos. Esta petición fue aceptada por las autoridades en la metrópoli y en 1777 se procedió a la creación del Real Tribunal General del importante Cuerpo de la Minería, cuyo director fue el mismo Velázquez Cárdenas de León. Él también quedó como director de la futura escuela de minas novohispana, la cual dependía del Real Tribunal [LASSAGA Y VELÁZQUEZ, 1774].

El modelo de escuela de minas considerado por Velázquez no fue el de Freiberg, pues esa escuela aún no tenía la fama mundial que llegó a alcanzar con la llegada de Abraham Gottlob Werner, destacado geólogo alemán promotor de la teoría neptunista sobre la estratificación de las capas de la Tierra. Werner dio un gran impulso y popularidad a la Academia de Freiberg tanto como profesor como director. Su incorporación a la academia tuvo lugar en 1775, un año después de publicada la *Representación.* La institución en la cual se basaron fue el del colegio metálico de Praga, información que obtuvieron del periódico español *Mercurio Histórico y Político* (1763), que regularmente llegaba a Nueva España. Recordemos que la Escuela de Minas de Almadén se creó hasta 1777 [RAMOS, 2013].

La escuela se fue gestando muy lentamente pues Velázquez se enfocó en la organización de la minería novohispana y en 1783 logró la publicación de las nuevas Reales Ordenanzas de Minería, cuya relevancia propició su adaptación, dos años después, a los virreinatos de Perú y Chile, y años más tarde al virreinato de Río de la Plata [GAVIRA, 2005]. Tres años más tarde murió Velázquez y el colegio quedó en una etapa avanzada, pues ya se tenía el inmueble y se estaba adecuando para hacerlo internado y para establecer los laboratorios, además que ya tenía el plan de estudios diseñado e incluso había señalado algunos de los profesores para las cátedras más importantes [RAMOS, 2013].

No obstante algunos novohispanos solicitaron el cargo de director, las autoridades nombraron director tanto del Real Tribunal de Minería como del colegio a un famoso mineralogista español, Fausto Delhuyar, egresado de la Escuela de Minas de Freiberg, quien gozaba de fama por haber descubierto un nuevo elemento junto con su hermano Juan José, el Wolframio (hoy conocido como Tungsteno). De esta manera, Fausto Delhuyar se hizo cargo del Real Tribunal de Minería, institución que llegó a tener un gran poder político y económico en Nueva España [WHITAKER, 1951].

Matemáticas	Andrés José Rodríguez	Español
Física	José Antonio Bataller	Español
Química	Fausto Delhuyar y Luis Lindner	Español Alemán
Mineralogía	Andrés Manuel del Río	Español

Tabla 1. Profesorado del Colegio de Minas.

Fausto Delhuyar, como máxima autoridad del Real Tribunal, tuvo muchos problemas con el cuerpo de mineros novohispano y se dice que su pasión la volcó en el colegio de minas, institución a

la que se dedicó totalmente con la firme intención de convertirlo en una escuela de minas del nivel de la de Freiberg. Por ello decidió contratar personal, sino egresado de la escuela alemana, al menos formado en Europa. Esto le ocasionó conflictos porque no era la idea del antiguo director, sin embargo y en contra de la voluntad de algunos novohispanos, el cuadro de profesores con el que inauguró la escuela el 2 de enero de 1792 fue totalmente de origen europeo, como se muestra en la Tabla 1.

El plan de estudios era muy parecido en todas las escuelas de minas del mundo. En esa época un experto en minas tenía que saber de matemáticas (principalmente geometría subterránea), física (con énfasis en la mecánica), química y mineralogía. Así que se dio a la tarea de conseguir los libros de texto más populares en Europa, traducir los más importantes, equipar los laboratorios con aparatos e instrumentos traídos de Europa y otros construidos en el territorio novohispano. Todo ello significaba grandes gastos, aspecto crucial por el cual el Real Tribunal de Minería de Perú se desistió en tener una escuela de minas. La ventaja en México era que Delhuyar, además de expresar su profundo amor por el colegio de minas, manejaba los recursos de una de las instituciones de mayor influencia en el virreinato.

Para darnos una idea, Delhuyar financiaba los caminos que conducían de las minas a las ciudades, la construcción o compra de máquinas y aparatos (los cuales requerían de cuantiosas inversiones), empezó a construir un Palacio (hoy Palacio de Minería) para instalar el Real Seminario de Minería, prestó importantes sumas de dinero al Rey cuando España fue invadida por Napoleón y financió la defensa de la monarquía cuando estallaron los primeros brotes del movimiento insurgente en México.

A fines del siglo XVIII, los esfuerzos de Fausto Delhuyar rendían sus frutos y el colegio despuntó como la institución de enseñanza científico-técnica más importante de Nueva España y del continente americano, con un nivel incluso superior al de la escuela de minas de Almadén, pues ésta había sido afectada considerablemente por la crisis política, social y económica de España. Entre sus logros se pueden mencionar los siguientes [RAMOS, 2013]:

La cátedra de química se formalizó por primera vez en esta escuela y para ella se realizó la primera traducción al español del Tomo I del libro de Lavoisier *Tratado elemental de chímica* en 1797 [Aceves, 1990]. Uno de los más brillantes catedráticos, Andrés Manuel del Río (formado en las escuelas de minas europeas, entre ellas la de Freiberg y Paris), descubrió un nuevo elemento (el Vanadio). La investigación se convirtió en una actividad prioritaria en esa institución y se tenía la ventaja de que algunos profesores habían tenido contacto en Europa con los científicos más brillantes, como Andrés Manuel del Río con Lavoisier y Delhuyar con Werner. Así que algunos de ellos, como el ilustre químico y mineralogista español Andrés Manuel del Río, transmitieron a sus estudiantes la idea de publicar en revistas de circulación internacional los resultados de sus investigaciones.

Por otra parte, Del Río escribió un libro de Orictognosia considerado por Alexander von Humboldt como la mejor obra de mineralogía de la literatura española. El profesor de física –el español Francisco Antonio Bataller- escribió cuatro tratados de física que formaban parte de un libro que quedó en manuscrito pues murió antes de terminarlo, y es considerado el primer libro de texto de física newtoniana aplicado a la minería escrito en el mundo de habla hispana y posiblemente en América. Además se tradujeron algunos libros directamente del alemán al español.

En este momento de gloria se encontraba Fausto de Elhuyar con el Real Seminario de Minería de México cuando estalló el movimiento de Independencia en 1810, al cual se opuso y, como ya mencioné, apoyó la defensa del régimen monárquico construyendo cañones y armas en la portentoso construcción del Palacio de Minería, cuya obra negra ya estaba terminada. Con ello esperaba mitigar el brote del movimiento armado de los insurgentes. Lamentablemente, las primeras revueltas tuvieron

lugar en las zonas mineras más ricas del territorio donde se encontraban trabajando algunos de sus egresados, la mayoría murieron en este lamentable suceso [PONS, 1987].

Él mismo formó un batallón con los jóvenes que estudiaban en la capital, donde recibían instrucción militar para luchar en contra de personas que buscaban la libertad, como algunos de sus compañeros. Fueron momentos muy cruentos y difíciles para Nueva España y para él mismo, pues la economía quedó devastada. Hubo momentos en los que no tenía dinero para mantener al colegio, y tuvo que cerrarlo temporalmente. Asimismo se vio en la necesidad de crear varias carreras cortas para que los jóvenes en un año o dos pudieran integrarse de inmediato al campo de trabajo. En ese tiempo se dificultaba esperar 6 o 7 años de estudios para iniciar el campo laboral, como era el caso de los ingenieros de minas [RAMOS, 2013].

Fueron tiempos de austeridad, pues la recuperación de la minería fue lenta porque los conflictos continuaron hasta 1821, año en el que se firmó el acta de Independencia de México. Para ese momento sólo quedaban dos profesores extranjeros, Fausto Delhuyar y Andrés Manuel del Río, los demás habían muerto y los jóvenes mexicanos egresados del colegio ya ocupaban los puestos de profesor. Ante la inminente firma del documento, Delhuyar decidió regresar a España decisión contraria a la de Del Río, quien prefirió permanecer en México, como profesor de su amado colegio. Sin duda, la lealtad de Delhuyar a su país fue superior al afecto que profesó a su colegio de minas.

A partir de esa fecha, durante el siglo XIX, el colegio de minas no volvería a tener los recursos económicos y el esplendor científico que tuvo en el siglo anterior. De hecho, con la oposición de su personal, fue transformado en 1867 como Escuela Especial de Ingenieros, transformada en 1883 en Escuela Nacional de Ingenieros, y, aunque sobresalió como la escuela de ingeniería más importante del país, ya no era la escuela de minas de la cual no sólo se desprendió toda la educación científico-técnica del país, sino que fue la columna vertebral del desarrollo de la ciencia en México, por lo cual ha sido considerada como la Primera Casa de las Ciencias en México.

BIBLIOGRAFÍA

ACEVES, P. (1990), "La difusión de la química de Lavoisier en el Real Jardín Botánico de México y en el Real Seminario de Minería (1788-1810)", *Quipu,* vol. 7, núm. 1, 5-35.

BRIANTA, D. (2000), "Education and training in the mining industry, 1750-1860: European models and the italian case", Annals of Science, 57, 267-300.

GAMBOA, F. (1987), *Comentarios a las Ordenanzas de Minas (1761),* México, Miguel Angel Porrúa.

GAVIRA, M. (2005), "Disciplina laboral y códigos mineros en los virreinatos del Río de la Plata y Nueva España a fines del periodo colonial", *Relaciones 102*, vol. XXVI: 201-232.

LASSAGA, J. Y VELÁZQUEZ, J. (1774), *Representación que a nombre de la Minería de esta Nueva España, hacen al Rey Nuestro Señor los apoderados de ella, D. Juan Lucas de Lassága, Regidor de esta Nobilísima Ciudad, y Juez Contador de Menores, y Albaceazgos: y D. Joaquin Velasquez de Leon, Abogado de esta Real Audiencia, y Catedrático que ha sido de Matemáticas en esta Real Universidad,* México, Imprenta Felipe de Zúñiga y Ontiveros.

PONS, N. (1987), "Ingenieros de la Independencia", *Ingenieros de la Independencia y la Revolución*, México, UNAM-SEFI, 43-130.

RAMOS LARA, M. DE LA P. (2013), *Vicisitudes de la ingeniería en Méixco (Siglo XIX),* México, UNAM.

WHITAKER, A. (1951), "The Elhuyar Mining Mission and the Enlightment", *Hispanic American Historical Review*, 31: 558-583.

GONZÁLEZ REDONDO, F. A. (coord.) (2015) *Ciencia y Técnica entre la Paz y la Guerra. 1714, 1814, 1914*. Madrid, SEHCYT, pp. 1303-1310.

‘RECOLOCANDO, RECOLOCANDO’: TRANSFIRIENDO LA COLECCIÓN DEL *AIRSHIP HERITAGE TRUST* AL *FLEET AIR ARM MUSEUM*

Peter Davison[(1)]

(1) Airship Heritage Trust, London, Reino Unido, pkgdavison@btopenworld.com

Resumen

La mayor parte de los Museos con personal voluntario de Europa se están viendo afectados por los mismos problemas. En general, sus miembros han envejecido, se encuentran ante un incremento significativo de gastos y normativas y una creciente necesidad de espacio para sus fondos. La llegada de Internet han incrementado las expectativas de la audiencia, quien espera encontrar ahora on-line toda la información y el acceso a las colecciones, sustituyendo así la tradicional “visita al museo”.

El Airship Heritage Trust (AHT) se enfrentó con esta situación a mediados de los 1990s, cuando se vio forzado a abandonar su sede tradicional en Cardington (al norte de Londres) y dejar almacenada en los sótanos su colección de artefactos relacionados con los dirigibles. Como consecuencia de todo esto, solamente el Comisario Honorario y unos pocos miembros del AHT estaban familiarizados con la amplia colección de objetos y no existía la posibilidad de investigar ni de conservar adecuadamente los fondos.

En 2004 se pidió el informe de un museólogo profesional para que llevara a cabo el estudio de viabilidad de un nuevo Museo o de la transferencia de los fondos a otra institución. En tanto que antiguo Conservador Asistente de Aeronáutica en el Science Museum de Londres esta tarea recayó en mí. El estudio identificó claramente la urgente necesidad de trasladar la colección a fin de conseguir experiencia museística a largo plazo. Se recomendaba, además, un cambio de estatus para que el AHT se convirtiera en una sociedad científica en lugar de lo que hasta entonces podría considerarse que había sido: un organismo coleccionista que aspiraba a mostrar en público los fondos acumulados.

Este trabajo presentado originalmente ante el British Aviation Preservation Council (BAPC), describe el proceso seguido durante estos años para reunir, indexar, empaquetar y trasladar la colección a un Repositorio Nacional de relevancia. El destino elegido fue el Fleet Air Arm Museum en Yeovilton (www.fleetairarm.com), pues, de hecho, el Royal Naval Air Service fue el principal operario de dirigibles durante la Guerra de 1914-1918.

Palabras Clave: Dirigibles, Museos, Patrimonio, Airship Heritage Trust, Conservación de artefactos, Siglo XX.

‘RELOCATION, RELOCATION’: TRANSFERRING THE *AIRSHIP HERITAGE TRUST* COLLECTION TO THE *FLEET AIR ARM MUSEUM*

Abstract

There are a number of common factors affecting voluntary staffed museums across Europe. In general they have an ageing membership are facing increased costs and regulation and a rising need

for storage space. The advent of the internet has raised audience expectations who now expect on-line information and access to the collections; replacing the traditional 'museum visit'.

The Airship Heritage Trust faced up to these issues around 2004 after vacating its traditional home and being forced to place its collection in deep storage in the mid 1990s. As a result only the Honorary Curator and a few members were familiar with the extensive object collection and no opportunities existed for research or conservation.

In 2004 a brief was written for a Museum Professional to conduct a feasibility study for either a new Museum or transfer to another institution. This study clearly identified the need to transfer to secure the long-term security of the collection and a change of status to that of a learned society rather than a collecting body with aspirations for public display.

This lecture, (originally entitled "Relocation, Relocation: How and why the AHT collection moved to FAAM Yeovilton" was delivered to the British Aviation Preservation Council (BAPC), and describes the process undertaken over a few years to collate, index, pack and transfer the collection to a National Repository of relevance, that being the Fleet Air Arm Museum, which is home of the Royal Naval Air Service, the UK's premier airship operator during the 1914-18 war.

Keywords: Airships, Museums, Heritage, Airship Heritage Trust, Preservation of artefacts, 20th Century.

1. PRESENTATION

The Airship Heritage Trust (AHT) has always had a clear mission: "To foster and promote the study of the history of airships and present this to the public" and "To stimulate the interest in Cardington as an airship base and conserve its principal buildings".

When the R.A.W., or Royal Airship Works, closed in 1936, Lesley ("Les") Speed, who was the senior draughtsman in the drawing office on the Imperial airships, salvaged and stored a collection of artefacts and archives. Frank Kiernan, who worked at Cardington [Figure 1] designing inflatable structures among other things, started a small museum on the site after World War Two.



Figure 1. The Cardington Airship Sheds

When Frank retired the collection was boxed and stored at RAE Bedford. In 1985 the author and airship historian Geoffrey Chamberlain formed the 'Friends of Cardington Airship Station' (FOCAS) which became the Airship Heritage Trust (AHT) in 1995 with Sir Peter Masefield as their President. Masefield was a renowned aviation polymath who wrote 'To Ride the Storm', the definitive work on the R.101 that crashed in France more than eighty years ago in October 1930.

The efforts were rewarded with the allocation of space at the Royal Air Force (RAF) Museum Collection Centre and workshops at Cardington and a generous donation from Doreen Rope, widow of Michael Rope the design genius of the R.101 who died in the airship crash in 1930.

AHT's enthusiastic membership, many related to those with an airship history, then embarked on further collecting and seemingly endless negotiations to establish a Museum on the Cardington site. Land was acquired on the perimeter of the airfield in 1989 in sight of the sheds. Plans were drawn and bids prepared in the hope that visitors would be able to watch the activities of Airship Industries who by this time were using the enormous sheds for their Skyship activities.

A pleasant distraction to museum building occurred in 1994 with a Bedford Youth Theatre drama production 'Dream of Glory'. AHT provided technical advice to this musical tribute to the R101.

Between 150 and 200 members, at home and overseas, added to the collection, three airship gondolas and numerous dioramas and models swelled the ranks, and the storage issues. Of particular note were the skills of George Ambridge, an AHT member who constructed many of the high quality scale dioramas and models that bring the collection to life [Figure 2].



Figure 2. Some of the models that are now at the Fleet Air Arm Museum

An over optimistic feasibility study speculated that 130,000 annual visitors might be expected if the exhibit were housed in one of the airship sheds, think of the heating and repair costs associated with that. The late Group Captain Peter Garth, AHT's former executive secretary described dealing with the Heritage Lottery Fund (HLF) as akin to 'running up the down escalator'.

Whenever large airships are interpreted it is the scale of the rigids that is so difficult to portray. London's Canary Wharf tower is 6 feet shorter than the final configuration of R101, our pre conception that the A380 or Saturn Five are BIG is way off the mark; the survival of the Cardington Sheds is crucial to keeping that vision alive.

The AHT's then Curator, Den Burchmore, (now retired) had been welcoming visitors and schools to the existing 'Museum' in a Cardington outbuilding but was now faced with packing it all away. In the meantime a successful website 'Airships-online' was launched in 1989 and a respected journal 'Dirigible' kept members informed.

A new home was found with the Shuttleworth Collection at Old Warden, nearby and highly appropriate, a temporary exhibition was produced [Figure 3] and plans made for a Museum building on the site of this famous aviation heritage collection. This was acclaimed and proved that AHT could mount a professional public display.



Figure 3. The AHT temporary exhibition at Old Warden

After the expending of more blood, sweat and tears with funds further diminished these dreams came to nothing and the collection was, once again, put into store in a decrepit barn nearby. The lottery bubble burst in 1998 and reality set in, compounded by the imminent closure of RAF Museum workshops at Cardington in 1999. The Rope family again funded the storage but, without future prospects, this could not go on indefinitely.

In 2003 too many stakeholders had come and gone at Cardington so, when the Rope family offered free storage on a Suffolk farm, the collection was packed and moved again in the hope that a co-located housing development and sports hall might partner a purpose built Museum. As a former Assistant Curator of Aeronautics at the Science Museum in London, I was asked to produce a realistic feasibility study with a brief to completely vacate the storage and be self sufficient for funds within five years. As we all know, building a volunteer force takes time and subject loyalty and any display is only likely to contain a proportion of any collection.

Fortunately the accessions register, though in longhand, was in reasonable order. I set about creating digital indexes and rationalizing various display accessories. My local assessment of

volunteer potential was disappointing so, when the Rope family housing development plans for a Sports Hall faded so did the shared car park, rendering any co-located museum plan unsustainable.

The AHT Collection was extremely varied, with sections of girder, valves and fabric pieces lying alongside technical drawings and works of art. Personal items, from driving licences to burnt cigarette cases help tell individual histories. All the major eras were covered; from Kite Ballooning, first principles, WWI to the rigid airship program and onwards to the modern Skyships. This was THE UK LTA collection, only snapshots existed in the National Collections and elsewhere.

My task as 'Museum Designer' was re-written; I now became engrossed in sorting and listing the collection and writing an options study to relocate the collection elsewhere. As I discovered the hidden treasures and realized that AHT resources, stretched in Bedford, were dormant in Ipswich. It was obvious to me that long term preservation would have to be with an established partner institution. Many were considered; geographical and subject linkage to Lighter-than-air kept the Fleet Air Arm Museum (FAAM) at the top of the list.

A small exhibition was prepared in a barn [Figure 4] where the collection was being stored and the Fleet Air Arm Museum, with whom I had cooperated in my time at the Science Museum, were reminded that they had a strong connection to Lighter than Air. The Royal Naval Air Service (RNAS) had operated considerably more airships than any other of the British services during World War One.



Figure 4. The temporary display in the barn demonstrated the range of objects for FAAM to inspect

With the AHT funds drying up and the membership ageing, combined with the prospects of housing development being built at Cardington, a two year negotiation began to safeguard the collection at Yeovilton, with a contribution offered by the Rope family as partnership funding for a FAAM Heritage Lottery Fund bid. The sample exhibition was viewed by representatives of FAAM and it helped seal the deal.

Once again the AHT collection was sorted, sealed and packed for transfer. This time title was signed over with two caveats:

1. that items not on display at FAAM might be loaned if a Bedford area opportunity arose, and

2. that, if the FAAM expansion happened, an agreed square metreage would be allocated to Lighter-Than-Air flight. In return the FAAM were free to turn down some large items that were seen as being outside their collecting policy.



Figure 5. Three trucks and numerous transit van journeys were needed to transport the collection

The collection needed three large articulated lorries [Figure 5] and many journeys back and forth between Ipswich and Yeovilton in Ford Transit vans but eventually it all arrived safely at Cobham Hall the FAAM storage facility, in 2006. At which point it had to pass the stringent 'now wipe your feet' regime before entering its clean and pleasant land. Since then everything has been cleaned, re-catalogued and, in most cases, accessioned.



Figure 6. The collection was cleaned, re-catalogued and is now stored on open shelving

Apart from a few vulnerable models it is now kept in a controlled environment on open shelves [Figure 6] and has already been viewed by far more visitors than ever graced the small display rooms at Cardington. It is hoped that now the Olympic Games are over that HLF funding will reappear and be made available for projects such as the display of artefacts relating to Britain's airship history and that there will be a new opportunity to place some of it in the main FAAM museum.

The large airship gondolas remaining at the farm and a selection of showcases were re-distributed to other BAPC members and local charities as the deadline for removal approached. Very little was wasted and the farm was completely vacated by January 2009. I was staggered and impressed with the logistical resources available to some BAPC registered organizations, the 'can do' attitude was so refreshing after my years at the Science Museum.

For years AHT had lobbied the authorities at Bedford to acknowledge and celebrate their Cardington history without success and at considerable cost. Then, in the spring of 2009, out of the blue, attitudes in the City of Bedford were suddenly invigorated by the expansion of the local Museum and a programme of temporary displays was announced. After nearly twenty years of 'no chance' the story of Cardington was welcomed. A temporary exhibition on the R.100 and R.101 airships opened in the Bedford Higgins Museum to mark the 80th anniversary of the R101 accident and plans are now, in 2014, well advanced for a new gallery featuring Cardington's place in the history of the region. Cardington Shed 1, which was in the poorest condition is nearing the end of a restoration programme that was conditional as part of a housing development on part of the airfield. AHT are grateful to the FAAM for honouring their commitment to loan items for these exhibitions.



Figure 7. The Airship Heritage Trust's Journal -Dirigible- is sent to members three times a year

So, where does this leave the volunteer force of AHT? Numbers are healthy but generally older and slower. Dirigible magazine [Figure 7] is better and stronger than ever, mainly due to Dr Giles Camplin, balloon and airship engineer come editor, and the website -www.airshipsonline.com- administered by AHT webmaster, Alastair Lawson, is acknowledged worldwide.

A ten-year research project on the R.101 funded by the Rope family has culminated in lectures and in print and, occasionally, more items still come to light. A learned society has evolved and one of the most important things it has learned is to safeguard the heritage first and know its limitations. Many of the members never saw the collection for years, now they can do so and so can everyone else, albeit a long way from Cardington.

It would be complacent to suggest that everyone at AHT supported the transfer, a few of those that had given a great deal of time and effort were resistant but could offer no alternative solution. Numerous legacies and hard earned funds had gone into maintaining a large space full of boxes and crates. The early years had protected the means of saving material and engaging with the diminishing LTA community. Without all that work there would have been no collection to house, nor much of the knowledge base to interpret it.

The emergence of a refocused AHT is already unlocking resources, enabling members to invest in the organization rather than just on-going storage and hopeful bids. The collection at FAAM and the exhibitions at Bedford are a tribute to 25 years of hard graft by the AHT members. Long may they continue their labours.

2. REFERENCES

AHT: The Airship Heritage Trust website - http://www.airshipsonline.com
FAAM: The Fleet Air Arm Museum website - http://www.fleetairarm.com/
BAPC: The British Aviation Preservation Council website - http://www.bapc.org.uk/
The Bedford Museum website - http://www.thehigginsbedford.org.uk/

GONZÁLEZ REDONDO, F. A. (coord.) (2015) *Ciencia y Técnica entre la Paz y la Guerra. 1714, 1814, 1914*. Madrid, SEHCYT, pp. 1311-1318.

PATENTS: A HUGE STORE OF USEFUL INFORMATION

Giles Camplin[(1)], Edwin Mowforth[(2)], Christine Camplin[(3)]

(1) The Airship Association, London, giles.camplin@gmail.com
(2) The Airship Association, London, mowforth1@hotmail.com
(3) The Airship Association, London, christine.bannan@virgin.net

Abstract

Some people think historical information concerning 'old' airships has no value today because technology has moved on too far. But study of what did not work in the past reveals the complexity and enduring nature of challenges that developers of future airships will have to overcome. Machinery may become obsolete but the forces of Nature are unchanged. This paper suggests that technological progress may have made some of the old and untested ideas preserved in Patent Archives viable and offers guidelines to help identify those that are potentially valuable or useful.

Keywords: Airships, Patents, Untested ideas, Archives, 20th Century

LAS PATENTES: GRANDES REPERTORIOS DE INFORMACIÓN PRÁCTICA

Resumen

Algunas personas piensan que la información histórica relacionada con los dirigibles "antiguos" no tiene ningún valor hoy en día porque la tecnología ha avanzado demasiado. Pero el estudio de lo que no funcionó en el pasado revela la complejidad y la naturaleza duradera de los desafíos que tendrán que superar los desarrolladores de los dirigibles del futuro. Las máquinas pueden quedar obsoletas, pero las fuerzas de la Naturaleza no se han modificado. Este artículo sugiere que el progreso tecnológico puede hacer que hoy sí sean viables algunas de las antiguas ideas conservadas en los Archivos de Patentes que no pudieron ensayarse en su día, además de ofrecer pautas que ayuden a identificar las que son potencialmente valiosas y podrían llegar a ser útiles.

Palabras Clave: Dirigibles, Patentes, Ideas no ensayadas, Archivos, Siglo XX

1. INTRODUCTION

Ever since the first experiments in lighter than air flight in the eighteenth century people have had original ideas for putting them to commercial use. Many of these have been judged by their inventors worthy of protection from exploitation by competitors. One way to do this was to apply for a patent.

The British Patent Office was set up in London in 1852. However, some form of patent regulation had been in existence for at least 400 years: Britain has the longest continuous patent tradition in the world. This new office simplified and centralised a process which had become very complex. In April 2007 it changed its name to the Intellectual Property Office and on 11th September

2013 published patent number GB2500000 (2.5 million). Hidden in this archive are innumerable devices ranging from accepted parts of modern airship operations, to breath-taking science-fiction concepts that ignore the workings of nature on planet Earth.

2. PATENT RULES

So how do you get a patent? The rules are quite specific. Firstly, you must legally own your invention. To many employees' dismay, their brain-child, and any profits derived from it, usually belong to their employer. Then, the invention must: a) be new, i.e. not shown in public before the application; b) contain an "inventive step" that is not obvious to an expert in the subject; c) be capable of being made or used in some kind of industry, i.e. It must relate to how something works, what it does, what it is made of, or how it is made.

Some things cannot be patented: a concept, theory or idea; a scientific or mathematical discovery, theory or method; a literary, dramatic, musical or artistic work; a way of performing a mental act, playing a game or doing business; the presentation of information, or some computer programs; an animal or plant variety; a method of medical treatment or diagnosis; anything against public policy or morality.

Many of these have alternative legislation to protect the creator's rights, and obviously most of them are irrelevant to the aeronautical industry (except for the fact that you cannot patent an idea). Again you must demonstrate a use for it.

Finally, it should also work in a way which meets established physical laws: for example, you cannot get a patent for a perpetual-motion machine (though this has not stopped people trying).

3. PATENT UTILITY

As a result, there are now thousands of time-expired applications lying forgotten in Britain and other archives around the world, a vast reservoir of potentially viable abandoned ideas jumbled up with hundreds of others. But why were they abandoned?

a. Some were impractical because: developers were naïve and lacked proper understanding of airship capabilities and limitations; and/or they involved materials now known to be dangerous or processes harmful to the environment

b. Some schemes were ahead of their time: available materials were insufficiently strong or durable; contemporary power sources were unsuitable; reliable manufacturing methods and consistent construction techniques did not exist

c. Some were simply developed at the wrong time as research departments and individuals adapted to contemporary factors such as external events like war, material shortages, or the economic situation of the company, budget constraints or loss of key personnel. Developers moved on leaving ideas behind. There are patents from known experts which have never been tried; projects that experienced engineers would have pursued if they had the money, or the time, or the political will.

And now time has passed, materials, processes and technology have improved and many of these neglected applications may be worth a second look. Today we can only show a handful of examples and have restricted our selection to patents concerned with airship ground handling. We have divided them into three categories "the good" "the bad" and "the silly." Taking them in reverse order we will suggest some ways of identifying and sorting them, which we hope will be useful to future explorers of this neglected resource.

4. PATENTS THAT ARE IMPRACTICAL OR IMPOSSIBLE

Note that being “capable of being made or used” is an imprecise definition. It doesn’t say by whom, or when in history. There is no requirement for cost-effective manufacture or even stipulation for the use of existing technology. So here are some examples of patents intended for airship ground handling which could never have worked.

Some patents contain many inventive ides but omit vital engineering detail. In 1926 F. G. Diago (GB 279,017) [Figure 1] designed an airship that was equally at home on water or on land. It was divided horizontally into three sections the lowest of which was a keel or a boat or a skid. The pilot and passengers travelled in the middle deck where large openable windows let the wind blow through. The upper deck was full of gas-bags and stairways at each end led to a promenade on top of the ship.

For ground handling, horizontal masts at either end of the promenade could be raised to the vertical by a hand wheel and lowered to the ground. How these masts were to be anchored to the ground is not mentioned - but they could also be fitted with sails when the ship was on water. The machine’s framework was covered externally by three-ply material carefully specified as cork veneer, fibre from the leaf stalk of the royal palm tree, and mica. The gas-bags (volume and filling method unspecified) consisted of layers of canvas, cork veneer and asbestos with a granular cork lining blown into them (along with liquid cement) by another invention: a purpose-built hopper with a swivelling nipple. The weight of the airship structure is not recorded and neither are the means for transmitting the gas-bags’ lift to it. Between flights the airship could be anchored by a “heavy” ball (that it carried with it). This had two grooves which engaged with parallel rails on the ground, but there is no mention of how the pilot, looking down, could align the ball - probably swinging - with the fixed rails. It is not clear how the weight of the ball helped in any way.

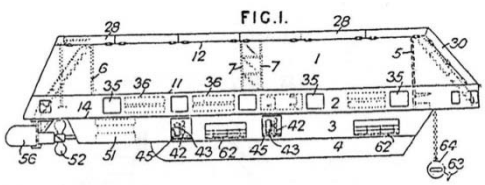


Figure 1. Diago 1926 (GB 279,017)

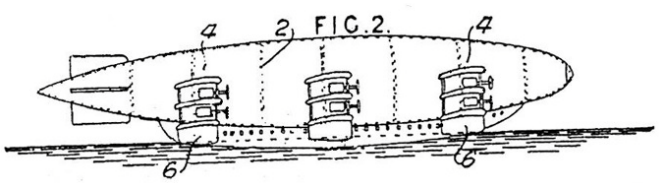


Figure 2. Lidback 1928 (GB 308,534)

Staying with wonderful manufacturing materials, in 1928, L.P. Lidback (GB 308,534) [Figure 2] suggested a metalclad airship with wings incorporating six engines driving six propellers. The outer skin, partitioned inside by dished bulkheads to divide its gas containers, was made of beryllium so if the idea failed the ship would certainly have had good value as scrap metal!

Moving now to means of increasing lift, in 1929, G. Leinung (GB 330302) [Figure 3] proposed a hot-air airship inflated with high temperature helium or ammonia. Despite doubling the hull weight and generating some daunting problems in manufacture and maintenance, he proposed a twin skin of nickel steel (or the newly available alloy “Duralumin”). The engine exhaust gases circulated between the skins and heated the enclosed lift gas. When the engine was not working the hull temperature was maintained by “stoves” that augmented the engine exhaust in flight if necessary.

The suspended car, containing crew, passengers and cargo, was heat-insulated from the gas-chamber and would certainly need to be: the working temperature for helium is 250°C rising to 550°C for ammonia. It had no outer skin insulation so we suspect the stoves would have consumed more fuel than the propulsion system.

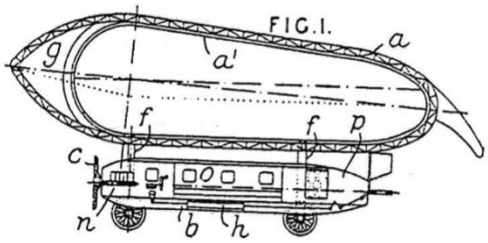


Figure 3. Leinung 1929 (GB 330302)

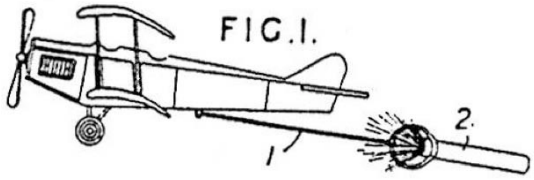


Figure 4. Schoeller 1929 (GB 330,443)

Finally, we relish this example [Figure 4] which A. Schoeller (GB 330443) proposed in 1929 for "stopping the way of an aeroplane prior to landing." It is not suggested for airship ground handling, but the idea of releasing a rocket on a rope when landing would certainly wake up the ground-crew.

To identify unworkable patents researchers should look for anything that tries to do too much and ignores fundamental problems. Try asking: What real problem is this a solution to? Would it work in the wind and weather? Is it sensible in engineering terms? Is there a coherent load-path transmitting the lift to the structure?

5. PATENTS THAT WERE FAILURES

In order to sort proven bad ideas from those proven to be good, and sift out practical ideas that have never been tried but which might work, it helps to know something of airship history. A lot of time and trouble will be saved if researchers know the names of some major participants in actual airship development programmes. Ideally, who was who, when they worked on which project and the dates of any triumphs or disasters. This is not very difficult as there are not that many names to memorise and a rough idea of which airship preceded another can often help.

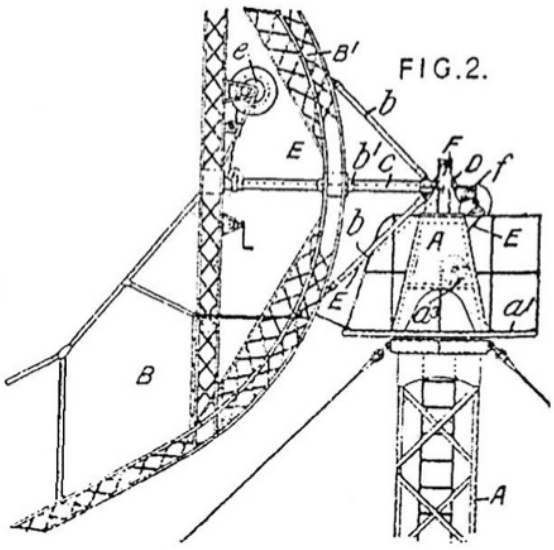
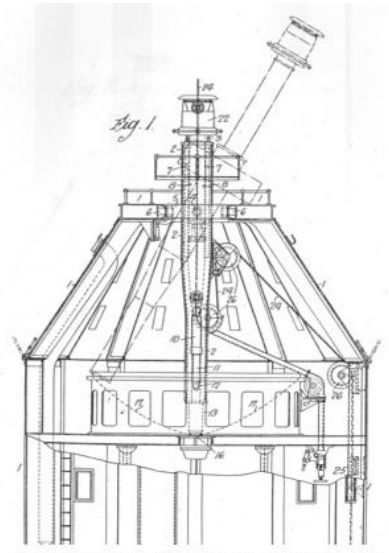


Figure 5. McKechnie, Wallis & Vickers, 1919



ARMSTRONG WHITWORTH (300,681)

Figure 6. 1928 (GB 300,681)

For example Barnes Wallis, one of the most famous airship designers, in April 1918, before completing R80, put his name to application GB 131072 [Figure 5] but it is likely it was never built, as it is a fundamentally flawed concept.

When making a horizontal approach, the large moving mass of the inherently fragile airship must immediately stop the instant the nose-ball meets the mast-cup. In practice, of course, no airship is completely rigid. When the nose stops, the tail is still moving forward thus compressing and stressing the hull. The only possible mitigation is to allow the mast to flex and absorb the inertia of the ship's impact. However, a flexible mast brings problems of oscillation after connection as gusts of wind buffet the moored ship. Thus, the fact that a patent carries a famous name is no guarantee of success. The context is all important. Although small, modern blimps do use a horizontal method when mooring today, they have a relatively low inertial mass and flexible hulls that can withstand the repeated impacts. However, historical records show that Vickers patent was not pursued at the time and was not copied for large airships despite it bearing Barnes Wallis' name.

This is in contrast to a patent from 1921 in which another famous name, George Herbert Scott, (captain on R34's 1919 trans-Atlantic crossing), winched the airship vertically down onto his extendable masthead (GB 178,568). Not only was Scott's patent built and refined in blimp mooring trials at RNAS Pulham, but it was also taken up by other engineers. Armstrong Whitworth in 1928 (GB 300,681) [Figure 6] adopted the method for the Royal Airship Works, High Tower at Cardington and the Americans subsequently installed Scott's masthead under licence on their masts.

The method's finest hour came in August 1930 when, after its trans-Atlantic flight, Barnes Wallis's R100 was moored vertically to the previously unused Montreal mast by 12 men in only 27 minutes. Thus, knowing the history helps when sorting successful patents from failures.

Another famous failure was E.A. Masterman's application of August 1918, (GB 125003), which was built, [Figure 7] and tried, and found wanting.

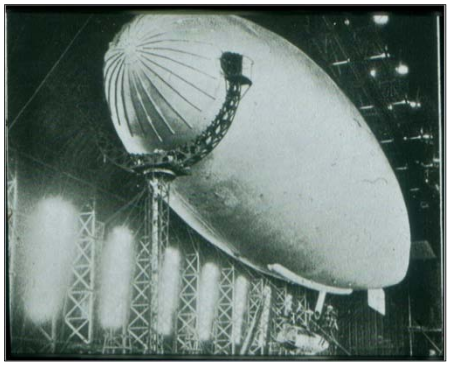


Figure 1. Masterman 1918 (GB 125003)

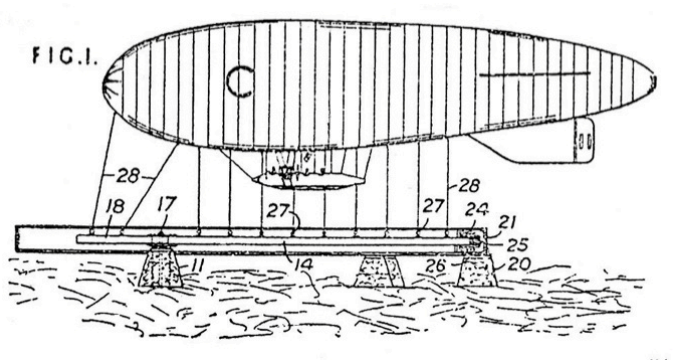


Figure 8. Ullmann, 1920 (GB 164561)

The basic problem was the "horseshoe". In rough or gusty winds the second mast head obstructed the handling lines and a rolling and surging airship with one side successfully secured could still impale itself on the unattached side. Yet Vickers supplied a Masterman Mast to both the US Army and Japanese government, although subsequent trials at Pulham proved that a single mooring point on the nose was quicker, safer for the ground-crew and worked just as well.

In April 1920, E.S. Ullmann proposed another idea that at first looks good. [Figure 8] A beam is anchored by a swivel joint at one end leaving the other end free to move laterally around a circular track but restrained against upward movement. The inventor claimed that aeroplanes or airships attached to the beam would be securely anchored while remaining free to weather-vane and face into wind. The main thing he overlooked in an airship was the difficulty of attaching, equally tensioning and

then releasing many mooring-ropes. Nevertheless, his concept of weather-vaning was good and the US Navy, after swapping Ullmann's multiple ropes for a single mooring-mast, did adopt a circular rail-track for ground handling their giant airships in the 1930s.

This shows that the difference between a patent's success or failure is a fine line. Moreover, the historical records reveal that luck played an enormous part in deciding which side of this line a lot of old patented ideas landed.

6. PATENTS WITH POSSIBILITIES

Here are some examples of patents with good pedigrees that have yet to be properly tested.

One of the biggest problems the Americans encountered when aligning Akron and Macon with their sheds was the need to reinforce their lower fins to withstand the loads imposed by the "Bolster Beam" or "dolly" anchoring them to the circular-track [Figure 9].

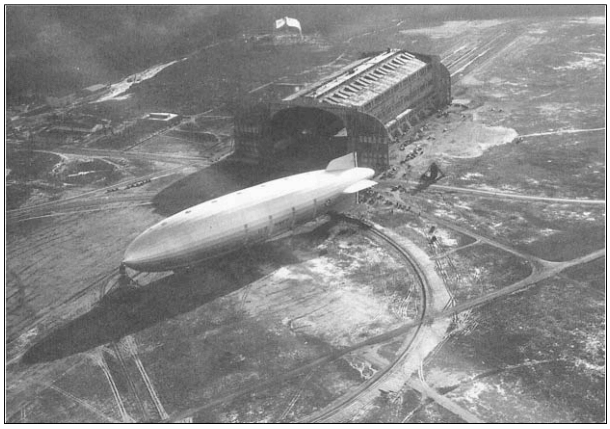


Figure 9. The Lakehurst turning circle

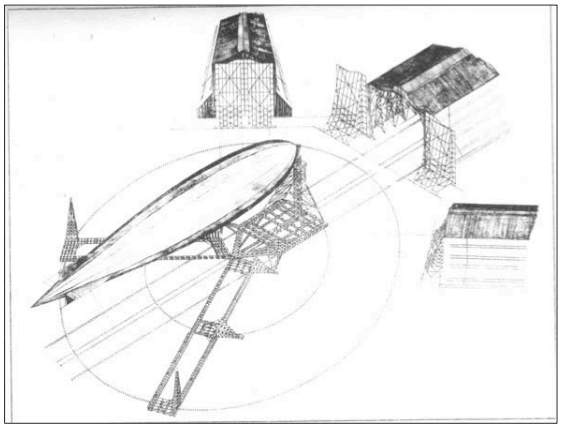


Figure 10. Burney, 1928 (GB 310104)

A possible way around this was foreseen by a man with considerable first-hand experience of large airships. Sir Charles Burney's Mooring and Docking Raft (GB 310104, 1928) is described and pictured in his book *The World, The Air and The Future*: [Figure 10] "The ship is moored at a mast in the usual way … a number of mechanically operated claws clasp the ship firmly about the centre line. … the whole structure embracing the mast, claws, and ship, is run into the shed on rails".

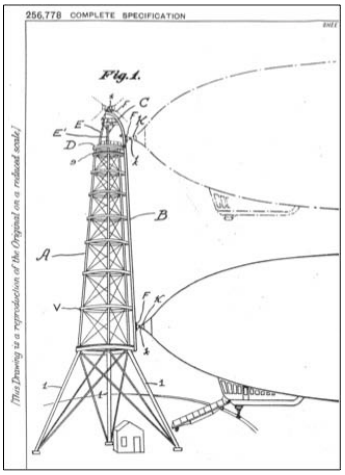
If this plan appears fanciful, keep in mind that as founder of the Airship Guarantee Company, Burney knew, far better than we know today, what the real problems were with big airships. He would have been well-aware, during construction of R100, that excessive empennage weight is a perennial design problem for big airships. Although his system requires hardened attachment points at normally unstressed positions on the flanks of the hull, this extra weight is evenly distributed and not concentrated at the tail. Thus he may be ameliorating a problem we have not considered.

For all its complexity, his scheme does remove the need to reinforce the tail-fin and this allows a lighter design dictated by flight loads alone. Incidentally, strengthening tail-fins is a perfect example of ground handling requirements impinging on and inhibiting the most efficient aircraft design.

There is no evidence Burney ever built his raft, possibly because two years after his application, the R101 disaster terminated British airship development. Nevertheless, the proven viability of Bolster's Beam in the USA a few years later, plus the fact that Burney, with his experience, thought this idea good enough to patent, suggests that a modernized version of it merits investigation.

Other experienced engineers patented ways of getting airships into sheds. Siemens-Schuckert-werke GmbH made British application GB 256924 in February 1927. An excerpt from it explains the concept: “The ship is brought in to a mast on a rotatable hangar, and is lowered by the nose to be run into the hangar…”. It was never built and remains untested.

The idea of sliding an airship down a mast not attached to a shed also occurred to the Americans. In August 1925, The Aircraft Development Corporation, of Detroit, Michigan, filed British Patent GB 256778 [Figure 11] for a mast which would “… move the mooring connection down the mast for the purpose of allowing the airship to assume a lower position even to the extent of berthing in contact with the ground”.



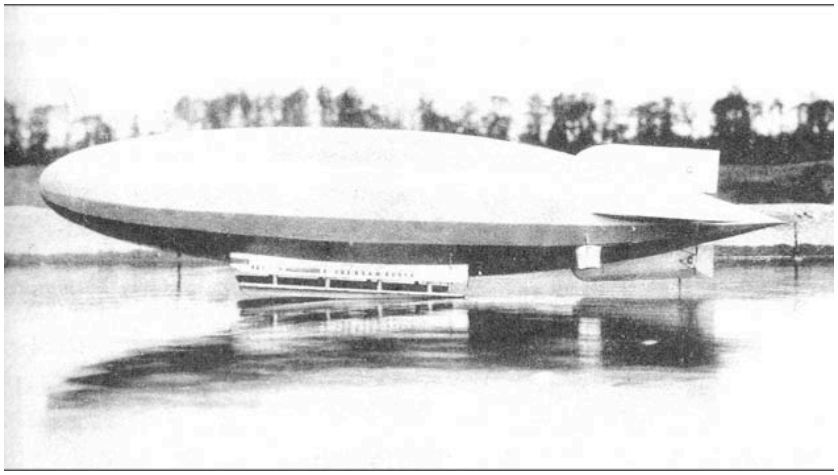


Figure 11. 1925 (GB 256778) *Figure 12. C.D. Burney & Airship Guarantee Co., 1929 (GB 333164)*

A mast on this principle was built (and paid for by Henry Ford) and it stood at Dearborn Airport from 1925 to 1946. By sheer bad luck its “vertical railway” was never actually tested with an airship. The Shenandoah, on her way to test it in 1925, broke in half over Ohio. In 1926 on separate occasions the Army’s RS-1 and the Los Angeles moored to the masthead but both were forced by bad weather to leave early. No other airships ever used Ford’s Dearborn mast; the concept remains unproven.

But why stop at one mast? In October 1922, G. W. and H. E. Johns suggested two masts (one at each end). Again, this was never built but it was an idea which received endorsement ten years later from US Navy Lieutenant Calvin Bolster, inventor of the “Bolster Beam”, arguably the most advanced mechanised system ever realised for ground handling large airships. He wrote, at the peak of his career in 1932, that two masts “offered no insurmountable difficulties”.

He added: “… some strengthening of the stern … would not necessarily be prohibitive in weight. … a single stern mast … is an excellent alternative to the beam … It has the important advantage, that it removes all handling stresses from the lower fin”.

Two masts would hold the moored airship structure permanently in tension and remove the point loads generated by ground impact protection devices. They would double the access points for personnel and allow simultaneous supply of consumables from both ends of the ship. Replenishment would be safer with two independent supplies and quicker with ballast water and fuel being pumped only half the ship’s length.

Alternatively, one could do away with the mast altogether. Unsurprisingly, Burney and his Airship Guarantee Co. are ahead of us. In April 1929, they registered GB 333164: “to enable an airship to alight at unprepared places instead of making fast at a specifically constructed mooring mast”. The plan was for the airship to land on water: “The airship has a hull of elliptical cross-section,

provided at its underside with a pair of pontoons … scoops permit the picking-up of water ballast … [which] may be controlled by a system similar to that in use on submarines".

Pictures from Burney's aforementioned book show that he built a working model [Figure 12]. If it looks familiar that is because it is the great-grand-father of modern hybrids like the LEMV and the HAV Skykitten. But our point is that this concept lay unrealised in the archives for over 80 years.

7. CONCLUSION

So finally, we suggest that researchers look for concepts that are copied. Patents from reputable sources, which gain independent endorsement from other knowledgeable persons, even decades later, deserve close examination.

Keep in mind, whenever you encounter old patents that hidden among the long-forgotten concepts, there might be some future money-spinners. This paper has been an account of patents found in the British patent office. Other countries have their own archives. They too may contain hidden gems.

8. BIBLIOGRAPHY

AIRSHIP GUARANTEE CO., LTD. AND BURNEY, SIR C.D. (1928) *Improvements in or relating to Means for Berthing Airships.* UK Patent No. GB 310104.

AIRSHIP GUARANTEE CO., LTD. AND BURNEY, SIR C.D. (1929) UK Patent No. GB 333164.

ARMSTRONG, SIR W.G., WHITWORTH & CO., LTD., AND BRERETON, C.F. (1927) *Improvements in or relating to Airship Mooring Towers.* UK Patent No. GB 300681.

BURNEY, C.D. (1929) *The world, the air and the future.* London, Alfred A. Knopf.

DIAGO, F.G. (1926) *Airships, Aerostats, Propelling.* UK Patent No. GB 279017.

JOHNS, G.W. & JOHNS, H.E. (1921) *Improved Means for Mooring Airships on Open Ground.* UK Patent No. GB 187036.

LEINUNG, G. (1929) *Aerostats; Cars and Cabins.* UK Patent No. GB 330302.

LIDBACK, L.P. (1928) *Airships, Aerostats, Propelling.* UK Patent No. GB 308534.

MASTERMAN, E.A. (1918) *Improvements relating to Mooring Devices for Lighter-than-air Aircraft.* UK Patent No. GB 125003.

SCOTT, G.H. (1920) *Improvements in Mooring Masts and Mooring Gear for Airships.* UK Patent No. GB 178568.

SIEMENS-SCHUCKERTWERKE GMBH (1925) *Improvements in or relating to Means for Anchoring Airships.* UK Patent No. GB 256924.

ULLMANN, E.S. (1920) *Improvements In Or Relating To Apparatus For Mooring Aircraft.* UK Patent No. GB 164561.

VICKERS, LTD., MCKECHNIE, SIR J. AND WALLIS, B.N. (1918) *Improvements in or relating to the Mooring of Lighter-than-air Aircraft.* UK Patent No. GB 131072.

WHITE, A.E. (Agent acting for AIRSHIP DEVELOPMENT CORP., of Detroit, Michigan, USA) (1925) *Improvements in Methods and Apparatus for Mooring Airships.* UK Patent No. GB 256778.

GONZÁLEZ REDONDO, F. A. (coord.) (2015) *Ciencia y Técnica entre la Paz y la Guerra. 1714, 1814, 1914*. Madrid, SEHCYT, pp. 1319-1326.

VANGUARDIAS FIGURATIVAS Y ARQUITECTURA INDUSTRIAL EN EL PERÍODO DE ENTREGUERRAS (1918-1939)

Javier Molina Sánchez[(1)]

(1) Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España, jmolsan@hotmail.com

Resumen

Una de las características más interesantes que define a las Vanguardias Figurativas de comienzos del siglo XX es su fascinación por el mundo industrial como punto de ruptura con el pasado y fe en el progreso: la velocidad, la industrialización, las posibilidades de la electricidad, el maquinismo…, son elementos comunes a movimientos como el Futurismo o el Constructivismo, donde Arte, Arquitectura e Ingeniería se dan la mano en obras integradoras a medio camino entre lo utópico y lo visionario.

De especial interés resulta el estudio de las obras industriales diseñadas en el período denominado de "entreguerras" (entre la Primera y la Segunda Guerra Mundial, 1918-1939), entre las que podríamos destacar los dibujos de Sant´Elia, la presa de Klingenberg, de Poelzig y, especialmente, los proyectos de Casto Fernández-Shaw. Este singular arquitecto ideó, entre 1918 y 1919, lo que él llamaría un "Monumento al Triunfo de la Civilización, a las Grandes Conquistas de la Idea, a las Victorias del Hombre sobre la Naturaleza, a la Paz Universal". Se trata de una gran presa de aires egipcios con dos potentísimos pilonos que arrojan sendos haces de luz hacia el cielo. Aunque el proyecto nunca se llevó a cabo, estas ideas futuristas y utópicas nunca le abandonarían y supondrían una notable influencia en el resto de su obra.

En esta comunicación, que forma parte de los trabajos de investigación que llevo a cabo para la elaboración de mi tesis doctoral dentro del Programa de Doctorado en Conservación y Restauración del Patrimonio Arquitectónico de la ETSA, Universidad Politécnica de Madrid, analizaremos estos interesantes ejemplos de arquitectura industrial, relacionándolos no sólo entre sí y con el resto de obras de sus autores, sino también con otros edificios construidos posteriormente pero profundamente influidos por estas corrientes vanguardistas (como la presa de Salime, 1948-1954, de Vaquero Palacios).

Palabras Clave: Entreguerras, Futurismo, Utopía, Casto Fernández-Shaw.

FIGURATIVE AVANT-GARDE AND INDUSTRIAL ARCHITECTURE BETWEEN WORLD WAR I AND WORLD WAR II (1918-1939)

Abstract

One of the most interesting features that defines Figurative Avant-gardes of the early twentieth century is its fascination about the industrial world as a point of rupture with the past and faith in progress: speed, industrialization, electricity, mechanization ... are common to movements such as Futurism and Constructivism, where Art, Architecture and Engineering come together in integrating halfway between utopian and visionary work elements.

A very interest case is the study of industrial structures designed in the period between World War I and II, 1918-1939), among which could highlight Sant'Elia's drawings, Klingenberg Dam of Poelzig and especially the projects of Casto Fernández-Shaw. This unique Architect designed between 1918 and 1919, what he would call a "Monument to Triumph of Civilization, to the Great Achievements of the Idea, to the Victories of Man over Nature, and Universal Peace." Indeed, it is a large dam of Egyptian pylons with two very powerful winds that throw two separate beams of light into the sky. Although the project was never carried out, these futuristic and utopian ideas never abandon him and would represent a significant influence on the rest of his work.

In this communication, which is part of the research I conducted for the development of my doctoral thesis within the PhD Program in Conservation and Restoration of Architectural Heritage ETSA, Polytechnic University of Madrid, analyze these interesting examples of Industrial Architecture, relating not only to each other and with other works of authorship, but also with other buildings later but deeply influenced by such avant-garde movements (like Salime dam, 1948-1954, from Vaquero Palacios).

Keywords: World War I, Futurism, Utopia, Casto Fernández-Shaw.

1. INTRODUCCIÓN

Las llamadas Vanguardias Figurativas son un conjunto de movimientos artísticos (imbricados en la pintura, la escultura, la arquitectura, la literatura... y entre los que se pueden mencionar, por citar sólo algunos ejemplos, el cubismo, el surrealismo, el neoplasticismo, el purismo, el cubismo…), surgidos a principios del siglo XX y que promulgaban una ruptura con el pasado (que ellos consideraban burgués, academicista y decadente), y lo hacían a través de la experimentación en los distintos aspectos del Arte (lo que diferencia a cada una de estas corrientes es la manera en cómo abordaban esa lucha contra lo clásicamente establecido)[1]. No es de extrañar, por tanto, que sintieran una especial fascinación por la Industria, con sus formas arquitectónicas no sujetas a los rígidos cánones decimonónicos y por el uso que se hacía en ellos de los nuevos materiales de construcción que prometían una libertad formal inaudita hasta el momento (vidrio, acero, hormigón...). Esta insólita relación Arte-Arquitectura-Industria dio sus frutos en algunos de los más bellos edificios industriales jamás construidos (Fábrica AEG de Peter Behrens, Fábrica Fagus de Walter Gropius, Garaje Gosplan de Konstantin Melnikov, Garaje Ponthieu de Auguste Perret ...).

Una de las principales preocupaciones de los artistas de vanguardia era el análisis de la percepción que el hombre tenía del mundo. Si los expresionistas proyectaban una visión extremadamente subjetiva (pinturas de Munch, Kandinski…), los futuristas promovían una concepción del mundo basada en la velocidad, el dinamismo, la técnica, las posibilidades de la electricidad, la industrialización, el maquinismo, …, como elementos de distanciamiento con el pasado y fe en el progreso. [TIETZ, 2008, p. 29]

Las Vanguardias Figurativas tuvieron un corto recorrido en la Historia del Arte, su desarrollo se limita desde 1900 hasta el comienzo de la Segunda Guerra Mundial (más concretamente, su auge coincide con el periodo que comprende justo antes y justo después de la Primera Guerra Mundial), cuando, entre otras razones, debido al ascenso del nazismo y el fascismo, muchos artistas tuvieron que emigrar a EEUU y otros países sudamericanos, donde comenzarían distintas andaduras en sus

[1] Las Vanguardias buscaban una doble exigencia, por un lado, se persigue un arte puro, libre de todo determinismo, y por otro lado se alienta continuamente la intención de un arte social comprometido, asociado generalmente a la izquierda política [DE FUSCO, 1992, p. 206]

carreras profesionales. Pero su influencia quedaría marcada para siempre en corrientes artísticas ulteriores, tales como el Deconstructivismo o el High-Tech de finales del siglo pasado.

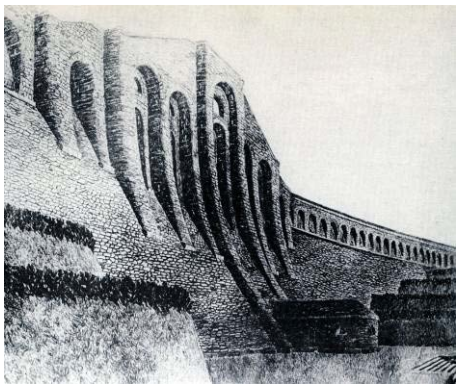


Figura 1: Presa de Klingenberg, obra de Hans Poelzig, 1908
(Fuente: BIRAGHI [1992, 16])

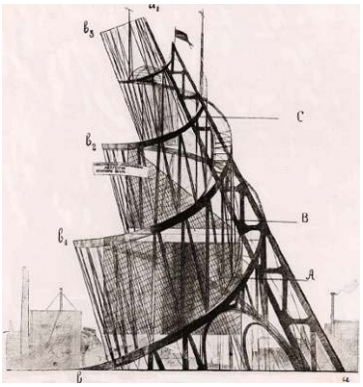


Figura 2. Boceto del monumento a la III Internacional, dibujo de Vladimir Tatlin, 1919
(Fuente: DE FUSCO [1992, 243])

2. LAS VANGUARDIAS FIGURATIVAS

Uno de los movimientos artísticos más complejos de esta época es el **Expresionismo**. Algunos autores [DE FUSCO, 1992, p. 216], lo sitúan como el precursor del racionalismo desde, paradójicamente, el subjetivismo más absoluto y romántico. Buscaban la creatividad y la fantasía en el límite de lo visionario, basándose en formas orgánicas, flexibles y envolventes (como se puede apreciar en la Torre Einstein, Potsdam, de Erich Mendelsohn). Resulta reveladora en este sentido la frase atribuida a Bruno Taut: "El cristal nos alumbra otros tiempos, la civilización del ladrillo sólo nos da pena", haciendo referencia a su Pabellón de Cristal para la Deutscher Werkbund en Colonia, 1914.

Hans Poelzig es uno de los arquitectos más importantes asociados al Expresionismo. De su arquitectura industrial destacan la fábrica de productos químicos Moritz Milch, Poznan (Polonia), un rotundo y monumental edificio de ladrillo y la presa de Klingenberg, Bavaria [Figura 1]. En esta última, y de un modo muy metafórico, el agua parece chorrear lentamente por las paredes de piedra del muro de la presa, habiéndose quedado paralizada por el camino.

El **Futurismo** es una de las vanguardias más íntimamente comprometidas con la fe en esta nueva era industrial y de progreso que se vislumbra en los albores del siglo XX. Antonio Sant´Elia fue el representante más destacado del futurismo arquitectónico. Adoptó una posición clara contra todos los edificios "solemnes, teatrales y decorativos". En su lugar propuso:

> Descubrir y construir la ciudad futurista. Debe parecerse a un astillero enorme y tumultuoso y ser ágil, movida y dinámica en todas sus partes: la casa futurista habrá de ser como una gigantesca máquina. [SANT´ELIA, 1914] [Figura 3].

Heredero directo de esta vanguardia sería el **Constructivismo** ruso, con su elevado interés por la técnica, la producción y el compromiso político, llegándose incluso a la búsqueda de la prevalencia de la tectónica sobre a la arquitectura, el ingeniero sobre el arquitecto, la técnica sobre el arte [DE FUSCO, 1992, p. 244]. Como afirmaba El Lissitzky: "Las normas de edificación y los tiempos de construcción deben concebirse de modo que la edificación pueda ser transferida a las fábricas de producción en masa y las casas puedan ser ordenadas en un catálogo". Paradigmática es la obra de

Vladimir Tatlin, *Boceto del monumento a la III Internacional* [Figura 2], donde el artista ruso concibió un enorme rascacielos con tres cuerpos de cristal (un cubo, una pirámide y un cilindro), que girarían en movimiento acompasado en el interior de una espiral de acero de 300 metros de altura.

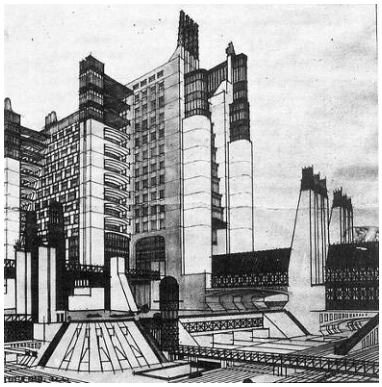


Figura 3: La Città Nuova, dibujo de Sant´Elia publicado en el manifiesto de la arquitectura futurista, 1914
(Fuente: KLICZKOWSKI [2003, 68])

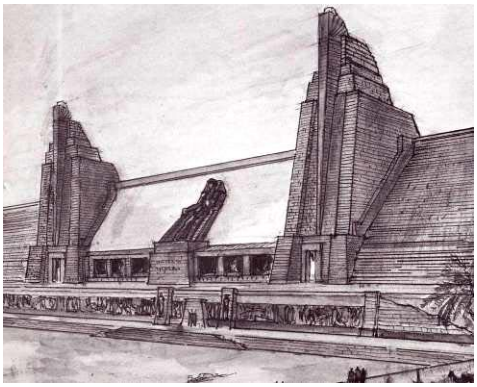


Figura 4: Monumento al Triunfo de la Civilización, dibujo de Casto Fernández-Shaw, 1918
(Fuente: CABRERO [1980, 50])

3. CASTO FERNÁNDEZ-SHAW, ARQUITECTO FUTURISTA

Casto Fernández-Shaw (Madrid 1896 - San Lorenzo de El Escorial 1978), titulado en 1919, puede considerarse posiblemente el discípulo más cercano al arquitecto gallego Antonio Palacios, pero con un lenguaje personal contemporáneo. Como sugiere Miguel Ángel Baldellou: "Fernández-Shaw es capaz de reinterpretar y dar salida en forma de vanguardia a una tradición sustentada por Palacios de forma magistral." [BALDELLOU, 2001, p. 286]

Así pues, sus referentes se mueven entre lo quimérico y el pragmatismo racionalista de principios del siglo XX, con importantes influencias de la arquitectura regionalista e historicista de sus maestros, Aníbal Álvarez, Modesto López Otero y, sobre todo, Antonio Palacios.

Pero también todas estas corrientes vanguardistas que hemos mencionado anteriormente influirían decisivamente en la obra de Casto Fernández-Shaw, según afirma Félix Cabrero: "Quien con todo derecho puede pasar a la historia, aunque éste sea un aspecto parcial, como el único arquitecto futurista español" [CABRERO, 1980, p. 41]. Sus obras más emblemáticas (la presa de Jándula, la gasolinera de Porto Pi, la torre del espectáculo…), beben de todas estas fuentes, sobre todo en su aspecto más industrial, ingenieril e inventivo. Así, apreciamos rasgos distintivos de la obra de Casto entresacados de, por ejemplo, los dibujos de Sant´Elia sobre centrales eléctricas, donde se aprecian algunos elementos definitorios de su uso, como turbinas, presas y desniveles, así como grandes tendidos de cableado que se prolongan más allá del edificio, en un intento de establecer el punto inicial de la red que comunica la central con la ciudad. [KLICZKOWSKI, 2003, p. 39], y citando a Filippo Tommaso Marinetti:

> Nada en el mundo es más bello que una central eléctrica en funcionamiento, que retiene las presiones hidráulicas de toda una cordillera montañosa y la energía eléctrica para todo un paisaje, sintetizadas en cuadros de mando en los que surgen palancas y brillan los interruptores. [MARINETTI, 1914]

En sus dibujos de ciudades aerostáticas y acorazadas, de garajes radiales, de torres espectáculo, de autogiródromos, casas aerotransportadas y hangares aerodinámicos..., descubrimos a un arquitecto que emprende un camino desde el futurismo más cercano a las ensoñaciones de una ciudad industrial dominada por la tecnología hasta una utopía basada en la creencia del triunfo de la civilización, las grandes conquistas de la humanidad y la paz universal.

De hecho, entre 1918 y 1919, en los albores del final de la Primera Guerra Mundial, Casto proyecta su primera obra: un *Monumento al Triunfo de la Civilización, a las Grandes Conquistas de la Idea, a las Victorias del Hombre sobre la Naturaleza, a la Paz Universal* [Figura 4]. Se trata en realidad de una gran presa (construcción que Casto asocia con el avance de la tecnología y el conocimiento humano), de aires egipcios con dos potentísimos pilonos que arrojan sendos haces de luz hacia el cielo. Aunque el proyecto nunca se llevó a cabo, sin embargo, estas ideas futuristas y utópicas nunca abandonarían a Casto y supondrían una notable influencia en el resto de su obra, como él mismo comentaba:

> […] he de buscar en la Ingeniería formas que, al mismo tiempo que cumplir una función técnica, han de enriquecerla con valiosos elementos de decoración escultórica […] los pilonos albergarían dos templos, el de la Ciencia y el del Arte […] el agua, al pasar por las columnas-tuberías, daría un rumor de multitud al templo, iluminado por la luz creada por el Hombre…. [SOBRINO 1999, p. 41]

Esta idea de Monumento fue continuamente revisada por Fernández-Shaw hasta su muerte y, tal y como indica Félix Cabrero:

> Unos meses antes de su muerte [...], me hablaba de sus proyectos predilectos, entre los que solía incluir el Monumento a las Grandes Conquistas de la Idea [...], Probablemente lejos de una consciencia total... pero ahora pienso que sus citas compendiaban de alguna manera, al final de su vida [...] lo épico, el futurismo, la tecnología, con ese general encubrimiento poético que caracteriza su constante mensaje de arquitecto. [CABRERO, 1980, p. 49]

El proyecto fue presentado a la Exposición Nacional de Bellas Artes de 1920, donde Fernández-Shaw obtuvo una mención por su trabajo. Allí, el ingeniero Carlos Mendoza, quedó sorprendido por lo que él mismo denominó "¡un arquitecto que proyecta presas...!" [CABRERO, 1980, p. 21] y le propuso la construcción de varias centrales hidroeléctricas en la cuenca del Guadalquivir, a través de la compañía Mengemor, de la que él era socio fundador.[2]

4. LA GASOLINERA PORTO PI

La estación de servicio Porto Pi [Figuras 5 y 6], situada en la calle Alberto Aguilera, Madrid, es considerada la gran obra futurista de Casto, quizá incluso el único "edificio" de ese estilo que se construyó en España.[3] Como el mismo arquitecto confesaba:

[2] En 1898 Carlos Mendoza (que se había licenciado en 1895), crea con su compañero de carrera Alfredo Moreno una oficina técnica cuya función era equiparable a las de los actuales despachos de “Ingenieros consultores”. Cuando el Marqués de Santillana les propone construir para la Administración un aprovechamiento hidroeléctrico en el río Manzanares, los dos socios decidieron incorporar a otro componente de mayor edad y experiencia, Antonio González Echarte, el cual se había especializado en temas relacionados con la electricidad. En 1904 fundan la compañía anónima “Mengemor”, fórmula extraída de la conjunción de sus tres apellidos. [GÓMEZ-SANTOS, 1969, p. 25].

[3] De hecho, Casto califica este proyecto como "la obra por la que paso a la Historia de la Arquitectura moderna" [CABRERO, 1980, p. 25]

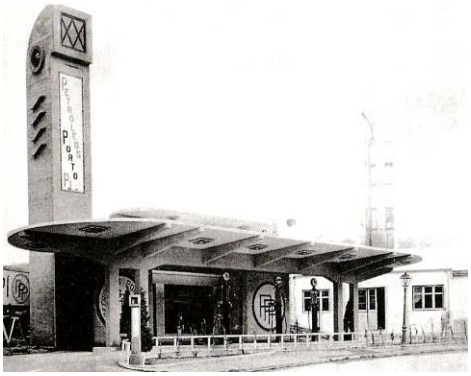


Figura 5: Estación de servicio "Porto Pi". 1927
(Fuente: Archivo Félix Cabrero)



Figura 6: Fotografía actual de la gasolinera. Estado actual
(Fuente: elaboración propia. Diciembre de 2013)

> Ha sido una de las primeras construcciones en estilo francamente moderno hechas en Madrid [...] La construcción se realizó en un plazo total de cincuenta días [...] El edificio estaba esencialmente constituido por la escueta estructura de hormigón, con claras evocaciones de la construcción naval (la torre en forma de escotilla) y aeronáutica (la cubierta, a semejanza del ala de un avión). No tiene ningún estilo. Ha surgido una silueta de los elementos que integran la construcción. La superposición de los planos de las marquesinas recuerda las alas de un biplano. La torre recuerda a los tubos de ventilación de los barcos... los aparatos que suministran gasolina (surtidores), el petróleo, los aceites, el agua, el aire a presión, los extintores de incendio, "decoran" la instalación. Los automóviles, el altavoz, las luces, le darán vida. [CABRERO, 1999, p. 72]

Las referencias a la ciencia, la tecnología, el progreso y los medios de locomoción son evidentes. La gasolinera fue lamentablemente derribada en 1977 aunque se reconstruyó en 1996. Sin embargo, como bien puede apreciarse en la figura 6, a veces no es necesario tocar un edificio para trastocarlo irremediablemente, y el hotel que ha sido edificado detrás destruye completamente la hermosa imagen que de esta estación de servicio se tenía antiguamente.

5. LAS PRESAS

La compañía Mengemor fue creada con el firme propósito de materializar un ambicioso plan conjunto de navegación y aprovechamiento hidráulico del río Guadalquivir. Si bien este proyecto no se llevó a cabo en su totalidad[4], sí que se construyeron una serie de presas y centrales en el Guadalquivir y sus afluentes. En cuatro de ellas (El Carpio, Jándula, Encinarejo y Alcalá del Río), colaboró Casto Fernández-Shaw, aportando su característica arquitectura expresionista, rotundamente plástica, con una fuerte carga emocional, y sobre todo, profundamente simbólica.

[4] En Marzo de 1919, Mendoza presentó al ministro de Fomento su proyecto de Canalización y aprovechamientos de energía del Guadalquivir entre Córdoba y Sevilla, donde aprovechaba los 88 m. de desnivel existente en los 170 km. de longitud del tramo. Eligió la solución de presas y esclusas para regularizar las pendientes del cauce [...]. Para garantizar un calado de 2 m. y utilizando presas de entre 5 y 10 m. de altura, era preciso crear una ´escalera hidráulica de once peldaños´ [AGUILÓ, 2005, p. 113]

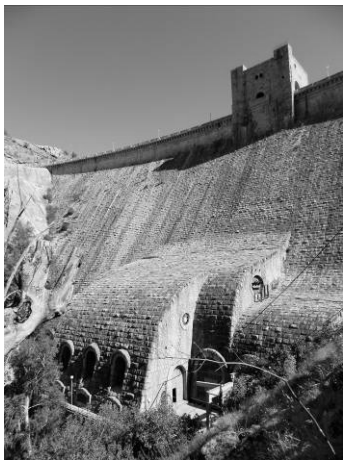


Figura 7: Presa y central de Jándula (1925-1930)
(Fuente: elaboración propia. Agosto de 2012)

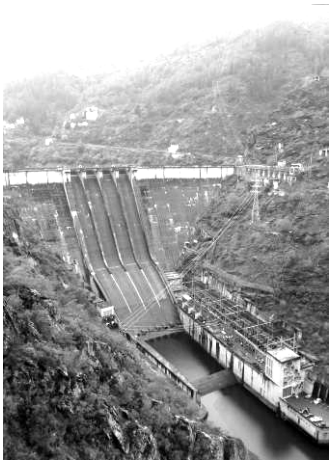


Figura 8: Presa y central de Salime (1948-1954)
(Fuente: elaboración propia. Septiembre de 2012)

De todas estas obras hidráulicas, la más importante es la presa y central de Jándula [Figura 7]. En ella ingeniero y arquitecto aplicaron lo que Casto denominaba “formas hidrodinámicas”, es decir, superficies que se adaptarían al agua en torrente que pudiera saltar por encima de la presa. Como dijo Antonio Barrionuevo, “La central resulta una arquitectura sumergida bajo la superficie pétrea simulada del salto de agua” [BARRIONUEVO, 1987].

Además, Casto adopta una innovadora fórmula constructiva, incorporando el edificio de la central a la pantalla de contención, situándola a pie de presa, como si el agua acumulada en el embalse hubiese enfurecido y hubiera arrancado la pantalla de hormigón para reventarla haciéndola estallar en forma de olas de piedra. Pero, aunque parezca lo contrario, el aliviadero de la presa se sitúa en un lateral de la misma, es decir, el agua nunca cae por encima de la central. Tendríamos que esperar casi 25 años para poder experimentar, gracias al ingenio del pintor, escultor y arquitecto asturiano Joaquín Vaquero Palacios, cómo el agua ruge sobre el techo de una central hidroeléctrica en su salto de Grandas de Salime [PÉREZ, 1992, 91-92] [Figura 8]. Tampoco es casual la comparación con la presa de Klingenberg (1908), ya mencionada, de la que es formalmente deudora.

6. CONCLUSIONES

Casto Fernández-Shaw comenzó su carrera como arquitecto concibiendo una monumental presa que debía convertirse en un canto a la paz y los logros de la humanidad. Este proyecto utópico de marcadas influencias futuristas le acompañaría toda su vida, junto con otras construcciones imposibles como el garaje radial, la torre espectáculo, la ciudad aerostática... De hecho, su obra más conocida es la gasolinera de Porto Pi, un simbólico y atrevido homenaje a la tecnología, los medios de locomoción, la radio y la iluminación eléctrica, que ha pasado a la historia por ser el único edificio futurista que se conserva en España. Según Antonio Fernández Alba, "[...] en la actividad creadora de Casto Fernández-Shaw se integraban las facetas del inventor, ingeniero, constructor de sueños, arquitecto, visionario y diseñador romántico" [FERNÁNDEZ ALBA, 1978]. Y como dice José Antonio Fernández Ordoñez: "tenía pasión por la geometría y las matemáticas, y una admiración por los ingenieros y por las máquinas que hoy me resulta conmovedora y algo ingenua." [FERNÁNDEZ ORDÓÑEZ, 1999, p. 62]

No es de extrañar, por tanto, que en sus obras hidráulicas Casto aplique hasta el extremo sus ideas futuristas y expresionistas, no exentas de la lógica adecuación al entorno natural y a la historia

del lugar. En estos proyectos no hay lugar para lo superfluo, son obras rotundas y eminentemente eficaces, donde la función constructiva de sus elementos termina definiendo su carácter estético, y con contadas concesiones decorativas cuya misión es la de categorizar y potenciar la imagen del conjunto. No debemos olvidar tampoco que, tanto las presas como las centrales, interactúan con otro componente fundamental: el paisaje. La brutalidad de la escala y su drástica modelación inciden aumentando la elocuencia plástica de su arquitectura.

Es en la presa de Jándula, donde Casto suelta todo su genio y demuestra cómo se llega de la utopía dibujada a la realidad construida, y el resultado no desmerece en nada al proyecto, más bien al revés, lo enriquece y revaloriza. Las suaves formas curvas (circunferencias, cilindros, óvalos, hiperboloides...), que presidirían todos su proyectos inconclusos están en Jándula perfectamente representados y brillantemente resueltos.

En definitiva, en la obra de este inclasificable arquitecto se concentran muchas de las inquietudes que sirvieron de *leitmotiv* a las Vanguardias Figurativas del periodo conocido como "entreguerras" (1918-1939), en el cual, en el marco de los llamados "felices años 20", y justo antes de que el crack del 29 diera al traste con los sueños de varias generaciones, las Utopías parecían realizables y los artistas trabajaban con una libertad formal, estética y espiritual como pocas veces se ha visto en la Historia del Arte. Así fue posible que, en un marco irrepetible de transversalidad entre múltiples disciplinas, el genio artístico de los arquitectos más importantes del siglo XX pudiera aplicarse también al diseño de algunas de las obras industriales más relevantes de la Historia de la Arquitectura, que continúan siendo vigentes hoy día, más de 100 años después de su construcción.

7. BIBLIOGRAFÍA

AGUILÓ, M. (2005) *La enjundia de las presas españolas*. Madrid, ACS.

BALDELLOU, M. A. (2001) "Palacios antes y después". En J. Armero y G. Armero (eds.) Antonio Palacios, constructor de Madrid: [exposición celebrada en el Circulo de Bellas *Artes de Madrid, noviembre 2001 - enero 2002]*. Madrid, La Librería, 283-287.

BARRIONUEVO, A. (1987) "La central hidroeléctrica del embalse de Jándula y Casto Fernández-Shaw". *Guadalquivir*, 6.

BIRAGHI, M. (1992) *Hans Poelzig: architectura, ars magna. 1869-1936.* Venecia, Arsenale.

CABRERO GARRIDO, F. y GARCÍA PÉREZ, M. C. (1999) *Casto Fernández-Shaw, Arquitecto sin fronteras. 1896-1978.* Madrid, Electa.

CABRERO GARRIDO, F. (1980) *Casto Fernández-Shaw.* Madrid, COAM.

DE FUSCO, R. (1992). *Historia de la Arquitectura Contemporánea.* 2ª edición (1972), Madrid, Celeste.

FERNÁNDEZ ALBA, A. (1978) "Círculo en fuga", *El País,* 14 de Mayo.

FERNÁNDEZ ORDÓÑEZ, J. A. (1999) "Don Casto". En F. Cabrero Garrido y M. C. García Pérez. *Casto Fernández-Shaw, Arquitecto sin fronteras. 1896-1978.* Madrid, Electa, 62.

GÓMEZ-SANTOS, M. (1969) *Metro de Madrid medio siglo al servicio de la ciudad*. Madrid, Escélicer.

KLICZKOWSKI, H. (2003) *Antonio Sant´Elia.* Barcelona, LOFT Publications.

MARINETTI, F. T. (1914) *La splendeur géometrique et mécanique et la sensibilité numérique: manifeste futuriste.* Direction du mouvement futuriste.

PEREZ LASTRA, J. A. (1992) *Vaquero Palacios, Arquitecto.* Oviedo, COAA.

SANT´ELIA, A. (1914) *Manifiesto por una Arquitectura Futurista.* Milán.

SOBRINO SIMAL, Julián. 1999. "Casto Fernández-Shaw ¡Un arquitecto que proyecta presas!". En F. Cabrero Garrido y M. C. García Pérez. *Casto Fernández-Shaw, Arquitecto sin fronteras. 1896-1978.* Madrid, Electa, 34-50.

TIETZ, J. (2008) *Historia de la Arquitectura Moderna.* Berlín, H f Ullmann.