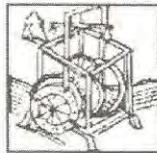




# ACTAS DEL IX CONGRESO DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE HISTORIA DE LAS CIENCIAS Y DE LAS TÉCNICAS

Cádiz, 27, 28, 29 y 30 de septiembre de 2005

## TOMO I



Edición coordinada por:

*Juan Antonio Pérez-Bustamante (Presidente)*  
*Cándido Martín Fernández (Vicepresidente)*  
*Francisco José González González (Secretario)*  
*Enrique Wulff Barreiro (Tesorero)*  
*José Francisco Casanueva González (Vocal)*  
*Francisco Herrera Rodríguez (Vocal)*

**SEHCYT**

Cádiz, 2006

Copyright 2006: de los autores de las conferencias y comunicaciones

Primera edición: 2006

Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas



I.S.B.N. Tomo I: 978-84-690-3556-6

I.S.B.N. Obra Completa: 978-84-690-3555-9

Imprime: Imprenta Repeto - Cádiz

Depósito Legal: CA-996/06

## AGRADECIMIENTOS

La organización del IX Congreso de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas, celebrado en Cádiz durante los días 27-30 de septiembre de 2005, patrocinado por la Universidad de Cádiz y por el Real Instituto y Observatorio de la Armada, ha contado con la colaboración de diversos organismos, instituciones y empresas que han hecho posible llevar a feliz término la celebración de dicho Congreso, según se detallan a continuación:

- Ministerio de Educación y Ciencia.
- Junta de Andalucía.
- Armada Española.
- Excm. Diputación Provincial de Cádiz.
- Excmo. Ayuntamiento de Cádiz.
- Vicerrectorado de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación de la Universidad de Cádiz.
- Vicerrectorado de Extensión Universitaria de la Universidad de Cádiz.
- Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad de Cádiz.
- Instituto de Ciencias Marinas de Andalucía (CSIC).
- Viajes “El Corte Inglés”.
- Diario de Cádiz.
- Consejo Regulador de la D.O. Jerez-Xérès-Sherry, Manzanilla-Sanlúcar de Barrameda y Vinagre de Jerez.
- Consejo Regulador de la D.E. Brandy de Jerez.
- Bodegas Sanatorio (Chiclana de la Frontera).



**Organiza:**

- Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas

**Patrocinan:**

- Universidad de Cádiz
- Real Instituto y Observatorio de la Armada

**Colaboran:**

- Ministerio de Educación y Ciencia
- Junta de Andalucía
- Armada Española
- Instituto de Ciencias Marinas de Andalucía (CSIC)
- Vicerrectorado de Extensión Universitaria (UCA)
- Vicerrectorado de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación (UCA)
- Diputación Provincial de Cádiz
- Ayuntamiento de Cádiz
- Facultad de Filosofía y Letras (UCA)
- Facultad de Ciencias (UCA)
- Consejo Regulador de las D.O. Jerez-Xérès-Sherry, Manzanilla-Sanlúcar de Barrameda y Vinagre de Jerez
- Consejo Regulador de la D.E. Brandy de Jerez
- Bodegas Sanatorio (Chiclana de la Frontera)
- Diario de Cádiz
- Viajes El Corte Inglés



## COMITÉS DEL IX CONGRESO SEHCYT

### COMITÉ DE HONOR

#### **PRESIDENTE**

Excmo. Sr. D. Manuel Chaves González  
Presidente de la Junta de Andalucía

#### **MIEMBROS**

Excmo. Sr. D. Salvador Ordóñez Delgado  
Secretario de Estado de Universidades e Investigación

Excmo. Sr. D. Diego Sales Márquez  
Rector Magnífico de la Universidad de Cádiz

Excmo. Sr. D. Ángel Manuel Tello Valero  
Almirante de la Flota

Excmo. Sr. D. Francisco González Cabaña  
Presidente de la Diputación Provincial de Cádiz

Excma. Sra. D<sup>a</sup> Teófila Martínez Saiz  
Alcaldesa del Ayuntamiento de Cádiz

Excma. Sra. D<sup>a</sup> Virtudes Atero Burgos  
Vicerrectora de Extensión Universitaria (UCA)

Excmo. Sr. D. Rafael García Roja  
Vicerrector de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación (UCA)

Ilmo. Sr. D. Manuel Arcila Garrido  
Decano de la Facultad de Filosofía y Letras (UCA)

Ilmo. Sr. D. Francisco Antonio Macías Domínguez  
Decano de la Facultad de Ciencias (UCA)

Ilmo. Sr. D. Juan Carlos Coma Samartín  
Director del Real Instituto y Observatorio de la Armada

## COMITÉ CIENTÍFICO

### PRESIDENTE

Luis Español González (Universidad de La Rioja)

### MIEMBROS

Elena Ausejo Martínez (Universidad de Zaragoza)  
Alfredo Baratas Díaz (Universidad Complutense)  
José Luis Barrera (Universidad Complutense)  
José Francisco Casanueva González (Universidad de Cádiz)  
Manuel Castillo Martos (Universidad de Sevilla)  
Manuel Catalán Pérez-Urquiola (Universidad de Cádiz)  
José M. Cobos Bueno (Universidad de Extremadura)  
Joseph W. Dauben (City University of New York)  
Manuel Fernández-Cañadas (Universidad Politécnica de Madrid)  
Xosé A. Fraga (Asociación de Investigadores Ramón de la Sagra)  
Carmelo García Barroso (Universidad de Cádiz)  
Lluís Garrigós Oltra (Universitat Politècnica de Valencia)  
Alberto Gomis Blanco (Universidad de Alcalá)  
Francisco José González González (Real Instituto y Observatorio de la Armada)  
Francisco Herrera Rodríguez (Universidad de Cádiz)  
José Cándido Martín Fernández (Universidad de Cádiz)  
Mary Sol de Mora Charles (Universidad del País Vasco)  
Juan Antonio Pérez-Bustamante (Universidad de Cádiz)  
Inés Pellón González (Universidad del País Vasco)  
Juan Riera Palmero (Universidad de Valladolid)  
Carmen Sarasquete (Consejo Superior de Investigaciones Científicas)  
Enrique Wulff Barreiro (Consejo Superior de Investigaciones Científicas)  
Francisco J. Ynduráin (Universidad Autónoma de Madrid)

### COMISIÓN ORGANIZADORA

Juan Antonio Pérez-Bustamante (Universidad de Cádiz)  
Cándido Martín Fernández (Universidad de Cádiz)  
Francisco José González González (Real Instituto y Observatorio de la Armada)  
Enrique Wulff Barreiro (Consejo Superior de Investigaciones Científicas)  
José Francisco Casanueva González (Universidad de Cádiz)  
Francisco Herrera Rodríguez (Universidad de Cádiz)



Visita al Real Instituto y Observatorio de la Armada



## PRESENTACIÓN

Las presentes Actas del IX Congreso de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas (S.E.H.C.Y.T.), que tuvo lugar en Cádiz en los días 27-30 de septiembre de 2005, por acuerdo adoptado en la Asamblea Plenaria del VIII Congreso de la S.E.H.C.Y.T., celebrado en Logroño entre los días 16 y 22 de septiembre de 2002, recogen en dos volúmenes la práctica totalidad del centenar de contribuciones que fueron presentadas a nuestro Congreso como conferencias plenarias, comunicaciones y carteles.

La asistencia al IX Congreso resultó muy satisfactoria, ya que contó con un total de 133 inscripciones, tanto nacionales -en representación de un gran número de Universidades, Institutos de Enseñanza Media y diversos organismos oficiales-, como extranjeras (EEUU, Rumanía, Portugal y Méjico). Entre los asistentes, aparte de un elevado número de socios de la S.E.H.C.Y.T., se contó con una importante participación de personas no vinculadas a nuestra Sociedad, hecho que valoramos muy positivamente.

El desarrollo del Congreso incluyó una equilibrada distribución de la actividad científica desarrollada, diversas recepciones institucionales y visitas en Cádiz y Jerez de la Frontera. La Comisión organizadora de este Congreso ha prestado especial atención, tanto a la esmerada edición de las presentes Actas, como a su más rápida edición para garantizar su máxima actualidad *a posteriori* de la celebración del Congreso, lo que se ha traducido en que las mismas puedan ver la luz en poco más de un año desde la conclusión del Congreso

El gran volumen de material recibido ha aconsejado la publicación de estas Actas en dos volúmenes, de los cuales el primero incluye las conferencias plenarias y las comunicaciones correspondientes a las sesiones de Matemáticas; Medicina, Tecnología e Industria; Telecomunicaciones. En el segundo volumen se recogen las comunicaciones presentadas en las sesiones de Real Observatorio de la Armada; Física y Química; Filosofía e Historia de la Ciencia; Didáctica, Enseñanza y Difusión de las Ciencias; Ciencias de la Naturaleza; Astronomía y Meteorología; Geología y Geofísica y una Sección Abierta, concluyendo con los Carteles presentados. Para completar y facilitar la consulta de estas Actas se han incluido dos índices al final, uno analítico de palabras clave y otro de los autores de todas las comunicaciones presentadas con los datos necesarios para su fácil localización.

Para concluir esta breve presentación, el autor de estas líneas desea expresar su más cálido agradecimiento a los restantes cinco miembros integrantes de la Comisión Organizadora del IX Congreso de la S.E.H.C.Y.T. por su ilusionada, entusiasta y eficaz colaboración, así como a los organismos, instituciones y empresas que han tenido a bien colaborar con nuestro empeño honrándonos con su participación, sin cuya inestimable ayuda no hubiera resultado posible llevar a buen término este Congreso, primero celebrado en Cádiz, de los que la S.E.H.C.Y.T. ha organizado anteriormente en Madrid (1978), Jaca (1982), San Sebastián (1984), Valladolid (1987), Murcia (1989), Segovia-La Granja (1996), Pontevedra-Redondela (1999) y Logrono (2002).

*Cádiz, octubre de 2006*

*Juan Antonio Pérez-Bustamante de Monasterio*

# ÍNDICE

## TOMO I

<b>Agradecimientos</b> .....	5
<b>Presentación</b> .....	13
<b>Conferencias</b> .....	17
<b>Comunicaciones</b> .....	85
Sección Matemáticas .....	87
Sección Medicina .....	255
Sección Tecnología e Industria .....	465
Sección Telecomunicaciones .....	547

## TOMO II

Sección Real Observatorio de la Armada .....	605
Sección Física y Química .....	657
Sección Filosofía e Historia de la Ciencia .....	765
Sección Didáctica, Enseñanza y Difusión de las Ciencias .....	835
Sección Ciencias de la Naturaleza .....	999
Sección Astronomía y Meteorología .....	1109
Sección Geología y Geofísica .....	1149
Sección Abierta .....	1211
<b>Carteles</b> .....	1287
<b>Índices</b> .....	1309
Índice de palabras claves .....	1311
Índice de autores .....	1321



# CONFERENCIAS



# LA BAHÍA DE CÁDIZ Y EL TERREMOTO DE 1755. SU ENTORNO FÍSICO Y CULTURAL.

MANUEL CATALÁN PÉREZ-URQUIOLA  
UNIVERSIDAD DE CÁDIZ

## RESUMEN

*El terremoto de Lisboa de 1755 tuvo consecuencias especialmente destructoras en el litoral Atlántico de la Península y Marruecos, siendo seguido por una larga secuencia de réplicas que se alargó durante meses. Estas circunstancias catastróficas, que se dejaron sentir principalmente en Lisboa, atrajo el interés de filósofos y hombres de ciencia y fue interpretado, en todo tipo de documentos, informes, cartas, descripciones de forma singularmente curiosa por profundos pensadores como Kant y Voltaire.*

*Entre las figuras claves de las actuaciones que en Lisboa siguieron al terremoto destaca la del Marqués de Pombal, personaje central que rigió Portugal entre 1750 y 1777. Las actuaciones de Pombal fueron fundamentales para resolver la emergencia y abordar la reconstrucción de la ciudad de Lisboa.*

*El desarrollo de las modernas teorías de la Tectónica de Placas permiten hoy identificar la realidad física del terremoto, en la interacción de las placas litosféricas que convergen en los Bajos de Gorringe al Sudoeste y próximo al Cabo San Vicente lejos de la leyenda y de las interpretaciones metafísicas que, para justificar la catástrofe, se desarrollaron en la Europa de la Ilustración.*

**Palabras clave:**

## ABSTRACT

*The Lisbon Earthquake, in 1755, and its replicas, had special destructive consequences over the Atlantic Iberia and Morocco coasts. The catastrophic circumstances*

*surrounding the earthquake and the Tsunami that follows it were felt, with a special intensity, in the city of Lisbon, centering the interest of many philosophers and writers as Kant and Voltaire that described and curiously interpreted the phenomena in many of its reports, letters and documents.*

*The Marques of Pombal played an outstanding role, between the personalities acting during the earthquake at Lisbon, to solve the emergencies and the reconstruction of the town building, after the Earthquake, the bases of the modern Lisbon.*

*At present the new geophysical theories of Plate Tectonics can explain, from science and far from the superstition and metaphysics ideas, the physical reality of Lisbon Earthquake in the interaction between the lithosphere plates that converge in the Gorringe plateau close to San Vicente Cape.*

**Keywords:**

## EL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO DE LA ÉPOCA

Los terremotos, junto con la peste, han sido los más terribles enemigos que ha tenido la especie humana. Se calcula que, a lo largo de la historia, los terremotos y sus consecuencias han costado más de 75 millones de vidas lo que les ha dejado, permanentemente, vinculados a los más atávicos temores del hombre.

A lo largo de la historia la explicación de las causas de los terremotos ha tenido las explicaciones más diversas y curiosas. Algunos pueblos primitivos los consideraban como actos vengadores de alguna deidad justiciera y cruel y no hace muchos siglos un obispo inglés, Thomas Sherlok, culpaba a los pecados de los londinenses la ocurrencia de algunos fuertes temblores sentidos en el entorno de la ciudad.

Históricamente nacieron curiosas leyendas para explicar los fenómenos sísmicos y su mecanismo físico. Los japoneses, habitantes de una tierra de terremotos, creían que una gran araña llevaba la Tierra a su espalda y eventualmente se movía violentamente. Los habitantes de Siberia culpaban a un perro gigante llamado Kosei que sacudía, de esta forma, la nieve de su piel, Pitágoras pensaba se debía a terribles luchas en el misterioso espacio de los muertos y Aristóteles, con una mayor sensibilidad científica, lo achacaba a masas de aire caliente que trataban de escapar del interior de la Tierra.

Las dimensiones catastróficas del gran terremoto de Lisboa en 1755, seguido por una larga secuencia de réplicas, se alargó durante meses y atrajo el interés de filósofos y hombres de ciencia. El hecho de que los daños pudieran ser evaluados 'in situ' condujo a la publicación de todo tipo de documentos, informes, cartas, descripciones y explicaciones pseudocientíficas.

El suceso, repercutió en el mundo intelectual europeo y, como en los pueblos primitivos de la antigüedad, fue interpretado de forma singularmente curiosa por profundos pensadores como Kant y Voltaire. Los documentos históricos incluyen diferentes y curiosas explicaciones, disertaciones apologéticas, juicios morales, e interpretaciones de la catástrofe desde un punto de vista religioso-filosófico.

Voltaire usó el terremoto de Lisboa como una metáfora para atacar a otros, como el Papa Alejandro, Poco después del terremoto escribió su Poema sobre el desastre de Lisboa y posteriormente en Cándido. Voltaire aprovechó la oportunidad para criticar el optimismo

de algunos intelectuales, como Leibnitz, incluyendo reiterada e irónicamente una discusión sobre la relación entre las causas del terremoto y los pecados de la humanidad.

El concepto de lo sublime, aunque existía desde antes, se desarrolló en filosofía por Immanuel Kant como resultado de su intención de describir el terremoto de 1755. El joven Kant quedó fascinado por las dimensiones del suceso y publicó tres textos sobre el terremoto de Lisboa, reuniendo toda la información que tenía disponible en los panfletos que se iban publicando. El modelo de Kant, *Kant, 1756, Kant (edición 1984, Amador F)*, planteaba la estructura de la Tierra, siguiendo la mecánica de Newton y suponiendo que, en su formación, los cuerpos celestes pasaban de su estado fluido primitivo al estado sólido. Kant negaba la existencia de un gran fuego central, suponiendo formado su núcleo por una mezcla de materiales fundidos. Al enfriarse la Tierra los materiales que la componían, sometidos a las fuerzas de atracción gravitacional y la fuerza centrífuga de su rotación, produjeron en su interior grandes cavidades que, al colapsar, generaron los terremotos y produjeron en superficie las montañas... los terremotos están determinados por la naturaleza de las cavernas que siguen, en superficie, las direcciones de las grutas subterráneas. Respecto a la actividad volcánica Kant suponía que las cavernas situadas en cordilleras podían desarrollarse con mayor amplitud... *porque las montañas permiten cavernas más grandes y facilitan la circulación de los gases...* además mantiene la hipótesis de que la presión de los gases en las montañas volcánicas facilita la actividad sísmica indicando que: *...si un volcán se abriera en las montañas de Portugal la liberación de los gases sería una indicación de que el riesgo sísmico iría desapareciendo...*

Kant suponía, además, que las cavernas bajo el océano, próximas a la plataforma continental eran las más profundas y esto justifica que sea precisamente en el océano donde se producen los mayores sismos...

De forma, probablemente excesiva, Walter Benjamín consideraba que, como resultado del desarrollo de estas teorías, los estudios de Kant sobre el terremoto de 1755 eran... probablemente el comienzo de la geografía científica en Alemania y, ciertamente, el comienzo de la sismología...

Tras este peregrinaje de ideas e hipótesis, sin verdadera base física, los conocimientos actuales sobre las causas de los terremotos son bastante claras. La reciente teoría de la Tectónica de Placas, que representa uno de los grandes descubrimientos científicos de los últimos 50 años, ha dejado bien establecida la génesis de los sismos en las zonas de colisión o separación de los grandes bloques litosféricos, llamados placas tectónicas.

## LA FIGURA DEL MARQUÉS DE POMBAL

El terremoto de 1755 fue probablemente el mayor y mejor descrito de los que hay referencia histórica. El terremoto fué sentido en toda Europa y el Tsunami observado en todo el Atlántico Norte. La magnitud se ha estimado en 8,5 a partir de los inciertos mapas de isosistas (*Martinez Solares et al, 1979*), aunque probablemente, y por los datos que nos han llegado del Tsunami, fue superior alcanzando los 8,9. (en el orden de 5.000 millones de Toneladas de Trilita).

El terremoto se sintió en Lisboa a las 09:30 del 1 de Noviembre, cuando la mayor parte de los residentes estaban en misa. Poco después un maremoto causó daños adicionales, seguido de un incendio que duró cuatro o cinco días, y destruyó la mayor parte de los edificios que no habían sido dañados por el terremoto. En los siguientes 6 meses se sintieron en Lisboa más de 500 réplicas.

La evaluación de las pérdidas en vidas en Lisboa tiene grandes variaciones, estimándose entre 70.000 y 10.000 muertos o desaparecidos, siendo esta la cifra más probable. Como la mayor parte de los edificios destruidos se encontraban en el centro de la ciudad, gran parte de las casas de la nobleza quedaron destruidas, con la pérdida de obras de arte y del 20% de la nobleza residente en Lisboa. La muerte del Embajador de España, del Presidente del Seminario Inglés, de un nieto de Racine, la pérdida de las composiciones efectuadas en Lisboa por el célebre músico Scarlatti y la desaparición de 77 miembros de una factoría inglesa añadieron repercusión internacional a las víctimas del terremoto. Entre los edificios sólo quedaron utilizables 3.000 de un total estimado de más de 20.000.

Entre las figuras claves de las actuaciones que siguieron al terremoto destaca la del Marques de Pombal, personaje central que rigió Portugal entre 1750 y 1777, en una época de rápido cambio en Europa. Las actuaciones de Pombal en la vida pública portuguesa empiezan a la muerte de Juan V en 1750 y su sucesión por su hijo Jose I. Pombal fue nombrado Ministro de Asuntos Exteriores y Guerra de forma inmediata, alcanzando prácticamente los plenos poderes en la dirección y responsabilidad del reino.

El mismo día del terremoto y ante la pregunta del Rey a su ministro el Marqués de Pombal... *y ahora... ¿Qué podemos hacer?* Contestó Pombal *'Enterrar a los muertos, alimentar y trabajar por los vivos'*. El Rey, en estas circunstancias, concedió a Pombal la responsabilidad de resolver la emergencia y abordar la reconstrucción.

La primera acción de Pombal fue disponer se diese sepultura a los muertos en mar abierto, fuera de la desembocadura del Tajo. La segunda medida fue asegurar la alimentación de la población. La tercera fue ordenar una reconstrucción total de Lisboa, que sentó las bases de la moderna ciudad.

A finales de noviembre la planificación de la reconstrucción se encontraba avanzada con la mayor parte de la población, incluyendo a la familia real y al propio Pombal en Belem, viviendo en tiendas. La planificación contemplaba la actual estructura de Lisboa, incluyendo arcos de madera en las construcciones, para que con su flexibilidad permitieran un cierto intento de ingeniería antisísmica.

Muchas de las fuentes para la estimación de los efectos los buscó Pombal en archivos y relatos civiles, como los registros de las Iglesias y Parroquias. De acuerdo con estas descripciones la intensidad del sismo en la costa Atlántica portuguesa, entre el Algarbe y Lisboa, fue entre X y XI, estimándose entre VIII y IX en las costas Atlánticas españolas y marroquíes.

Según Baptista et al, 1998, uno de los mas importantes documentos de que se dispone es el cuestionario efectuado en Portugal por el Marques de Pombal en todas las parroquias del reino. El cuestionario se redactó con criterios científicos, aunque las respuestas de distritos tan importantes como Lisboa, Lagos y Faro se han perdido de los Archivos Nacionales en Lisboa.

La encuesta contemplaba preguntas como:

- *¿Cuánto tiempo duró el sismo?*
- *¿Cuántas réplicas sintió del terremoto?*
- *¿Qué daños causó donde se encontraba?*
- *¿Observó algún comportamiento extraño en los animales?*
- *¿Observó algún movimiento o situación extraña en los pozos?*

La mayor parte de las respuestas no se refieren al Tsunami, dado que gran parte de las Parroquias se encontraban situadas hacia el interior de las costas y no se vieron afectadas. De un total de 664 respuestas al cuestionario sólo 200 se referían al instante en que se sintió y la duración del sismo. (Archivos do Ministerio do Reino, 1756).

Un problema adicional para Pombal fue el Jesuita Gabriel Malagrida, que en 1756 publicó su sermón Juicio de la verdadera causa del terremoto, indicando nuevamente que la verdadera causa residía en los pecados de los lisboetas, incluyendo su afición al teatro, música, baile y curiosamente a las corridas de toros recomendando, como terapia, un retiro de seis días de meditación.

Malagrida, fue arrestado y condenado como hereje por la Inquisición, por otros de sus varios escritos y declaraciones, aunque ninguno tuviera relación del terremoto con el mundo sobrenatural. El 12 de Enero de 1761 se le encontró culpable siendo ejecutado el 20 de septiembre, poco menos de seis años después del terremoto y de su curiosa interpretación y explicación religiosa y filosófica.

## **EL TERREMOTO DE LISBOA BAJO LA EVOLUCIÓN DE LAS IDEAS GEOFÍSICAS**

Bajo los conocimientos geofísicos de hoy estas teorías son, en gran parte, simples supersticiones, carecen de sentido por su ausencia de fundamento físico y han sido sustituidas por teorías geofísicas que nos permiten una visión real de los procesos que se realizan en nuestro planeta.

Actualmente parece admitirse que, al formarse, la historia térmica del planeta empezó con un principio frío seguido de un largo calentamiento a las temperaturas actuales y un período subsiguiente de larga uniformidad térmica.

El mecanismo de calentamiento inicial se vería también favorecido por la presencia de elementos radioactivos de vida corta, 1 a 10 millones de años, que se desintegrarían rápidamente pero que se pueden detectar a partir del análisis de sus productos de desintegración.

Estos isótopos de vida corta pudieron formarse por síntesis nuclear en alguna explosión supernova que debió ocurrir y cuyas ondas de choque pudieron ser causa de la condensación de la nebulosa primigenia del sol y su sistema planetario.

Según esta hipótesis la Tierra se habría calentado rápidamente y habría quedado en un estado estacionario en que la desintegración del uranio, torio y potasio fué compensando las pérdidas de calor por energía radiada desde su superficie.

En una segunda fase, cuya duración se estima en unos mil millones de años, se produce el descenso gravitatorio de los elementos más pesados y la formación del núcleo, con un fuerte desprendimiento calorífico que produciría la fusión total del planeta.

Posteriormente, y durante cientos de millones de años, se debió establecer un equilibrio térmico entre el calor producido por los radio-isótopos de largo periodo, el flujo geotérmico hacia la superficie y el enfriamiento progresivo por radiación.

Estos procesos justifican la visión actual del Planeta como una gran esfera viva en un sentido dinámico. En su centro, y como ya previó Kant, se encuentra el núcleo interior pesado y sólido rodeado por una capa de núcleo exterior pastosa. Este núcleo exterior al interactuar directamente con el Manto Inferior genera y justifica el campo magnético de la Tierra. El Manto Superior se encuentra rodeado por una capa pastosa (astenosfera) cubierta por la delgada capa litosférica (menos de 25 Km. en los continentes y 10 Km. en los océanos) de la corteza terrestre donde se desarrolla nuestro hábitat.

Con esta base ¿Cómo se conciben y explican hoy los terremotos? ¿Cuál es la naturaleza de la gran araña que inventaron los japoneses y del gran perro Kossai que imaginaron las antiguas tribus siberianas? ¿Cuál fue la naturaleza de los pecados y su represión que imaginaron los filósofos y moralistas de épocas pasadas ante la catástrofe de 1755?

El austriaco Edouard Suess (1904) es el creador del término Gondwana para referirse a un antiguo continente integrado por la unión de los actuales territorios que componen África, Madagascar, Australia, India, América del Sur y la Antártida. El nombre procede de una región de la India y hace referencia a los lugares donde se encontraba un tipo de restos paleontológicos de finales del paleozoico (fauna y flora de Gondwana).

En 1914 el meteorólogo alemán Alfred Wegener aventuró la hipótesis de la deriva de los continentes basándose en observaciones paleontológicas y paleoclimáticas que aún hoy sorprenden, que sugerían la existencia de un gran continente primitivo del que en el Mesozoico se fracturaron los actuales derivando, en las eras geológicas, hasta su actual posición.

Como ocurre frecuentemente en la Ciencia, tras largas discusiones en los foros científicos la teoría de Wegener se rechazó, al no poder concebir la existencia del gigantesco mecanismo capaz de arrastrar continentes.

B. Shani en su obra "The southern fauna and flora" (1926) planteó la existencia de una especie de flora, la *Glossopteris*, presente hace 250 millones de años en Sudáfrica, Madagascar, India y la Antártida. Alejandro de Toit, reconstruyó Gondwana con mayor precisión que lo hiciera Wegener y, basándose en consideraciones geológicas, sugirió la primera estructura válida sobre la evolución a su posición actual del continente antártico.

En los años cincuenta Harry Hess, observando el pequeño espesor de sus cuencas sedimentarias, intuyó que quizás el Océano Pacífico fuera más joven geológicamente de lo que hasta entonces se sostenía. Estos hechos, junto con la información geofísica que poseía, le permitieron emitir su teoría de que bajo las cordilleras Centro Oceánicas se encontraban ramas de material caliente que, desde el Manto terrestre, ascendían hasta la superficie en gigantescas celdas convectivas.

El suelo submarino, según Hess, era arrastrado desde las cordilleras centro oceánicas hacia el exterior, a modo de una cinta transportadora, para consumirse finalmente por subducción en las fosas que jalonaban los bordes continentales. Bajo su visión renovadora el suelo del océano, no sólo era joven, sino que se renovaba continuamente en un proceso ininterrumpido de creación y destrucción.

En general debería hoy admitirse que la mayor parte del material que compone el fondo del océano se encuentra reciclado en un proceso de expansión en el que se producen nuevos fondos hidratados que son a su vez consumidos e incorporados al manto superior en las zonas de subducción, de donde serán nuevamente expulsados en los ciclos de erupción volcánica.

En general la conclusión que puede obtenerse de la simple observación de la Tierra es que nuestro planeta, a diferencia de la Luna, es un planeta vivo cuya actividad en superficie se pone de manifiesto en los sistemas de cordilleras del fondo del océano, de longitud superior a los 40000 Km. y con alturas superiores a los 3000 m, que dividen de Norte a Sur el Atlántico y Pacífico y de Este a Oeste el Índico y Pacífico.

Estas cordilleras señalan la presencia de fuerzas a gran escala en la corteza terrestre, algunas tienen un valle central que, desde su descubrimiento ha quedado asociado a zonas de grandes tensiones que señalan, con su presencia, el lugar donde se genera nueva corteza oceánica.

Tuzo Wilson, de la Universidad de Toronto, complementó las teorías de Hess estableciendo las bases de la teoría Global de la Tectónica de Placas, avanzando que las cintas transportadoras de Hess no eran un hecho aislado sino que estaban conectadas globalmente, dividiendo la Tierra en varias gigantescas placas continentales rígidas bajo las que fluía, arrastrándolas, el material caliente y pastoso de las columnas convectivas del manto superior.

El estudio del paleomagnetismo se basa en la propiedad de las rocas que contienen materiales ferromagnéticos de adquirir, bajo ciertas condiciones, una imanación en la dirección del campo magnético existente en el momento de su erupción. Esta imanación permanece casi inalterable en el tiempo señalando, en las lavas, la dirección del campo magnético terrestre de la época en que se enfriaron.

El estudio de la dirección de estas lavas-ímanes, referente a las referencias actuales, indica el lento vagar sobre la superficie del planeta de los sucesivos polos primitivos manteniendo, de esta forma, escrito en los fondos oceánicos el registro magnético de la posición de los continentes en el pasado e inducir la explicación del mecanismo de su movimiento.

Un estudiante de la Universidad de Cambridge, Fred Vine, y su tutor, D. Matthews, publicaron en 1963 un artículo sobre las anomalías magnéticas de los fondos oceánicos. El pasado geológico del planeta se podía leer en los fondos del océano y las hipótesis de Suess y Wegener podían ser confirmadas cuantitativamente.

Medidas magnéticas en las regiones oceánicas, cerca de las cordilleras, permitieron detectar a ambas bandas la existencia de franjas de rocas con una imanación contraria al de los polos magnéticos actuales, sugiriendo que la polaridad magnética había sufrido inversiones periódicas, aproximadamente cada millón de años, que mostraban la evidencia de la expansión de los fondos oceánicos como motor de la traslación de los continentes.

Treinta y seis años después de la muerte de Wegener sus controvertidas ideas fueron finalmente modeladas por la ciencia, interpretando la continua expansión de los fondos del océano a la luz de la visión geológica de la Tectónica Global.

## LA FALLA SÍSMICA AZORES-GIBRALTAR

El modelo geodinámico de la deformación distribuida y rotación de bloques en la zona Ibero-Magrebí, donde se produjo el sismo de 1755, y su relación con África, América y Eurasia se compone y está relacionada, en una visión amplia, con la Cordillera del Centro del Océano, la placa abandonada de Iberia-Eurasia, la cordillera de las Azores, la zona de deformación distribuida Ibero-Magrebí y el arco de Calabria. (*Lopez Arroyo et al, 1972*).

La gran cordillera submarina Centro Atlántica presenta, a la altura de las Islas Azores, un punto triple. Al sur de este punto el mecanismo de los sismos parece propio de una zona de expansión del fondo del océano.

La pequeña rama de las Azores, y las estructuras del archipiélago, podría justificar que el cambio en la dirección principal de la cordillera pudiera haberse ocasionado en la época de apertura del Atlántico, al irse formando nuevo fondo oceánico en dirección normal a los ejes de la cordillera facilitando, por compresión, la creación de esta cordillera secundaria que aflora en superficie en el archipiélago de las Azores. La acumulación de material ascendente del manto, en esta zona, justifica el volcanismo de las islas.

Desde el extremo oriental de la rama secundaria del punto triple en las Azores hasta el Estrecho de Gibraltar, se extiende una zona de 1500 Km. de fractura, con movimiento de desgarre donde, en los últimos 70 años, se han registrados cuatro sismos de magnitud superior a 7.

A partir de los 12° W la interacción de los bloques Euroasiático-Africano cambia de carácter, con epicentros esparcidos por la zona y sismos registrados de gran magnitud en el entorno del Cabo San Vicente.

El mecanismo de estos sismos muestra la subducción de la placa europea bajo la africana, con una cierta traslación hacia la derecha a lo largo de la fractura. Esta subducción de la placa euroasiática bajo la africana parece confirmada por los estudios de sismica por refracción en la zona.

El cambio de mecanismo de los sismos en el Golfo de Cádiz de falla transcurrente E-W a compresión N-S parece deberse al funcionamiento de la Península como placa independiente cuyo giro, en dirección contraria a las agujas del reloj, aparece activo y arrastrado por la traslación horizontal de la falla Azores/Gibraltar.

El margen occidental Ibérico se extiende desde el Cabo de Finisterre hasta el Cabo San Vicente y se divide frecuentemente en tres segmentos de norte a sur, el Banco de Galicia, la zona abisal Ibérica y la zona abisal del Tajo. La zona abisal del Tajo esta dividida por dos grandes cañones, el de Nazaret y el de San Vicente, extensión de las fallas de Nazaret y de Odermira-Ávila.

En la frontera sur del margen ibérico la meseta marroquí puede considerarse inscrito en un gran bloque donde su rotación contraria a las agujas del reloj produce la compresión de su borde norte, junto a un deslizamiento mal definido en su borde intraoceánico.

En la zona de contacto de los bloques ibérico y marroquí se genera, de esta forma, una gran cordillera submarina de 200 km de longitud formada en una compleja y lenta convergencia océano/océano. Se trata de un área de compleja batimetría con enormes montañas submarinas (Gorringe y Ampere) y grandes fondos abisales con una sismicidad difusa, con

distintos mecanismos potencialmente tsunamigénicos, que se extiende hacia el norte hacia la falla de Extremadura. (*Campos M. 1992*). En esta zona se sitúa el epicentro de 1755 y los grandes sismos que se han detectado en el pasado. Tabla 1.

En conclusión la sismicidad correspondiente a este gran bloque se extiende por todo el área con especial incidencia sobre la zona oceánica de contacto Azores-Gibraltar. Al este también se registran grandes terremotos, en Argelia donde las placas de Eurasia y África colisionan extendiendo la sismicidad EW y ENE-WSW hacia las fallas Cádiz-Alicante y la rotación de bloques relacionadas con el sistema de Granada y Tiscar.

**Tabla I**  
**Terremotos históricos sentidos en la zona del sismo de 1755**  
*(Catálogo de Galbis Rodríguez, 1940)*

Nº	Catálogo	Fecha	Zona	Comentarios
8		216 a.c.	Cádiz	La mar anegó muchos lugares
10		210 a.c.	Cádiz	La mar pasó delante de donde solía
11		209 a.c.	Cádiz	Terremotos acompañados de maremotos
13		60 a.c.	Portugal y Galicia	La mar inundó muchas tierras y en la resaca dejó en seco otras
18		382 a.c.	Portugal	Padecieron mucho las costas, aparecieron y desaparecieron islas frente al Cabo San Vicente
146		1531	Lisboa	El Tajo descubrió su lecho, corriendo sus aguas por sus márgenes. En el mar se perdieron navíos
235		1731	Cádiz	Se retiró la mar una legua dejando a Santi-Petri al descubierto la antigua Gades y el Templo de Hércules
266		1 Nov. 1755	Cádiz, Portugal, Marruecos	Se retiró la mar kilómetros. Es el más violento registrado históricamente.
274		16 Nov. 1755	Lisboa, Costas atlánticas españolas	Flujo y reflujo de la mar. Sentido en Coruña
289		21 Dic. 1755	Lisboa	En la costa la mar avanzó una legua
303		29 Marzo 1756	Lisboa	El Tajo subió considerablemente
329		31 Marzo 1756	Lisboa	En Finisterre la mar se alborotó y varió mucho de nivel
617		23 Dic. 1848	Portugal (Campo)	Hubo doce olas enormes

Actualmente la ciencia trata de descubrir algún indicio precursor del brusco movimiento de las placas litosféricas, es decir la predicción sísmica. Hasta ahora estos intentos,

salvo algún caso aislado, no se han visto coronados por el éxito. Sin embargo su estudio ha supuesto un importante avance en el campo de la simulación y predicción de las características de los mecanismos físicos de los sismos.

Un precursor al gran sismo de 1755 fue el terremoto de 27 de Diciembre de 1722, sentido en toda Europa, pudiendo encontrarse en la Tabla II la descripción de fenómenos actualmente relacionados con la predicción que como la variación del nivel de agua en los pozos, el comportamiento extraño de los animales, la exhaustación de gases y la mayor turbidez en las aguas subterráneas se encuentran descritos entre los observados por numerosos testigos durante el sismo de 1755 y que, ya en aquella lejana época, se pensaba estaban de alguna manera relacionados con la acumulación de esfuerzos y deformaciones previos a un gran sismo.

**Tabla II**  
**Descripción de fenómenos extraños observados y asociados en la época a los precursores del sismo de 1755**

LUGAR	FENÓMENO PRECURSOR	FECHA DE OBSERVACIÓN	FUENTE
Madrid	Aguas turbidas en los pozos. Caída del nivel en los pozos. Disminución del caudal en las fuentes.	Varios días	Amezua 1755
Alcalá	Exhalación en los pozos de gases inusuales.	Varios días	Moreira de Mendoza 1758
Lisboa	Sabor anormal del agua en los pozos. Exhalación de gases en las aguas subterráneas. Extraño comportamiento de los animales.	Algunos días antes del sismo. El día anterior al sismo. Poco antes del sismo.	Moreira de Mendoza 1758 Moreira de Mendoza 1758 Moreira de Mendoza 1758
Alenquer	Exhaustación inusual de gases	Poco antes del sismo	Gazeta de Lisboa 1756
Aveiro	Olor a sulfuro en los pozos Aguas turbias en los pozos	El día anterior al sismo	Informe encuesta ordenado por el Marqués de Pombal
Evora	Agua fétida en un pozo	Meses antes del sismo	Informe de la parroquia
Portalegre	Conducta animal extraña	desconocido	Informe encuesta ordenado por el Marqués de Pombal

En la literatura de la época pueden encontrarse descritos muchos sismos posteriores entre los que se puede destacar, por las descripciones de algunos testigos de los sucesos recogidos en el *Phylosophical Translactions* de la Royal Society, el de 31 de Marzo de 1761, sentido en toda Europa y probablemente producido en un reajuste de las estructuras de la zona epicentral del sismo de 1755 (Tabla III).

Tabla III  
Terremoto de 31 de marzo de 1761 (Philosophical Transactions, 1761)

SISMO DE 31 de Marzo de 1761	
LUGAR	EFFECTOS
Portugal	Se sintió en todo el país a las 12 horas. Daños en todos los lugares en especial en edificios antiguos. En Oporto se agrietaron las paredes de casi todas las casas. Y alguna gente murió. En Lisboa se sintió con fuerte intensidad. Algunas casas viejas se derrumbaron. En la mar a algunas leguas de la costa frente a Lisboa los barcos sintieron un fuerte choque durante 10 minutos. Un barco vibró con tanta intensidad frente a Lisboa que la dotación saltó l agua para abandonarlo.
España	Sentido en Madrid donde las casas temblaron y se movieron los muebles. Un barco frente a Finisterre informó que había sentido como si varaba en rocas hundidas desconocidas.
Irlanda	En Cork se sintió un terremoto.
Reino Unido	El lago Ness subió dos pies a mediodía y continuó subiendo y bajando alternativamente durante 1 hora.
Francia	Sentido en Bayona y Burdeos.
Holanda	Sentido en Holanda. Las lámparas oscilaron.

## EL CÁDIZ DEL XVIII. EL TERREMOTO DE 1755.

Cádiz es una ciudad que a lo largo de su historia ha vivido en gran parte del comercio. El mismo origen de la ciudad está ligado al transporte y comercio entre distintas civilizaciones, tartesos, fenicios, griegos, cartagineses y romanos la entendieron como énclave estratégico, pero es con Roma, cuando con la exportación de salazones y vinos adquiere su primer auge económico.

Durante el siglo XVI Cádiz es el puerto mas importante de la zona por sus intercambios con África y Génova, incrementándose considerablemente su comercio llegando, a partir de 1627, al 33% del comercio con las Indias. Esto hizo que ya desde el siglo XVII se considerara la necesidad de un puerto fijo con suficiente estructura de muelles y escolleras, que no será realidad hasta el siglo XIX.

El siglo XVIII va a ser decisivo para el apogeo comercial gaditano, con el Traslado a Cádiz de la Casa de Contratación en 1717, por Decreto de Felipe V y con el asesoramiento de Patiño y la fundación, también en Cádiz, de la Academia de Guardiamarinas, que junto con el Colegio de Cirujanos y el Real Observatorio, tan gran importancia había de tener en el desarrollo de la Armada española, la institucionalización de la Ciencia y las numerosas aportaciones que surgieron a su sombra.

Fernando VI realizó la división de la Bahía consolidando, en Cádiz, el puerto comercial y estableciendo, en la Isla de León, el Arsenal de La Carraca, la base naval y las estructuras necesarias para la construcción y el mantenimiento de los buques de la flota. Carlos III culmina esta obra localizando en Cádiz la Capitanía General de Andalucía y, en San Fernando, la Dirección de la Armada convirtiendo a Cádiz en una zona estratégicamente defendida que evitaría otro desembarco como el de los ingleses en 1702.

De esta forma el terremoto de 1755 llegó a Cádiz en una época de gran auge, con una importante actividad cultural y habitando la ciudad un considerable número de extranjeros e intelectuales. Esto facilitó que se escribieran muchos informes, que inteligentemente describieron el maremoto que siguió al sismo, y que muestran la situación de emoción extrema que se vivió durante la catástrofe.

De estos trabajos destacan algunos escritos recogidos en el *Phylosophical Translation* entre los que conviene recordar las observaciones del Almirante D. Antonio de Ulloa y de la Torre Giral.

Era D. Antonio de Ulloa el prototipo de marino ilustrado que, durante la medida del arco de meridiano en la América meridional, había trabajado con Jorge Juan, Godin, La Condamine y Bouguer, al máximo nivel con las técnicas de la geodesia astronómica, participado en la vida cultural o política de la colonia, explorado los territorios sudamericanos, realizando notables observaciones sobre la naturaleza mineral, vegetal, geográfica, antropológica o etnográfica del país y sus pobladores, fue director de la mina de Huancalabica en Perú, descubrió el platino, fue el primer gobernador de la Luisiana española y mandó, como Almirante, las últimas flotas que uniendo América con España marcaban, anticipadas unos años, el fin de la época colonial.

D. Antonio de Ulloa ya había sufrido importantes sismos y observado los tsunamis generados en Sudamérica habiéndonos dejado la descripción detallada, de su observación del de 1755, que indicábamos en el '*Phylosophical Translation*':

*...El día primero de este mes (Noviembre) tuvimos aquí un terremoto cuya violencia no fue inferior al que sepultó Lima y Callao en Perú a finales de Octubre de 1746. Sucedió con muy buen tiempo, a las nueve y tres minutos de la mañana y continuó cinco minutos y por consiguiente cerca de dos veces tan largo como el de Perú, cuya duración fue de tres minutos. Si todo no fue destruido aquí, parece se debe a la solidez de los edificios. Los habitantes habían apenas recuperado de su primer terror cuando se vieron sumergidos en nuevas alarmas. A las once y diez ellos vieron agitándose hacia la ciudad una marea del mar de cincuenta pies por encima del nivel ordinario del mar que pasó sobre el parapeto. A las once y treinta llegó una nueva marea y esta fue seguida por otras cuatro de la misma clase a las once y cincuenta, una y diez y una y cincuenta. Las mareas continuaron con algunos intervalos hasta el anochecer; pero disminuyendo. Ellas han destruido 100 toesas de longitud que en su entero espesor; fueron transportadas a mas de cincuenta pasos... Los buques estuvieron expuestos a los mayores peligros, la mayor parte de ellos fueron llevados a flote pero muchos de ellos fueron afortunadamente salvados, algunos virando de sus cables, otros asegurándose con nuevas anclas de modo que solo un buque sueco y algunos botes se perdieron en el arrecife que*

*conduce a la Isla de León. Sevilla ha sido gravemente dañada, Sanlúcar y Jerez han sufrido igualmente mucho y Conil se dice estar completamente destruida.*

También en Cádiz el fenómeno fue descrito por Benjamín Bewick comerciante que escribió literalmente lo siguiente a Mr. Joseph Paice, comerciante en Londres y que igualmente figura en el *Phylosophical Translation*.

*Cádiz 4 de Noviembre de 1755*

*Esta semana la recordare mucho tiempo por eso y algo de otra naturaleza que le voy a revelar, pues usted no puede tener por veraz una descripción de los periódicos. El primer momento, justamente las 10, toda la ciudad fue sacudida por un violento terremoto que duró, por lo que puedo colegir de los curiosos, más de tres minutos y medio. Para darle una idea de la violencia, el agua de los aljibes (que están bajo tierra) se movía tanto de un lado a otro que formaba espuma encima de ella. Todo el mundo salía corriendo de las casas e iglesias con terrible consternación, pero ningún daño fue hecho, pues todos los edificios aquí son excesivamente fuertes. Nos creíamos muy seguros cuando hubo pasado y la gente se recuperaba del pánico. Una hora más tarde mirando hacia el mar; vimos una ola que venía a 8 millas de distancia que tenía, por lo menos, cincuenta pies más alta de lo corriente. Todo el mundo empezó a temblar, los centinelas abandonaron sus puestos y bien hicieron. Vino a chocar contra la parte oeste de la ciudad, que es muy rocosa, las rocas disminuyeron muchísimo su fuerza. Al fin cayó sobre las murallas, golpeó el parapeto y se llevó trozos de ocho y diez toneladas de peso a cuarenta y cincuenta yardas de la muralla y arrastro la arena y muros, pero dejó las casas en pie, por eso sólo unas pocas personas resultaron ahogadas. Todo el mundo pensaba que la ciudad sería tragada, pues aunque esta ola fue desviada no obstante con catalejo vimos que venían más. La gente estaba en la mayor consternación y corrían de un lado para otro. El gobernador ordenó que se cerraran las puertas, para que la gente no pudiera salir de la ciudad, salvando así las vidas de miles de personas que querían huir no se sabe donde... Cuando la ola pasó, algunas parte, que son profundas en aguas bajas, estaban totalmente secas pues el agua se retiró con la misma violencia con la que llegó. Estas olas vinieron de este modo cuatro o cinco veces, pero con menos fuerza cada vez y alrededor de la una el mar se puso más tranquilo, pero estaba todavía en un movimiento de ebullición. La Bahía estaba llena de barriles, barcos y maderas, pero ningún daño fue hecho a las embarcaciones. Las murallas habían sufrido muchísimo. Hay una garganta de tierra que va desde aquí a la Isla de León, abierta al Océano por un lado y a la Bahía por otro, pero muy estrecha. Sobre esta hay un arrecife muy fuerte que el mar barrió como si fuera nada de forma que en algunos sitios no se puede decir aquí está la carretera. Casi se ha abierto una comunicación entre el mar y la Bahía, lo cual será una desgracia para la ciudad pues estropeará la Bahía, que ahora se convierte en una pequeña isla. Es de esperar que el gobernador intentará impedir esto. Había unas cuarenta o cincuenta personas ahogadas en el arrecife y muchísimas bestias. Algunas de las ciudades entorno a nosotros han sufrido*

*muchísimo más que nosotros por la caída de torres y casas pero todavía no tenemos una relación del daño habido y se cree, por el curso del terremoto que no fue a Gibraltar. Todo el día el tiempo estuvo sereno y agradable. Desde entonces el mar ha vuelto en sí mismo y la naturaleza parece estar recuperada de sus convulsiones. Tuvimos también lluvia y un aire fresco, así que se espera no tengamos mas estas horribles calamidades que son espantosas para la naturaleza humana. Que Dios lo quiera así. Estos fenómenos son muy poco corrientes aquí. Hace unos 25 años hubo una pequeña sacudida aquí, pero no fue acompañada por estas horrosas subidas del mar. Si fueran frecuentes no habría vida aquí, la ciudad incluso sería destruida y no tendríamos ningún sitio a donde huir, a no ser que fuera a bordo de buques los cuales están a distancia. Gracias a Dios que no es peor. Nota: El día del terremoto estaba tan claro y sereno como el mejor día de verano en Inglaterra.*

Un jesuita, testigo presencial del terremoto y del Tsunami, literalmente describe:

*...amaneció despejado con escaso viento del noroeste y un calor propio del tiempo. Por la mañana se comenzó a sentir un temblor de tierra que se reprodujo e hizo moverse un faro de un cuarto de la Compañía de Jesús donde descolgó un cuadro e hizo sonar la campana. También derramo el agua bendita de las pilas... poco después de las once se retiró el mar, para volver con ímpetu y superar la barrera de la Caleta, de la que arrastró trozos y llegar a la calle Cruz hasta la capilla de La Palma así como ala capilla de la Palma la iglesia de la Pastora alcanzando 3 a 4 varas de altura, mientras unos subían a las azoteas y otros se ahogaban... También entró el mar por la Puerta de Sevilla hasta la casa del Tesorero de Indias, por la Playa de Santa Maria del Nar hacia la Puerta de tierra... por el arrecife el mar se juntó y perdieron la vida los que allí se encontraban huyendo de la ciudad, algunos cadáveres fueron trasladados hacia Cádiz y otros hacia la Isla... El gobernador Antonio Azló acordonó las murallas con soldados y en las plazas dispuso barriles con alquitrán y hachas de viento para iluminar la calle y que no anduvieran a ciegas en caso de repetirse el terremoto... la retirada del mar dejó las casas con casi todos los tabiques destruidos... luego se celebró una procesión de rogativas... asimismo las imágenes de los Patronos San Servando y San Germán fueron llevados en procesión hasta la iglesia de Santo Domingo, en la que estaba expuesta la Virgen del Rosario.*

Referente al Tsunami en Portugal las preguntas en el cuestionario, que pasó el Marqués de Pombal, estaban relacionadas con el instante en que se sintió el Sismo y su duración, incluyendo información observada sobre el flujo y reflujo de las aguas, y la altura en palmos que alcanzó sobre lo normal. (*Arquivos do Ministerio do Reino, 1756*).

Algunas respuestas fueron particularmente detalladas sugiriendo que el sismo debió ser un suceso de múltiples rupturas secuenciales, esta conclusión se basa fundamentalmente en su duración, tal y como se describe en todos los documentos antiguos.

En las Islas Terceras un patrón de barco describe:

*...a las nueve y media horas de la mañana comenzó a temblar la tierra lentamente... paró durante dos minutos repitiéndose con la misma intensidad que al principio durando 4 minutos. Pasada media hora, unos diez minutos antes de las 10, sentí que mi barco fondeado efectuaba un extraño movimiento... estimé que en 5 minutos el agua había subido en el orden de 16 pies y se empezaron a levantar montañas de agua subiendo mas de 44 palmos sobre lo normal... pasando del mar hacia tierra.*

La Tabla IV recoge las alturas de ola observadas en diferentes lugares que muestran la concentración de la energía del Tsunami en el Cabo San Vicente, la Bahía de Cádiz y la rápida atenuación en el Estrecho.

Algunos estudios (Martínez Solares et al., 1979) estiman en VIII la intensidad del terremoto en Cádiz, considerando que el epicentro se sitúa en la misma posición que en el terremoto de 28 Febrero 1969. Esta conclusión se basa en la gran similitud de las isosistas en ambos terremotos La magnitud del sismo de Febrero de 1969 fue 7 mientras que el de 1755 en el orden de 8,5 desarrollando una energía muy superior. La Tabla V presenta los registros instrumentales del sismo de Febrero de 1969.

**Tabla IV**  
Tsunami observado en el terremoto de 1755

Lugar	Altura de la ola	Período	Número de olas	Duración del oleaje
Cádiz	20 m	20 a 40 minutos	6	Hasta las 6 pm
Ceuta	2m	15 minutos		Hasta 2 pm
Gibraltar	2m	15 minutos	3	4 horas
Lisboa	5 m	10 minutos	3	4 horas
Cabo San Vicente	30 m	-	-	-

**Tabla V**  
Tsunami observado en el terremoto de febrero de 1969

Lugar	Tiempo empleado	Máxima Amplitud
Cádiz	01h 20m	50cm
Algeciras	01h 55m	30cm
Ceuta	01h 50m	10cm
Vigo	01h 35m	5 cm
Tenerife	01h 30m	25cm

## CONCLUSIÓN

Los movimientos sísmicos con foco localizado en el mar, al agitar grandes masas de agua pueden, potencialmente, dar lugar a olas de gran longitud de onda (superior a 200 Km. en el Pacífico) que en ese océano atraviesan el océano a velocidad en el orden de los 500 km/hora.

Su amplitud es pequeña y prácticamente indetectable en mar abierto (algunos cm), pero al frenarse en las costas originan olas gigantescas de 30 o más metros de altura, alternando, en períodos de decenas de minutos, con bruscas retiradas del mar que dejan en seco, zonas normalmente cubiertas por las aguas.

Aunque no puede, a priori, asegurarse que un determinado movimiento sísmico vaya a generar un maremoto puede, en el actual estado de la ciencia, predecirse como peligroso para las zonas costeras, todo movimiento sísmico de las siguientes características:

- Epicentro en el mar.
- Foco poco profundo.
- Mecanismo generador de movimientos verticales del fondo.
- Magnitud superior a 7.5.

Muy justificadamente es creencia general que los grandes maremotos son catástrofes propias del Océano Pacífico o más recientemente del Índico, sin embargo hay registros históricos que indican que, aunque de forma muy improbable y dilatada en el tiempo, la falla Azores-Gibraltar puede ser potencialmente peligrosa para las costas Atlánticas españolas, portuguesas y marroquíes.

Una característica evidente del riesgo de Tsunamis en nuestras costas Atlánticas es la falta de tiempo para efectuar una reacción coherente estableciendo un servicio de prevención similar al del Pacífico. Ante este riesgo conviene tener presente una serie de ideas básicas que permiten acciones individuales positivas.

- No todos los terremotos submarinos causan Tsunami, pero pueden ser potencialmente peligrosos para personas bañándose en las Playas.
- Todo terremoto sentido con violencia en las zonas costeras debe ser en sí mismo un aviso de posible Tsunami. Evite transitar por la costa. Aléjese de la Playa. Si está navegando dirjase hacia aguas profundas.
- Un Tsunami no es una ola aislada sino una serie de ellas que pueden repetirse con períodos en el orden de 30 minutos.
- Un Tsunami puede aparecer con una retirada inicial del mar seguido de una gran ola.
- Un pequeño Tsunami en una zona puede ser gigantesco a pocas millas.
- Todos los Tsunamis son potencialmente peligrosos.

De haber seguido estas sencillas reglas en el Tsunami que asoló el Índico el pasado mes de Diciembre se habrían salvado casi 300000 vidas.

El sismo de 1755 y el Tsunami que generó son una advertencia sobre las normas de actuación teniendo en cuenta otra sencilla regla En un lugar donde ha ocurrido un sismo este se repetirá con iguales características, es cuestión de tiempo, pues lejos de la superstición la moderna geofísica nos enseña que las estructuras geofísicas regionales y su dinámica permanecen en el tiempo sin variación.

## BIBLIOGRAFÍA

- Amador F., The causes of 1755 'Lisbon earthquake on Kant' Actas VIII Congreso de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas.
- Arquivos do Ministerio do Reino 1756 'Inquerito do Marquez de Pombal' (maco nº 638) Arquivo Nacional da Torre do Tombo. Lisboa. Portugal.
- Baptista M., Heitor S., Miranda J., Mendes Victor L., (1998) 'The 1755 Lisbon Tsunami Evaluation of the Tsunami parameters' J. Geodynamics Vol 25, nº 2, pp 143-157.
- Campos M., (1992) 'El riesgo de tsunamis en España. Análisis y valoración geográfica.' Instituto Geográfico nacional M 20404.
- Galbis Rodríguez, (1940), 'Catálogo sísmico de la zona comprendida entre los meridianos 5° E y 20° W de Greenwich'. Instituto Geográfico Nacional Madrid.
- Kant I., (1756) 'On the causes of earthquakes on the occasion of the calamity which befell the western countries of Europ towards the end of last year' Reinhardt and Oldroyd D 1983.
- Kant I., (1984) 'Histoire generale de la nature et theorie du ciel' Librairie Philosphique Vrin Paris. Traducido al francés por Pierre Kerszberg, Roviello, Seidenhart
- Lopez Arroyo A., Udias A., (1972) 'Aftershocks séquense and focal parameters of the February 28 1969 eartquake of the Azores Gibraltar fracture zone', Bull. Seis. Soc. Am. 62, pp 699-720
- Martinez Solares J., Lopez Arroyo A., Mezcua J., (1979) 'Iseisismal map of the 1755 Lisbon earthquake obtained from Spanish data'. Techtonophysics 56-3, 301-313.
- Maxwell K., (1995) Pombal 'Paradox of the enlightenment' Cambridge Cambridge University Press.
- Wade I., (1959) 'A study in the fusion of history art and philosophy' Princeton New Jersey, Princeton University Press.
- Walter B., (1999) 'The Lisbon earthquake' Selected writings vol 2 Belknap ISBN 0674945867.

# Epílogo. Relatividad, fotones y partículas, en el centenario del “Annus mirabilis” de Einstein

“Mit der Einsteinsche Relativitätstheorie hat das  
menlichen Denken über den Kosmos eine neue  
Stufe erklommen.”

(“Con la teoría de la relatividad de Ein-  
stein, el pensamiento humano ha ascendido  
un nuevo escalón en su comprensión del cos-  
mos.”)

H. WEYL, *Raum, Zeit, Materie*, (Berlín, 1918).

FRANCISCO YNDURAIN  
DPTO. FÍSICA ATÓMICA  
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MADRID

## 1. Introducción

En el año 1905, Albert Einstein produjo tres artículos básicos para el desarrollo de la ciencia del siglo XX: un artículo sobre el movimiento Browniano, que lo explicaba y, además, proporcionaba un método extremadamente preciso para *contar* átomos (lo que permitió establecer definitivamente la estructura corpuscular de la materia); un artículo en que desarrolló la teoría de la relatividad, algunas de cuyas consecuencias analizaremos; y, finalmente, un artículo en el que estableció que la luz (que hasta entonces se había considerado como una vibración) se comportaba, en el efecto fotoeléctrico, como partículas, a las que él llamó *Lichtquanten* y que son en la actualidad conocidas como *fotones*. Este último descubrimiento, tal vez el más fundamental, llevó —entre otras cosas— al desarrollo de la mecánica cuántica.

No tiene, por supuesto, mucho sentido el discutir cuál de los tres descubrimientos es más importante. Cara al gran público, sin duda lo más conocido es la teoría de la relatividad, que ha producido la ecuación más famosa de la física,

$$E = mc^2.$$

Lo menos conocido es la explicación del movimiento browniano, que la mayor parte de la gente (incluidos bastantes físicos) ignora o no aprecia. Entre los profesionales, la situación es distinta: la importancia del trabajo sobre el movimiento browniano es bien apreciada. En efecto, sin perjuicio de los éxitos de la teoría atómica, incluso a finales del siglo XIX aún quedaban dudas sobre su validez general; y esto debido a que no se había encontrado evidencia *directa*. El especular acerca de la composición atómica de la materia estaba muy bien, pero una prueba de la existencia real de estos átomos requería conocer su tamaño y estudiar sus propiedades.

No fue fácil encontrar esta evidencia directa, y bien podía Feynman citar esta teoría como el legado más importante que pudiésemos dejar a unos hipotéticos descendientes que hubiesen perdido la civilización; el establecer más allá de toda duda razonable la realidad de la estructura atómica requirió una gran inventiva, tanto teórica como experimental. Unos cien años después de su formulación por Dalton, la estructura atómica de la materia no estaba aún totalmente establecida y, por ejemplo, todavía en 1897, un científico tan competente como Lord Kelvin [W. T. Kelvin, *Nature*, **56**, 84 (1887)] escribía que la idea de que “la electricidad es un fluido continuo merece que se tenga muy en cuenta”. Y Lord Kelvin no era un caso aislado: si él no estaba convencido de la estructura discreta de la electricidad, otros (como Mach) rechazaban completamente la existencia de átomos. En efecto, la hipótesis atómica seguía sin convencer totalmente; todas las indicaciones que se tenían de la estructura atómica de la materia eran circunstanciales. Hubo que esperar a que Albert Einstein, en varias ocasiones, empezando por

1905, realizase trabajos cuyo objetivo era encontrar evidencia, clara e incontrovertible, de la existencia de los átomos.

El primer artículo de Einstein sobre este tema, que comentaremos brevemente, fue precisamente el publicado en su *annus mirabilis* de 1905, y contenía la explicación del movimiento browniano. En el segundo, de 1911, encontró Einstein un método preciso para calcular el número de átomos en un gramo de hidrógeno, el llamado *número de Avogadro*.

El movimiento browniano consiste en un movimiento desordenado que se observa en las partículas de polen (o de un coloide) en suspensión en un líquido; fue observado por primera vez por el botánico escocés Robert Brown, en 1827. En 1905, Einstein obtuvo la descripción matemática correcta de estos movimientos, descripción que se deducía de suponerlos debido al choque de las partículas de polen con los átomos del líquido en el que estaban en suspensión: los átomos podían así verse, aunque fuese indirectamente. Como dijo el físico francés Jean Perrin,<sup>1</sup> que fue quien realizó los experimentos para comprobar las ideas de Einstein sobre el movimiento browniano, “pienso que de ahora en adelante será difícil defender mediante argumentos racionales una actitud contraria a la hipótesis molecular”. (Nótese que las expresiones “hipótesis atómica” e “hipótesis molecular” se utilizan indistintamente. En efecto, si existen las moléculas, la evidencia de los átomos se sigue por separación química; lo que era difícil de demostrar directamente era la estructura *corpúscular*). En este sentido no es una exageración decir que los artículos de Einstein sobre el movimiento Browniano proporcionan la confirmación final de la teoría atómica de la materia, algo al menos tan importante como la teoría de la relatividad y como la mecánica cuántica.

No cabe duda, sin embargo, que tanto la teoría de la relatividad como la explicación del efecto fotoeléctrico representaron saltos *conceptuales* mucho más grandes que la explicación del movimiento browniano; después de todo, Dalton formuló la hipótesis atómica en 1808 y Avogadro consideró la cuestión de cuál es el número de átomos contenidos en un gramo de materia en 1811. Lo que no está tan claro es cuál de las dos, relatividad *especial* o explicación del efecto fotoeléctrico, representan un salto mayor. En general, puede decirse que los físicos con temperamento más matemático se inclinan por la relatividad, y los más fenomenólogos por los *Lichtquanten*. De hecho, el Comité Nobel otorgó a Einstein el premio *no* por la relatividad (especial o general) sino por la explicación del efecto fotoeléctrico. En lo que sigue voy a intentar transmitir lo que, en mi opinión al menos, es más impresionante de los prodigios de intuición que Einstein derrochó al resolver ambas cuestiones.

## 2. Los enigmas en la física a finales del siglo XIX

Más de una vez hemos oído hablar del “optimismo decimonónico”. El hombre del siglo XIX, en Europa Occidental y Norteamérica, estaba tan impresionado por los avances tecnológicos que se sucedieron a lo largo de ese siglo que dicho optimismo parecía justificado: en ciencia, al menos. En particular, la solidez de la física basada en las ecuaciones de la mecánica de Newton y Galileo, la teoría cinética del calor y las ecuaciones del electromagnetismo de Maxwell era tal que se conoce a la correspondiente física con el bien merecido nombre de “física clásica”. La conjunción de las teorías clásicas parecían ser capaces de explicar todas las fuerzas que actúan en el cosmos.

Sin embargo, la situación no era tan positiva como para justificar plenamente el optimismo de nuestros bisabuelos. En efecto, ya antes de 1900 existían una serie de puntos oscuros y contradicciones en la ciencia (y, en particular, en la física clásica) que requirieron varias revoluciones en la misma; revoluciones conectadas con los descubrimientos de Einstein en su *annus mirabilis* de 1905. En este texto nos vamos a ocupar de algunas de ellas; comenzaremos por enumerarlas.

<sup>1</sup> Citado en el libro de Gribbin, *Introducción a la ciencia*, p. 32. Perrin recibió el premio Nobel en 1926 “por su trabajo en la estructura discontinua de la materia y, especialmente, por su descubrimiento del equilibrio de sedimentación”, lo que indica cuánto la realidad de la estructura atómica de la materia tardó en calar en la sociedad científica: el comité Nobel aún pensaba en 1926 que la confirmación de esta estructura merecía un premio.

*Contradicción entre la mecánica de Newton y las ecuaciones de Maxwell.* Desde el último tercio del siglo XIX se sabía de la existencia de un importante problema de consistencia interna en la mecánica. En efecto, la teoría del electromagnetismo de Maxwell implicaba que la velocidad de la luz es una propiedad del vacío, y por tanto constante independientemente del sistema de referencia desde el que la luz se emite. Mientras que se sabía, ya desde Galileo, que las velocidades deben sumarse. De manera que, si desde una fuente en movimiento con velocidad  $v$  se emite luz, su velocidad debería ser  $v + c$ , siendo  $c$  la velocidad de la luz emitida por una fuente en reposo.

Antes de finales de siglo la solución a esta paradoja consistía en suponer la existencia de una substancia, el éter, en reposo absoluto, que permeaba todo el universo, y en el que se propagaban las ondas electromagnéticas, en particular la luz (el "éter luminífero"). Este éter debería tener propiedades peculiares; para poder soportar las vibraciones del campo electromagnético debía ser más rígido que el acero, pero tenía que ser infinitamente sutil para que su presencia no perturbase los movimientos de los planetas y otros cuerpos celestes.

*Contradicción entre la edad de la tierra y la del sol.* A principios del siglo XIX comenzó a desarrollarse la ciencia de la geología, pudiendo tomarse como establecidos sus fundamentos entre 1830 y 1833, cuando el británico Charles Lyell publicó los tres volúmenes de sus *Principles of Geology*. En particular, se realizaron estudios de los tiempos que tardan en formarse ciertas rocas y en rellenarse los sedimentos.

La sorprendente conclusión a la que llegaron los geólogos era que la tierra tiene que ser enormemente vieja para poderse haber formado las estructuras de rocas y sedimentos observados. Desde luego mucho más vieja que los 6000 años de la tradición bíblica: como veremos, muchísimo más. Digamos de pasada que este hallazgo decimonónico ya había sido anticipado por los griegos; concretamente por Herodoto. Efectivamente, el propio Herodoto observó, durante su estancia en el Egipto medio, la presencia en sus montes de conchas y caparazones de moluscos, de lo que deduce que debió estar en la antigüedad cubierto por el mar, para luego rellenarse con sedimentos: "que dentro del término de veinte mil años a lo menos, no quedase cegado el golfo" (Herodoto, *Historias*). Pero Herodoto fue muy conservador: de las detalladas observaciones geológicas llevadas a cabo en el siglo pasado se deducía que la edad de la tierra debía ser de miles de millones de años.

No sólo era la tradición bíblica la que estaba en contradicción con los hallazgos de la ciencia de la geología. El problema que ésta planteaba es que la edad del sol, deducida con los conocimientos de la época, resultaba ser miles o incluso millones de veces inferior a la de la tierra.<sup>2</sup> En efecto, para producir la energía que envía el sol, la única fuente imaginable era la de la contracción gravitatoria de su inmensa masa gaseosa, lo que efectivamente podía calentar el sol a los cientos de miles de grados a los que está este cuerpo.

El problema es que esta contracción dura muy poco tiempo (a escala cósmica): como mucho millones de años, no miles de millones. Poincaré, en sus *Últimos Pensamientos* (p. 24) muestra su perplejidad por esta enorme discrepancia y, como físico y matemático que era, dirige sus sospechas sobre los resultados de los análisis geológicos. Y Poincaré no fue, ni mucho menos, el único (ni el primero). Algo parecido había expresado ya en 1865 W. Thomson, Lord Kelvin, en una desafortunada comunicación a la *Royal Edinburgh Society*; véase la cita en, por ejemplo, la recopilación de J. M. Sánchez Ron, *Como al león por sus garras*.

Pero la geología estaba totalmente acertada: lo que fallaba era la física. En efecto, la energía que el sol nos envía no se debe a su contracción gravitatoria; el sol no se ha contraído apreciablemente en los últimos miles de millones de años. La energía del sol, o la de cualquier otra estrella, proviene de reacciones nucleares en su interior, algo totalmente inconcebible para un físico del siglo XIX; para entender el mecanismo hay que hacer uso de la relatividad, de la mecánica cuántica y de la física de partículas elementales. De hecho sólo fue a mediados del siglo XX cuando Bethe propuso una teoría satisfactoria de la energía producida por el sol: teoría que utiliza de forma decisiva las dos nociones que aparecen en los trabajos de Einstein, relatividad y mecánica cuántica.

<sup>2</sup> Deducida de la geología. Esta edad de la tierra también planteaba problemas con la deducida de la perdurabilidad del calor interno de la tierra, cuestión que no discutiremos.



FIGURA 1.  
Galileo Galilei.

*La radiación a bajas temperaturas.* Aunque parecía un fenómeno menor, lo cierto es que estuvo en el origen de la mayor revolución que se ha producido en la ciencia física desde los tiempos de Galileo, la mecánica cuántica. El efecto es sencillo: la cantidad de energía radiada por un cuerpo que se calienta está de acuerdo con lo que las leyes de la radiación electromagnética y la termodinámica implicaban a altas temperaturas; pero a bajas temperaturas (para valor fijo de la frecuencia) los resultados experimentales discrepaban radicalmente de las predicciones teóricas. En 1900, Max Planck sugirió que esto podía ser debido a que la radiación electromagnética no se emite de forma continua, sino bajo la forma de paquetes discretos de energía, los *quanta* de la radiación: en total contradicción con lo que uno espera del electromagnetismo o la mecánica clásicos, pero en acuerdo con los experimentos.

*La radiactividad natural*, descubierta en 1896 por Henri Becquerel, presentaba el inexplicable fenómeno de sustancias (el uranio o el radio, por ejemplo) que emiten continuamente energía de forma aparentemente inagotable, y en paquetes discretos: algo que estaba en total contradicción con las ideas clásicas. La explicación del fenómeno tardó siete años en *comenzar* a llegar, cuando en 1905 Einstein identificó masa y energía, completándose (unos treinta años después) al comprobarse que la energía producida por las sustancias radiactivas se hacía a expensas de pérdida de masa y, además, al asociar la emisión en paquetes a la teoría de los *quanta*.

### 3. La teoría de la relatividad especial

Volvamos al problema de la inconsistencia de las ecuaciones de Maxwell y de Galileo. A finales del siglo XIX, a partir de 1881, Albert Michelson, primero sólo y luego en colaboración con Edward Morley, realizó una serie de experimentos con señales luminosas diseñados para medir la velocidad de la tierra con respecto al éter. Los resultados fueron negativos: aparentemente, la ley de composición de velocidades de Galileo era inválida para la luz, lo que implicaba la necesidad de modificaciones drásticas de la hasta entonces sacrosanta mecánica clásica. Primero FitzGerald y luego Lorentz y Poincaré comenzaron la formulación de una nueva mecánica, culminada por Albert Einstein en la teoría de la relatividad, que, con la mecánica cuántica, es una de las grandes revoluciones científicas del siglo xx.

*La simetría relativista.* Podemos expresar la contradicción entre la mecánica de Galileo y Newton y la teoría del electromagnetismo de Maxwell diciendo que las transformaciones de simetría de las ecuaciones de Maxwell no coinciden con las simetrías de la mecánica clásica, lo que las hace incompatibles.

Las transformaciones de simetría de la mecánica clásica (es decir, el conjunto de transformaciones que dejan invariantes las ecuaciones de Newton: rotaciones y traslaciones del origen de coordenadas, y paso a sistemas de referencia que se muevan con velocidad uniforme, pero considerando el tiempo como absoluto) constituyen un grupo, conocido como grupo de Galileo: éste fue quien primero



FIGURA 2.  
Albert Einstein, en 1905.

se dio cuenta de que las leyes de la física no cambian si realizamos los experimentos en un laboratorio que se mueva con velocidad uniforme.

Las transformaciones de simetría de las ecuaciones de Maxwell fueron estudiadas por el científico alemán Waldemar Voigt en 1887, bastante antes de que se descubriera la teoría de la relatividad. El trabajo de Voigt no fue apreciado, y las transformaciones de simetría de las ecuaciones de Maxwell, que forman las transformaciones relativistas (hoy, con cierta injusticia, conocidas como transformaciones de Lorentz y Poincaré) fueron redescubiertas, independientemente del trabajo de Voigt, simultáneamente por Poincaré y por Einstein, en 1905. La correspondiente teoría se conoce como teoría de la relatividad o, si queremos poner énfasis en que no tenemos en cuenta sino las interacciones electromagnéticas (pero *no* las gravitatorias), *teoría de la relatividad restringida*.

La moraleja de esta historia es que, si en el siglo XIX y principios del XX, se hubiese prestado más atención a las cuestiones de simetrías, la teoría de la relatividad (restringida) se hubiese descubierto bastante antes, como reconoció el propio Lorentz ya en 1907. En efecto, un análisis físico de las transformaciones encontradas por Voigt hubiese demostrado que, para velocidades pequeñas en comparación con la de la luz, dichas transformaciones se convierten en las de Galileo: proporcionando la solución correcta a la aparente incompatibilidad de electromagnetismo y mecánica. En el siglo XX la noción de simetría recibió la atención que merece; incluso ha veces el péndulo osciló en exceso, y se ha llegado a atribuir a los requisitos de simetría más importancia de la que puede razonablemente justificarse.

No es fácil dilucidar la cuestión de los méritos relativos de Lorentz, Poincaré y Einstein en el desarrollo de la relatividad especial. No cabe duda de que, por ejemplo, Poincaré precedió a Einstein en darse cuenta de la relatividad del *tiempo*, y ya en 1898 escribió que "no tenemos intuición directa de la noción de simultaneidad de sucesos que ocurren en lugares distintos." (Pais,<sup>3</sup> p. 36). Sin embargo, no es menos cierto que Lorentz y Poincaré estaban inmersos en la noción del éter, al que atribuían efectos tales como la contracción de la longitud de los cuerpos en movimiento (*contracción de Lorentz*). Einstein fue quien primero se dio cuenta de que la teoría de la relatividad permitía prescindir de tan peculiar substancia.

La teoría de la relatividad, a pesar de que se presenta por los no-profesionales como una teoría abstrusa, no es excesivamente difícil de comprender y requiere un formalismo matemático razonablemente sencillo. Sus consecuencias, sin embargo, sí que van en contra de lo que nuestra intuición nos dicta. Además del hecho de que la velocidad de la luz tenga que ser la misma en cualquier sistema de referencia, la relatividad implica que la longitud de un cuerpo que se mueve a velocidad  $v$  es percibida

<sup>3</sup> Las citas a Pais se refieren a la edición española de su biografía de Einstein. [A. Pais, *El señor es sutil*, Ariel, 1984].

por un observador que esté en reposo como *contraída* en el famoso *factor de Lorentz*,

$$\beta = \sqrt{1 - v^2/c^2}.$$

Más extraño aún es que el *tiempo* transcurre más lentamente para el objeto que se mueve; esta dilatación temporal viene dada por el mismo factor de Lorentz. El efecto de ralentización del tiempo, indicado por primera vez por Poincaré, ha sido observado innumerables veces, tanto en aceleradores de partículas (en los que se llega a velocidades que sólo se diferencian en una billonésima parte de la velocidad de la luz, con lo que el efecto es espectacular) como en aviones a gran velocidad o en satélites artificiales.

Finalmente, una consecuencia sorprendente de la teoría de la relatividad es la equivalencia entre *materia y energía*. Esto se utiliza en los grandes aceleradores de partículas para *crear* partículas a partir de pura energía; el proceso inverso, la transformación de parte de la masa de los átomos de uranio (o de hidrógeno) en energía nos proporciona la energía nuclear, pacífica o no, además de explicar la procedencia de la energía liberada en procesos radiactivos.

#### 4. La explicación del efecto fotoeléctrico

Entre las polémicas científicas que jalonaron el siglo XVIII una de ellas, de interés para nosotros en este artículo, fue la que enfrentó a Isaac Newton y al holandés Cristiaan Huygens acerca de la naturaleza de la luz. Newton, basándose en que los rayos de luz siguen trayectorias rectilíneas, mantenía que estos rayos están constituidos de un enjambre de partículas. Huygens sostenía, por el contrario, que la luz consiste en vibraciones del éter.

La evidencia experimental estaba a favor del holandés; las leyes de Snell-Descartes de refracción de la luz implican que ésta es un fenómeno vibratorio. Ciertamente, fue el enorme prestigio de Newton lo que mantuvo abierta la polémica, y sólo en vida de éste. En especial desde los experimentos de interferencia realizados por Young en torno a 1800, que parecían definitivos, la comunidad científica se había decantado por las ideas de Huygens. Fue, por tanto una sorpresa descomunal para la comunidad científica cuando Einstein mostró que las propiedades del efecto fotoeléctrico sólo podían explicarse si la luz se comportaba en él como un enjambre de partículas, con propiedades de energía idénticas a las imaginadas por Planck en su explicación de la radiación del cuerpo negro cinco años antes. En cierto modo, es un caso de justicia poética el que la misma persona (Einstein) que demostró que había que abandonar la mecánica newtoniana fuese la que diera la razón a Newton,<sup>4</sup> vindicando sus ideas sobre la naturaleza de la luz: ésta *también* tiene una estructura corpuscular, y un rayo de luz puede también considerarse como un enjambre de partículas, para las que se ha acuñado el nombre de *fotones* (en lugar del de "Lichtquanten" original de Einstein).

El efecto fotoeléctrico se produce cuando la luz incide sobre ciertas sustancias, a las que arranca electrones. Su utilidad, en células fotoeléctricas o cámaras electrónicas o digitales es conocida por todos, de manera que la explicación de dicho efecto tenía no sólo importancia teórica sino también importantes repercusiones prácticas. Durante un cierto tiempo, la explicación de Einstein era un tanto *ad hoc*: para un efecto había que hacer una hipótesis. Pero esto cambió poco tiempo después. A partir de 1920 el físico americano Compton encontró una propiedad más que implicaba un carácter corpuscular de la luz: los fotones pueden "rebotar" sobre partículas materiales y lo hacen con las propiedades de choques entre partículas. Indudablemente, ayudó al Comité Nobel para decidirse a otorgar a Einstein su preciado galardón (en 1922).

Pero la explicación de Einstein del efecto fotoeléctrico no invalidaba la aplastante evidencia de que la luz, o, más generalmente, la radiación electromagnética, presenta en muchos fenómenos un comportamiento ondulatorio.

<sup>4</sup> Pero sólo en un sentido poético; en la polémica *científica* entre Newton y Huygens era el holandés el que tenía razón.

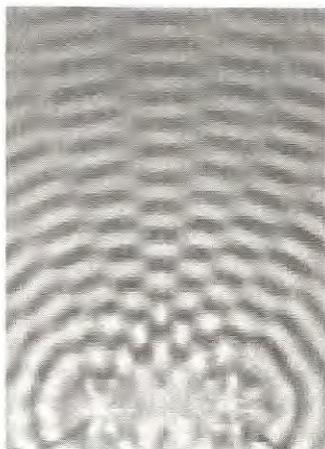


FIGURA 3.  
Fotografía de la figura de interferencia entre dos ondas, en una superficie de agua.

¿Cómo es posible que un único fenómeno (en nuestro caso, la luz) tenga a la vez propiedades tan distintas como las de ondas y partículas? Porque hay un sinfín de diferencias: las ondas interfieren; las partículas (al menos según lo que se creía en 1905), no. Otra diferencia entre ondas y partículas es la siguiente: las partículas llegan *de una en una* al detector, pero las ondas llegan de forma continua. Parece por tanto que ambas entidades, ondas y partículas, son bien distintas y fáciles de diferenciar.

Los resultados que hemos mencionado son los que se obtienen con partículas y rendijas macroscópicas. Supongamos ahora que realizamos el experimento con electrones<sup>5</sup> y con rendijas microscópicas; típicamente, del orden de las distancias interatómicas, una millonésima de milímetro. Entonces, encontramos que hay interferencias, con lo cual parece que debemos concluir que el electrón no es una partícula, sino una onda. La posibilidad de un carácter ondulatorio del electrón fue sugerida, en 1923, por Louis de Broglie, que también indicó un posible método de detectar las correspondientes interferencias, en difracción por redes cristalinas. Estas fueron observadas experimentalmente poco después. El francés se inspiró en las ideas de Einstein para formular su hipótesis, hipótesis que a su vez impresionó fuertemente a Einstein.

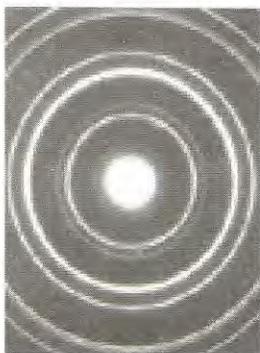


FIGURA 4. Imagen de difracción producida por electrones al atravesar una red de átomos (oro cristalino).

Pero la hipótesis de de Broglie (o la de Einstein) no es aceptable sin más: en efecto, los electrones no llegan de forma *difusa* al detector (como lo hacen las ondas ordinarias), sino que lo

<sup>5</sup> Consideramos electrones para fijar ideas; el argumento es válido para cualquier tipo de partículas microscópicas.

hacen de uno en uno, tal como ocurriría si fuesen partículas; y lo mismo ocurre con los fotones, en el efecto fotoeléctrico. Tenemos pues una aparente contradicción, una paradoja, cuya solución llevó a la formulación de una nueva mecánica, conocida como *mecánica cuántica*, mucho más revolucionaria con respecto a la de Galileo y Newton que la relatividad, y según la cual es imposible tener una descripción completa (en el sentido clásico) del mundo microscópico.

## 5. La mecánica cuántica

La solución a la paradoja del carácter dual onda-corpúsculo de electrones o fotones la dieron Max Born y, con más profundidad, Werner Heisenberg, entre 1925 y 1927. Born propuso interpretar la amplitud de la "onda" del electrón, o del fotón, en un punto, amplitud que podemos denotar como  $\varphi(x)$ , como una *amplitud de probabilidad*; de forma que su cuadrado  $\varphi^2(x)$  —que, si el electrón o el fotón fuesen ondas ordinarias, mediría su intensidad— nos proporciona la *probabilidad* de encontrar a electrón o fotón en el punto  $x$ .

Puesto que, según esto, no podemos saber exactamente dónde está el electrón, resulta que, a nivel microscópico, las partículas no tienen una trayectoria bien definida. De hecho, se cumplen las famosas relaciones de incertidumbre de Heisenberg; el producto de la indefinición en la posición de un electrón y la indefinición en su velocidad son del orden de una constante característica de los fenómenos cuánticos, dividida por la masa de la partícula. Esta constante es la llamada *constante de Planck*; se denota por el símbolo  $\hbar$  ("hache con barra") y es de valor aproximado (en unidades de centímetros, gramos y segundos) de  $\hbar = 10^{-27}$ : una milésima de billonésima de billonésima.

Por supuesto, esta pequeñez es la que hace que los fenómenos cuánticos no sean perceptibles, en general, en objetos (partículas u ondas) macroscópicos; aunque hay excepciones. Por ejemplo, la superconductividad, que es un típico fenómeno cuántico, afecta a conductores macroscópicos, y las propiedades termodinámicas de un gas de partículas idénticas dependen de efectos cuánticos.

Al igual que la mecánica clásica, newtoniana o relativista, tiene sus ecuaciones que nos describen el movimiento de las partículas, la evolución en el tiempo de las funciones  $\varphi(x)$ , conocidas como *funciones de onda*, viene dada por otras ecuaciones, notablemente por las introducidas por Schrödinger en 1926. Sin embargo, y a diferencia de las ecuaciones de Newton, las de Schrödinger *no* describen la trayectoria de electrones y fotones —ya hemos dicho que las partículas no tienen trayectoria definida— sino que gobiernan la evolución de probabilidades.

Así como hemos dicho antes que la teoría de la relatividad (especial) si bien extraña, no es excesivamente difícil de comprender por un profesional, puede decirse que, aunque sepamos utilizarla con gran éxito, todavía hoy no hemos acabado de comprender la mecánica cuántica. Desde este punto de vista, no cabe duda que la explicación del efecto fotoeléctrico dada por Einstein en 1905 abrió la puerta a un universo mucho más extraño que su formulación de la teoría de la relatividad.

## 6. Electrodinámica cuántica: la precisión inhumana de relatividad y mecánica cuántica en conjunción

Cuando escribió su famosa ecuación que describe la evolución de partículas en mecánica cuántica, en la aproximación no-relativista, Schrödinger sugirió una generalización que la hiciese compatible con la teoría de la relatividad. Tal ecuación (conocida como *ecuación de Klein–Gordon*, por los nombres de los científicos que más la estudiaron) no describe correctamente los electrones, únicas partículas elementales que se conocían en la época; pero no pasó mucho tiempo hasta que Dirac, en 1928, propusiese una ecuación que describe la evolución de electrones y que, en una primera aproximación, es compatible con relatividad y mecánica cuántica. Aunque la ecuación de Dirac no es completamente satisfactoria, por motivos que veremos después, representa sin embargo un importante paso en la comprensión de los requisitos que la relatividad impone sobre la mecánica cuántica: además de producir varios resultados en acuerdo con las medidas experimentales. En efecto, las correcciones que la ecuación de Dirac implican para los niveles energéticos del átomo de hidrógeno, la llamada *estructura fina*, estaban de acuerdo con

los obtenidos en medidas espectroscópicas; y la ecuación de Dirac implica también la existencia de un momento magnético  $\mu_e$  para el electrón, de valor igual al llamado magnetón de Bohr,  $\mu_B = geh/4mc$ , con  $e$  la carga eléctrica del electrón y  $g = 2$  el llamado *factor giromagnético*, también de acuerdo con el valor experimental. Finalmente, la ecuación de Dirac conlleva la existencia de *antipartículas*: esto es, implica la existencia, para cada partícula (por ejemplo, el electrón, símbolo  $e^-$ ), de una antipartícula (el *positrón*, símbolo  $e^+$ ), con todas las propiedades idénticas a las del electrón excepto la carga eléctrica, que es la opuesta. Y en efecto, el positrón fue identificado por Anderson en rayos cósmicos (1931), habiéndose encontrado sucesivamente todas las demás antipartículas sin excepción.

A pesar de estos éxitos, está claro que la ecuación de Dirac no puede representar una unificación completa de relatividad y mecánica cuántica para las fuerzas electromagnéticas; y esto por los siguientes motivos. En primer lugar, no describe los procesos de emisión y absorción de radiación que se dan, por ejemplo, en la desintegración de los niveles excitados del átomo de hidrógeno; ni la colisión de fotones y electrones, conocida como *colisión Compton*, que ya comentamos con anterioridad.

En segundo lugar, la ecuación de Dirac contiene todavía un potencial "instantáneo": mientras que sabemos que la relatividad implica que las interacciones deben propagarse con velocidad finita, a lo máximo la de la luz. Finalmente, y aunque la ecuación de Dirac predice la existencia de los positrones, no describe los procesos de creación y aniquilación de estos.

La primera objeción a la ecuación de Dirac fue hecha por el propio Dirac en 1927, de hecho antes de inventar la ecuación que lleva su nombre, en un trabajo que impresionó a Einstein.<sup>6</sup> En él se considera al potencial vectorial electromagnético como un *operador*, capaz de crear o aniquilar fotones.

El reemplazamiento del campo electromagnético clásico ("número- $c$ ",  $c$  de clásico) por un operador ("número- $q$ ",  $q$  de cuántico -*quantum*) que crea y aniquila las partículas asociadas indicaba la dirección correcta. Todas las partículas deben ser representadas, en una teoría completamente cuántica y relativista, en la que se implemente la posibilidad indicada por la ecuación de Einstein  $E = mc^2$  de transformación de materia en energía, por operadores campo conteniendo creación y aniquilación de partículas. A este proceso se le conoce a veces como "segunda cuantización".

Este programa comenzó a ser implementado, con respecto al campo electromagnético, en los cálculos de Dirac citados y en los de Enrico Fermi entre 1929 y 1932. Este último presentó una cuantización completa, incluyendo un lagrangiano covariante relativista, para el fotón. Con respecto al campo asociado con electrones y positrones, el camino fue más lento. En 1928, P. Jordan y E. P. Wigner mostraron que, debido al principio de exclusión de Pauli, la cuantización del campo del electrón requería anticonmutadores en lugar de conmutadores. Finalmente, entre 1934 y 1937, Heisenberg y Kramers indicaron que había que reinterpretar la ecuación de Dirac, considerándola como derivada de un lagrangiano.

Es difícil de sobreestimar la importancia de la formulación de segunda cuantización de las interacciones entre electrones (y positrones) y fotones. Esta permite dar una descripción, unificando relatividad y mecánica cuántica, de *todos* los procesos puramente electromagnéticos, y resuelve los problemas que presentaba la ecuación de Dirac. Así, la interacción entre partículas cargadas resulta ser debida al intercambio de fotones entre éstas partículas, como se muestra en la Fig. 5. En el límite de velocidades pequeñas en comparación con la de la luz, puede demostrarse que la interacción representada en esta figura se reduce a una interacción con un potencial coulombiano ordinario, *con correcciones relativistas*. Estas correcciones, evaluadas por G. Breit (1929) y E. Fermi y H. A. Bethe (1932) se deben, en particular, a que la interacción descrita por la Fig. 5 no es instantánea, produciéndose un efecto de retardación en el potencial debido a la velocidad finita de propagación del fotón. De nuevo las correcciones de retardación fueron comprobadas experimentalmente, en especial en el positronio (estado ligado de electrón y positrón) y en el átomo de helio.

<sup>6</sup> Éste escribió a Ehrenfest: "Tengo dificultad con Dirac. Este equilibrio sobre la mareadora senda entre genio y locura, es sobrecogedor". (Citado en el libro de A. Pais, "El Señor es sutil...", Ariel (1984), p. 443). Todas las citas al libro de Pais se refieren a esta edición.

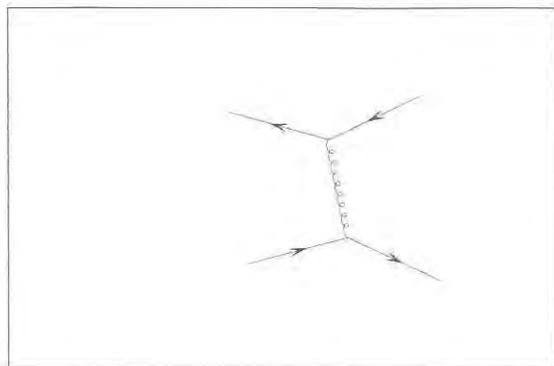


FIGURA 5. La interacción entre dos partículas se entiende, en mecánica cuántica relativista, a través del intercambio de la partícula correspondiente a la interacción. La línea ondulada representa el intercambio de un fotón para interacciones electromagnéticas.

Estos éxitos culminaron entre 1949 y 1952 en los trabajos de Schwinger y Feynman (entre otros) que mostraron cómo obtener, al menos en principio, predicciones a orden arbitrario de precisión desarrollando en serie de potencias de la llamada *constante de estructura fina*,

$$\alpha = e^2/\hbar c \simeq 1/137.036 \dots$$

No es este el lugar de mostrar un conjunto completo de predicciones teóricas, y medidas experimentales en electrodinámica cuántica que hacen a esta teoría de una precisión *inhumana* (en frase de Horgan, en su libro *The End of Science*, Abacus, 1996). Simplemente mencionaremos dos ejemplos.

El primero, tal vez el más impactante, se refiere al momento magnético del electrón. Aquí, damos los valores de la *anomalía*,  $a = g - 2$ , que es en lo que se diferencia el momento magnético del magnetón de Bohr (predicho en primera aproximación por la teoría de Dirac). Tenemos,

$$\begin{array}{l} \text{Experimento :} \quad a(e) = (1\,159\,652\,188 \pm 3) \times 10^{-12} \\ \text{Teoría :} \quad a(e) = (1\,159\,652\,153 \pm 1.2 \pm 28.0) \times 10^{-12}; \end{array}$$

El primer error en el valor teórico para  $a(e)$  es el debido al cálculo teórico; el segundo es debido a la incertidumbre *experimental* en el valor de  $\alpha$ , que hemos tomado como el obtenido del efecto Hall cuántico. De hecho, el error del cálculo teórico cuántico-relativista de  $a(e)$  es tan pequeño que podemos obtener el valor más preciso de  $\alpha$  utilizándolo. Si lo hacemos, obtenemos un valor para  $\alpha$ ,

$$\alpha(\text{del momento magnético}) = 1/(137.035\,99\,57 \pm 0.000\,000\,52),$$

casi diez veces más preciso que lo más exacto obtenido con física macroscópica,

$$\alpha(\text{efecto Hall}) = 1/(137.036\,003\,70 \pm 0.000\,003\,30).$$

El segundo efecto es el conocido como *efecto Lamb* (desplazamientos en los niveles energéticos del átomo de hidrógeno). Aquí,

$$\begin{array}{l} \text{Experimento : } \Delta E(2S_{\frac{1}{2}} - 2P_{\frac{1}{2}}) = 1\,057\,851 \pm 20 \text{ kHz} \\ \text{Teoría : } \Delta E(2S_{\frac{1}{2}} - 2P_{\frac{1}{2}}) = 1\,057\,862 \pm 30 \text{ kHz.} \end{array}$$

El fantástico grado de precisión a que hemos llegado es más evidente si consideramos que los números que estamos citando son *correcciones* a los niveles energéticos, los que, al orden más bajo vienen dados por la ecuación de Schrödinger. Es decir, los números de las ecuaciones de más arriba deben ser comparados con el *Rydberg*, energía del estado fundamental de átomos hidrogenoides, de valor

$$1 \text{ Ry} = 3\,8423.289 \times 10^9 \text{ MHz} :$$

la precisión es pues del orden de una parte en  $10^9$  o incluso  $10^{12}$ .

## 7. La relatividad general y los últimos años de Einstein

No es fácil dilucidar la cuestión de los méritos relativos de Lorentz, Poincaré y Einstein en el desarrollo de la relatividad especial. No cabe duda de que, como ya hemos dicho, Poincaré precedió a Einstein en darse cuenta de la relatividad del *tiempo*.

Pero si hay dudas acerca de la relatividad especial, pocas caben acerca de la paternidad de la relatividad general, que es como se conoce a la teoría relativista de la gravitación: sin desprestigiar las contribuciones de Grossmann, Hilbert y (posteriormente) Weyl, la relatividad general es claramente hija de Einstein. La relatividad especial permitía reconciliar la mecánica con la teoría de las interacciones electromagnéticas; a partir de 1907 Einstein se concentró en intentar aplicar las ideas relativistas a la otra interacción que se conocía en la época, la interacción gravitatoria, culminando su solución brillantemente en noviembre de 1915.

Los primeros pasos para la solución del problema de cómo integrar la relatividad y la interacción gravitatoria los dio Einstein entre 1907 y 1909. Con relativa rapidez se dio cuenta de algunos efectos que la relatividad implica para los campos gravitatorios. En primer lugar, la luz debe hacerse menos energética cuando más fuerte es el campo gravitatorio en el que se emite; en segundo lugar, un campo gravitatorio debe *torcer* la trayectoria de los rayos de luz, igual que tuerce la trayectoria de las partículas materiales.

El primer efecto, conocido como el *desplazamiento hacia el rojo* de la luz es una consecuencia del principio de equivalencia de la masa y la energía, relacionado con la famosa fórmula  $E = mc^2$ : de hecho, es un efecto completamente general que sólo depende de la relatividad *restringida*. En su cálculo de este efecto, Einstein obtuvo el resultado correcto; no así para el segundo efecto, la curvatura de la luz en campos gravitatorios, para el que encontró un valor la mitad del correcto. Esto se debe a que, en 1909, Einstein aún pensaba que el espacio es *llano*.

Todavía le llevó a Einstein tres años hasta que, en 1912, durante su estancia en Zurich, se dio cuenta de que el principio de equivalencia entre la masa inerte (la responsable de que cueste poner en movimiento a un cuerpo) y la pesante (la que hace que el cuerpo sea atraído por la tierra) sólo puede mantenerse si existe una conexión entre la fuerza gravitatoria y la geometría del espacio, lo que implica que, en presencia de un campo gravitatorio, el espacio no es llano. En los años siguientes, y ayudado por el matemático Marcel Grossmann, Einstein estableció los primeros vínculos entre geometría y gravitación. En este momento Einstein cree, equivocadamente, tener ya resuelto el problema; sólo en 1915 se dio cuenta de que la teoría con la que estaba trabajando era incorrecta. En el mismo año, el 25 de noviembre de 1915, Einstein produjo la versión final de la teoría relativista del campo gravitatorio, y escribió el lagrangiano<sup>7</sup> que hoy se conoce como *lagrangiano de Hilbert-Einstein*. En efecto, el matemático David Hilbert se adelantó ligeramente a Einstein y dedujo, por consideraciones de simetría e invariancia, la dinámica correcta.

¿Por qué se equivocaba Einstein en 1912, y cómo se dio cuenta de su error en 1915? El error de los primeros intentos de Einstein se debió a tomar la solución más sencilla posible para el campo gravitatorio, y suponer que tiene una sola componente (es lo que se llama un *escalar*). Einstein era un físico, sin duda, y desde el principio consideró que su teoría debía estar de acuerdo con lo que se sabía *experimentalmente* en la época. Por supuesto, la teoría de la relatividad restringida, y el principio de equivalencia entre la masa pesante y la inerte; pero también la precesión del perihelio del planeta Mercurio que se sabía, gracias a medidas de gran exactitud, que es de  $42.11'' \pm 0.45''$  segundos de arco por siglo.<sup>8</sup> Pues bien: su teoría escalar no proporcionaba sino una pequeña parte de esta cantidad.

Este desacuerdo con el experimento fue el que espoleó a Einstein a seguir buscando alternativas hasta que llegó a la conclusión de que el principio de equivalencia entre masa pesante y masa inerte, que, en particular, implica que todas las partículas siguen la misma trayectoria en un campo

<sup>7</sup> La función de Lagrange, o lagrangiano, es la función que determina la dinámica de una interacción.

<sup>8</sup> Este pequeño efecto se conocía desde mediados del siglo XIX y era inexplicable con la mecánica de Newton.



FIGURA 6. Línea de puntos: trayectoria de la luz enviada por la estrella, según la teoría de la relatividad restringida. Línea continua: trayectoria según la relatividad general.

gravitatorio (independientemente de su masa), obliga a admitir que la presencia de un campo gravitatorio modifica la propia estructura del espacio. Por decirlo con las propias palabras de Einstein, “Si todos los sistemas referenciales son equivalentes, no pueden ser euclídeos.” (Pais, p. 218).

A partir de este momento, Einstein intentó describir el campo gravitatorio con lo que se llama un *tensor*,  $g_{\mu\nu}$ , que, a la vez que la intensidad de la interacción gravitatoria, describiera la distancia en el espacio y la duración en el tiempo. A finales de 1915 Einstein fue capaz de calcular, con esta teoría, la precesión del perihelio de Mercurio encontrando el valor correcto citado más arriba. De hecho, fue sin duda el esperar a haber acabado dicho cálculo antes de enviar a publicar sus ideas lo que retrasó a Einstein con respecto a Hilbert que, como matemático, no se preocupó de la cuestión.

Este fantástico acuerdo entre la teoría y el experimento fue un auténtico shock para Einstein, que (según Pais, p. 265) “estaba fuera de sí por su cálculo del perihelio”. Hasta tal punto de que no fue capaz de trabajar durante los tres días siguientes.

La formulación de la teoría de la relatividad general es bastante esotérica; de manera que sólo los especialistas consiguen comprenderla, y ello con dificultades. Como se ha repetido muchas veces, la virtud principal de la formulación einsteniana de la gravitación es que reduce ésta a geometría: en efecto, la misma cantidad que proporciona la métrica del espacio ( $g_{\mu\nu}$ ) representa también al campo gravitatorio, lo que obliga a utilizar métodos matemáticos muy complicados, incluso hoy (en especial en conexión con el problema de los agujeros negros) no bien comprendidos.

*El triunfo de la relatividad general.* El acuerdo entre el resultado de la teoría de la relatividad general y el valor observado para la precesión del perihelio de Mercurio era, sin duda, importante; pero, en ciencia, no basta con *explicar*. Como dice Glashow, es muy sencillo inventar teorías que expliquen hechos conocidos. Por ejemplo, la precesión del perihelio de Mercurio también puede obtenerse suponiendo que el sol tiene una ligera asimetría (un momento cuadrupolar distinto de cero), como hizo notar, entre otros y algo más tarde, Dicke. Lo difícil es que una teoría también acierte en sus predicciones: y una teoría sólo puede ser tomada en serio si estas predicciones resultan ser validadas por el experimento.

En 1915 había, además de la *explicación* de la precesión del perihelio de Mercurio, una predicción de la teoría de la relatividad general que se podía comprobar experimentalmente, que era la desviación de la luz por un campo gravitatorio. Este efecto es muy pequeño, y sólo es posible medirlo si el campo gravitatorio es muy intenso: de hecho, sólo el sol posee un campo gravitatorio capaz de producir un efecto medible con los instrumentos de la época. El efecto que se busca es la desviación por el campo gravitatorio del sol de la luz producida por una estrella que está justo encima del borde del disco solar (fig. 6). Para observar esto hacía falta esperar a un eclipse total ya que, si el brillo del sol no está suprimido, no es posible observar las estrellas.

Este eclipse no tardó mucho en producirse, en 1919. Entonces dos equipos británicos, uno de ellos dirigido por el gran astrónomo Arthur Stanley Eddington, se desplazaron a Brasil y a la isla Príncipe, enfrente de las costas de la Guinea Ecuatorial española, lugares desde los que la ocultación del sol era completa.

La expectación era enorme. La teoría de la relatividad restringida predecía un valor para el ángulo de desviación de la luz (ver la figura 6) de  $0.85''$ ; este fue el valor incorrecto hallado por Einstein en 1912. Pero, teniendo en cuenta la curvatura del espacio que la relatividad general implicaba, el número se convertía en el doble,  $1.7''$ , que es el valor que Einstein predijo en su artículo de noviembre de 1915.

Los primeros resultados, preliminares, daban un valor para el ángulo de desviación entre  $0.9''$  y  $1.8''$ : se observaba claramente un efecto pero todavía no podía decirse qué teoría validaba. Pero los resultados definitivos, tal como se presentaron el 6 de noviembre de 1919 en Londres, en una reunión conjunta de la Royal Society y la Astronomical Society, no dejaron lugar a dudas. El grupo de Brasil obtenía un ángulo de  $1.98'' \pm 0.30''$  y el de África  $1.61'' \pm 0.30''$ : el acuerdo con la predicción realizada por Einstein cuatro años antes era perfecto.

A partir de este momento la fama de Einstein, y el prestigio de la teoría de la relatividad general se dispararon. Las alabanzas recibidas por ambos (sin duda en un principio merecidas) se hincharon hasta la hipérbola, convirtiéndose persona y teoría en objetos de culto para los *media*; y no sólo los *media*: sobre la base de sus éxitos científicos, a Einstein le ofrecieron la presidencia del estado de Israel.

No cabe duda que las posteriores comprobaciones experimentales de la teoría han seguido añadiéndole prestigio; y también es cierto que la teoría de la relatividad general es elegante. Sin embargo, tampoco cabe duda de que los éxitos de la relatividad general no justifican el tratamiento reverencial que muchas veces se le da: la teoría einsteniana de la gravitación es mucho menos exitosa que, por ejemplo, la teoría del electromagnetismo consistente con la mecánica cuántica que se desarrolló en 1940-1950. Aunque en su dominio de validez aparece muy precisa (hasta 9 cifras decimales en algunos casos), este dominio es limitado.

Tal vez la admiración que provoca la teoría de la relatividad general se deba, sobre todo entre los profesionales, a que aparece como una creación pura del intelecto humano; muchos físicos (que no conocen la historia) piensan que Einstein, basándose tan sólo en consideraciones de simetría y simplicidad muy generales, fue capaz de crear (sin ayuda de información experimental) un edificio que se reveló como una exitosa teoría *física*.

Este punto de vista es muy peligroso. El propio Einstein, en contestación al matemático Felix Klein, en 1917, manifestaba que

“en verdad, me parece que usted sobreestima mucho el valor de los puntos de vista formales. Pueden ser valioso cuando una verdad ya encontrada [el subrayado es de Einstein] deba formularse de una forma definitiva; pero, como ayudas heurísticas [las consideraciones formales] fallan casi siempre.” (Pais, p. 329).

Einstein sabía esto muy bien por su propia experiencia: sus teorías de 1909, basadas en el requisito formal de simplicidad (campo gravitatorio escalar) tuvieron que ser abandonadas. No por falta de belleza o elegancia, sino porque no llevaban al valor correcto de la precesión del perihelio de Mercurio.

Desgraciadamente Einstein, tal vez deslumbrado por las excesivas alabanzas que recibió, olvidó los principios que hasta entonces siempre había seguido y experimentó en carne propia los fallos que se siguen de basarse en “consideraciones formales” y olvidar la esencial ayuda y guía que proporcionan a la ciencia los resultados experimentales. En efecto, a partir de los años veinte del siglo pasado, Einstein intentó construir — sobre la base de requisitos formales de consistencia, localidad estricta y simetría — una *teoría del campo unificado* que aunara las dos interacciones que se conocían en la época, electromagnetismo y gravitación, y que evitara las paradojas de la mecánica cuántica.

Einstein fue alejándose más y más de la realidad física; recordemos que, ya en 1924, Chadwick demostró que las interacciones nucleares fuertes no siguen una ley  $1/r$  como las eléctricas y gravitatorias, y, en 1932, Fermi escribió la primera teoría de las interacciones nucleares débiles (responsables entre otras de las desintegraciones beta) que se separaba aún más de las tratadas por Einstein. Como sabemos hoy, cualquier intento de unificar las interacciones fundamentales requiere, en particular, integrar las fuerzas nucleares (fuertes y, en especial, débiles) con las electromagnéticas, mucho antes de intentar incluir la gravitación.

Los coetáneos de Einstein también tenían esto claro. Así, en 1932, Pauli, en una reseña acerca del trabajo sobre teorías unificadas de Einstein escribió:

La siempre fértil inventiva [de Einstein], así como su tenaz energía en la persecución [de la unificación] nos garantizan, en años recientes, un promedio de una nueva teoría por año ... Es interesante psicológicamente que la teoría del momento es, por un tiempo, considerada por el autor como la "solución definitiva."

(W. Pauli, *Naturw.*, **20**, 186, 1932).

Einstein aún conservaba su lucidez; poco después contestó a Pauli: "*Sie haben also recht gehabt, Sie Spitzbube*": "después de todo tuvo usted razón, bribón." (Citado en Pais, p. 351). Pero, a pesar de ello, Einstein volvió a enfrascarse en su programa, del que nunca salió nada de interés.

Algunos de los últimos artículos de Einstein traslucen su amargura por este fracaso. Así, en el escrito en *Scientific American* en abril de 1950, Einstein escribe:

"El escéptico dirá: 'Puede muy bien ser cierto que este sistema de ecuaciones sea razonable desde el punto de vista lógico, pero esto no demuestra que corresponda a la naturaleza'. Tiene usted razón, querido escéptico. Sólomente la experiencia puede decidir sobre la verdad."

Lo cierto es que la tarea de Einstein era imposible. De hecho, cada vez nos parece más claro que su búsqueda unificación era una quimera; y ello, entre muchas otras razones, porque —a pesar de su belleza— la teoría de la relatividad general tiene serios problemas de consistencia. Tanto teóricos, con la mecánica cuántica; como experimentales, en la descripción del cosmos, donde nos obliga a introducir entes tales como las llamadas *materia oscura* y *energía oscura* para las que no tenemos ninguna evidencia directa.

# EVOLUCIÓN CIENTÍFICO-TÉCNICA DE LOS VINOS DE JEREZ

CARMELO GARCÍA BARROSO  
CENTRO ANDALUZ DE INVESTIGACIONES VITIVINÍCOLAS  
UNIVERSIDAD DE CÁDIZ

## RESUMEN

*Los vinos de Jerez, tienen una fama internacional y de calidad reconocida, conociéndose desde hace más de 3.000 años. A pesar del peso de la historia, su elaboración ha ido evolucionando desde una forma tradicional, pero con base y fundamentos enológicos, hasta la incorporación de una tecnología innovadora. Además, las distintas civilizaciones y culturas han tenido cierta influencia en dicha evolución.*

*La vendimia de forma manual, el soleado de las uvas y la pisa a pie en los famosos lagares jerezanos, actualmente se emplean prensas continuas. La fermentación del mosto se ha venido realizando en las barricas de roble americano (bota jerezana). La vinificación ha ido evolucionando en centros de elaboración con un alto componente tecnológico, llegando incluso a estar totalmente automatizada.*

*La tipología de vinos de Jerez viene dada por su crianza, la crianza físico-química favoreciendo la oxidación continua (Olorosos) y la crianza biológica, bajo velo de flor con protección oxidativa (Finos o Manzanillas), o la combinación de ambas (Amontillados). A los que hay que añadir los vinos dulces (Pedro Ximénez y Moscatel) y los vinos de cabeceo (Medium y Cream). Finalmente el sistema de envejecimiento de soleras y criaderas, se ha venido manteniendo desde hace muchos años.*

**Palabras clave:** vino de Jerez, Historia, tradición, ciencia, tecnología, innovación.

## ABSTRACT

*Sherry wines have an international fame and an indebted quality, being known from more than 3000 years ago. Despite the weight of the history, its production has developed*

*from a traditional way, but with base and fundamentals enologic until the incorporation of an innovative technology. Moreover, the different civilizations and cultures have had influence in above evolution.*

*The grape harvest in manual way, "el soleado de las uvas", and "la pisa a pie" in the famous "lagares jerezanos", nowadays are used continuous presses. The fermentation of the grape juice has been made in the barricas of american oak "bota jerezana". The vinification has developed in centers of elaboration with a high technological component, being even totally automated.*

*The typology of sherry wines is due to their breeding, the physical-chemical breeding favoring the continuous oxidation (Olorosos) and the biological breeding, under "velo de flor" with oxidative protection (Finos and Manzanillas), or the combination of both of them (Amontillados). Pedro Ximenez and Moscatel are sweet wines that must be added to these and liqueurs wines (Medium, Cream and Pale Cream). Finally the system of aging of "soleras and criaderas" has kept for many years ago.*

**Keywords:** *sherry wine, history, tradition, science, technology, innovation.*

## INFLUENCIA DE LA HISTORIA

El vino es parte de la cultura e idiosincrasia de los pueblos que lo elaboran, actúa como hilo conductor de la historia de los mismos, a su vez, la historia de los pueblos, puede estar influenciada considerablemente por el vino, como el de Jerez.

Estamos hablando de un vino con más de tres mil años, ya que fueron los fenicios los que introdujeron el cultivo de la vid en la comarca de Jerez (Xera). En el yacimiento fenicio en el Castillo de Doña Blanca, recientemente se han encontrado unos lagares fenicios (siglo IX a.C.).

A partir de este momento las diferentes culturas o civilizaciones han tenido su peculiar incidencia en la elaboración de los vinos de Jerez. Así, cabe destacar durante la dominación romana, la gran fama que tomó el vino de Jerez (*Vinum Ceretensis*), que hacia dos siglos a.C. se vendía a Roma, junto al aceite de oliva y el garum, salsa posiblemente con presencia de vino picado, origen quizás de uno de los productos derivados del vino, de gran fama actual, como es el vinagre de Jerez. El vino que consumían los romanos era bastante irregular, ya que al parecer se trataba de vino cocido o concentrado que ya en Roma se mezclaba con agua y especias, para darle sabor y poder ser consumido, era famoso el vino mezclado con agua y miel.

Con la ocupación árabe durante cinco siglos, a pesar de la prohibición religiosa, tan sólo se arrancaron sorprendentemente, un tercio de las viñas existentes y además se introdujeron técnicas que han sido determinantes en la elaboración de los vinos de Jerez.

Así gracias a la práctica del soleo de las uvas para la obtención de pasas, se salvaron muchas viñas, ya que las pasas se usaban como excusa por su alto valor nutritivo para los guerreros árabes. La práctica del soleo se ha venido utilizando y se sigue empleando actualmente para los vinos dulces naturales.

Otra de las excusas para seguir con la actividad vitivinícola durante el período árabe, fue la obtención de alcohol para fines curativos o para la perfumería, gracias a la técnica de la destilación del vino introducida por los árabes. Esta técnica ha sido clave para la estabilización de los vinos y para la práctica del encabezado de los vinos generosos de Jerez. Pero especialmente esta técnica de la destilación del vino, ha sido un factor clave en la

historia del Jerez, ya que ha dado lugar a otro de los productos derivados de gran fama, como es el Brandy de Jerez.

A partir de la reconquista por Alfonso X el Sabio (año 1264), la práctica de la viticultura fue muy protegida y defendida por los diferentes monarcas, destacando la prohibición de arrancar cepas en 1402, el comienzo de la comercialización con Inglaterra, muy demandado también por franceses y flamencos, la regulación en 1483 de la actividad por las ordenanzas del gremio de la pasa y la vendimia de Jerez, etc. En definitiva una gran actividad vitivinícola.

Durante estos períodos podemos hablar de vinos muy fortificados (con adición de alcohol vínico, procedente de la destilación del vino) lo que permitía su estabilización durante la exportación.

Un factor importante y trascendente en la elaboración de los vinos de Jerez, fue que con motivo de las largas travesías hacia el nuevo mundo, el vino en vasijas o barricas de madera, ganaba en calidad, como se comprobó con los vinos de ida y vuelta. Quizás esta es la clave histórica del hecho experimental del aumento de la calidad con el envejecimiento en madera.

El vino de Jerez se pone de moda en la corte inglesa, debido quizás a que los vinos de Jerez objeto de la piratería de las bodegas de los barcos, se venden en Londres y llega a ser muy popular, hasta el punto que Shakespeare lo llegó a mencionar en muchas de sus obras. La demanda del vino de Jerez en Inglaterra es tal, que comienzan a instalarse familias o empresas inglesas en la comarca de Jerez, influyendo desde aquí en la elaboración de los vinos, hacia una tipología al gusto de los ingleses, estamos hablando de vinos fortificados y ligeramente dulces.

El año 1775 es clave en la forma de envejecer los vinos, ya que antes los vinos de diferentes cosechas, no se podían mezclar, por influencia del gremio de los productores y a partir de dicho año, se podían mezclar de distintas cosechas, por mayor influencia del gremio de los extractores o comerciantes. Esta es quizás la clave del sistema actual de envejecimiento por soleras y criaderas, influenciada quizás por las empresas inglesas ya instaladas, que de esta forma se facilitaba la exportación de vinos con una misma tipología o calidad, independientemente del factor cosecha.

Todos estas influencias históricas son causantes de la elaboración tradicional e incluso actual, de los vinos de Jerez, como mencionaremos a continuación.

## **FACTORES INFLUYENTES**

Los factores influyentes en los vinos de Jerez actuales, podemos resumirlos en tres: el clima, el suelo y las variedades de uvas. Respecto al clima podemos señalar que es de tipo meridional cálido, influenciado por los vientos de levante (calurosos) y de poniente (húmedos). En cuanto al suelo destacar que fundamentalmente, las tierras son del tipo albarizas, blancas, muy calizas y esponjosas, facilitando la retención y la humedad necesaria del agua de lluvia, a pesar de los numerosos días de sol al año, alrededor de trescientos días. En relación a las variedades de uvas, conviene señalar que ha habido históricamente

uvas autóctonas tintas y blancas y que desde la plaga de la filoxera (1864), las que se utilizan mayoritariamente son las blancas, Palomino Fino (obtención del vino base blanco), Pedro Ximénez y Moscatel (obtención de vinos dulces con el nombre de sus variedades). Actualmente se están empleando otras variedades blancas y tintas (autóctonas y extranjeras), para la elaboración de otros tipos de vinos muy diferentes a los famosos vinos generosos de Jerez.

## LA VENDIMIA

La vendimia tenía lugar en septiembre, con uvas sobremaduras con vistas a enriquecer al máximo en azúcar y porque facilitaba la pisa de la uva. Hasta no hace mucho no se ha incorporado la cosechadora mecánica, actualmente un 30%, imperando la corta del racimo manual con la famosas navaja de vendimiador o también con tijeras.

La uva se recogía en espuestas de esparto o en las famosas *canastas* de varetas de olivo (Fig. 1), que tenían una dimensión normalizada con una capacidad de 11,6 Kg. Las canastas se trasportaban al hombro por los vendimiadores hacia al almijar o también se trasportaban por mulas con angarillas. Actualmente se utilizan cajas de plástico, que garantizan el estado sanitario de la uva durante el transporte.

El almijar (Fig. 2) es un lugar espacioso que se encuentra delante de la casa de la viña o el lagar, donde se depositaban las canastas de uva en un redor de esparto, dejándose solear las uvas varios días. Dependiendo del tiempo de soleo se conseguía una mayor concentración de azúcares y un estado de mayor sequedad de la uva, hasta convertirse en pasas para los vinos dulces. Para el vino blanco, que tan sólo tenía lugar dos días de soleo, además del enriquecimiento en azúcares, se lograba un tostado de la piel de la uva, que permitía romperla con mayor facilidad, para obtener el mosto. Además, por las condiciones de alta temperatura se lograba una selección de levaduras, siendo las más interesantes las que resistían a estas temperaturas y también se lograba por las altas temperaturas, la desactivación de las enzimas oxidásicas, protegiendo al mosto resultante de la oxidación.

La práctica del soleo tenía sus grandes ventajas, pero también inconvenientes, así, por la noche había que cubrir con otro redor las uvas y con condiciones climáticas más adversas como la lluvia, pueden tener lugar la aparición de alteraciones con repercusiones graves sobre la calidad y el estado sanitario de las uvas. Actualmente aunque no se práctica el soleo para los vinos secos, si se sigue practicando para los vinos dulces y en nuestro grupo de investigación se está desarrollando un proyecto con vistas a comparar el soleo natural con un secado artificial de la uva mediante una cámara climática, sometiéndola a una radiación de luz, controlando la temperatura y la humedad, lo que permite garantizar el estado sanitario de la uva, incluso optimizar el proceso de secado.

La uva se depositaba en el lagar jerezano (Fig. 3) que tenía una estructura en forma de cajón de unos tres metros cuadrados con un tornillo en el centro, denominado *husillo* y una tuerca alrededor del mismo, denominada *marrana* y un saliente denominado *piquera*. El lagar se cargaba con 60 canastas (*carretada*), carga que daba lugar a una bota de mosto, de unos 600 L.

A esta carga de uva se añadía yeso, con vistas a facilitar una operación posterior (*obtención del pié*), también porque el mosto logrado tenía mayor brillantez. Aunque el objetivo fundamental de añadir yeso era porque disminuía el pH del mosto, adecuado para realizar una fermentación óptima. Actualmente está autorizada la adición de yeso a los vinos de Jerez, dado que tienen pH elevados, al igual que los de Oporto.

La uva era pisada a pié por un grupo de pisadores, a ritmo lento y durante la noche para evitar las altas temperaturas que desfavorecía la calidad del mosto. El mosto salía por la *piquera* a la que se le ponía un *colador* para separar las partes sólidas, y se recogía en una *tina*, de la que se trasegaba a la *bota de recibo*.

Una vez pisada toda la carga de uva del lagar (*mosto de yema*), se procedía a la *formación del pié*, que consistía en agrupar los restos sólidos alrededor del husillo (el yeso ayudaba a mantener la verticalidad) y se envolvía con una faja de esparto, se colocaban dos piezas de madera denominadas *marranos* y se comenzaba a girar la tuerca (*marrana*) al principio con dos pisadores (*aprieto o tira*) y al final con cuatro pisadores (*esforzada*). Así se lograba el mosto de prensa y posteriormente se deshacía el pié y se volvía a formar hasta cuatro veces el pié, siendo lógicamente la calidad del mosto obtenido mucho menor (*agua-pié, espiirriaque, estrujón*), destinándose los últimos para vinagre o vino para quemar (obtención de alcohol vínico).

En este momento entra el mosto en contacto con un elemento esencial en los vinos de Jerez, que es la barrica, denominada *bota* en el marco, elaborada con duelas de roble americano. La fabricación de las botas es una labor muy peculiar y de alto contenido técnico, ya que consta de toda una serie de *labores* y se emplean un gran número de *herramientas o utensilios*, de forma que el arte de la tonelería tenía un alto valor artesanal y un léxico propio, de gran riqueza cultural. Actualmente las botas se elaboran mecánicamente y han ido desapareciendo muchas tonelerías y la profesión de tonelero (hace más de 500 años se fabricaban botas en Jerez), hasta el punto que existe actualmente una gran dificultad para encontrar a toneleros que arreglen botas.

El mosto en las botas, se trasladaba a la bodega que estaba en la población, aunque algunas bodegas lo almacenaban en la misma viña. El traslado de las botas de mosto se hacía inicialmente en carros llevados por animales y posteriormente por camiones. La carga de las botas de mosto en los carros era una labor también peculiar ya que tenían que quedar con la boca arriba, ya que durante el traslado se quitaba el tapón (*corcha*) pues podía tener lugar la fermentación espontánea por las altas temperaturas.

Las botas se almacenaban en la bodega ordenadas en *andanas*, hasta cuatro filas de botas, las faenas de almacenar las botas era muy peculiar realizadas por una *cuadrilla* de trabajadores (*arrumbadores*), empleándose utensilios propios (*espolín, cintero, calzos*, etc.).

## LA FERMENTACIÓN

La fermentación tenía lugar de forma espontánea en interior de las botas, gracias a las levaduras presentes en la pruina de la uva (en la superficie de la piel), inicialmente la fermentación era tumultuosa durante tres a siete días, muy exotérmica y con desprendimiento

de anhídrido carbónico. La temperatura de la fermentación es un factor clave por lo que había que regar diariamente el suelo de la bodega para intentar mantener el ambiente fresco. Posteriormente tenía lugar una fermentación lenta que tenía lugar hasta noviembre y el vino se va haciendo, simultáneamente se va limpiando gracias a la sedimentación de las *lias* que va teniendo lugar lentamente, con la ayuda de los fríos otoñales. Hay una frase popular que refleja el acto sublime de la formación del vino, “Por San Andrés el mosto vino es”, aunque aquí en el marco de Jerez se le sigue denominando *mosto* al vino recién fermentado.

Sobre la década de los sesenta del siglo pasado, comenzó a desaparecer la pisa a pie y algunas bodegas crearon centros de vinificación con un alto contenido tecnológico, hasta el punto de realizar la obtención del mosto en prensas incluso continuas, así como el tratamiento y trasiego de los mostos a depósitos de fermentación de acero inoxidable, con controles de temperatura de los mismos, todo totalmente automatizado. La investigación de la Universidad de Cádiz, ha ayudado considerablemente a la implantación de estas innovaciones tecnológicas, con vistas a obtener mostos y vinos de mayor calidad.

## TIPOS DE VINOS

Una vez finalizada la fermentación lenta de los mostos, tiene lugar la primera clasificación del vino recién fermentado (o mosto en la zona). Aparece en este momento una figura importantísima, como es la del catador, ya que éste mediante el análisis sensorial, evalúa la calidad del mosto y determina el futuro del mismo. Así, antiguamente en botas y actualmente en depósitos, se clasifican los mostos en finos o olorosos, según las características organolépticas de los mismos, a los que no tienen aún una personalidad determinada se dejan evolucionar para una segunda clasificación. La clasificación se realiza aprovechando la época del deslío (diciembre-enero), teniendo lugar también encabezado de los mostos a distinta graduación según la clasificación obtenida, así los finos, se encabezan hasta 15° y los olorosos hasta 17°, denominándose ambos *sobretablas*.

El encabezamiento va a marcar los dos tipos de crianza que van a seguir los sobretablas (Fig. 4):

- a) Crianza biológica, con velo de flor (sobretabla a 15°)
- b) Crianza físico-química, sin velo de flor (sobretabla a 17°)

La diferencia entre los dos sistemas de crianza, radica en que la biológica crea en la superficie del vino una capa de levaduras (velo de flor), protegiendo al vino de la oxidación, manteniendo un color amarillo pálido, dando lugar a los vinos finos o manzanillas y la físico-química, al no existir el velo de flor, está sometido a oxidación continua por el aire que penetra por los poros de la bota, evolucionando el color progresivamente, dando lugar a los vinos olorosos. Existe un tercer tipo de vino que es intermedio, con una primera fase de crianza biológica y una segunda fase con crianza físico-química, dando lugar a los vinos amontillados. Entre estos tres tipos de vinos existe toda una gama diferenciada, según la evaluación hacia uno u otro, por ejemplo, entre los amontillados y los olorosos se encuentra el apreciado palo cortado.

La amplia gama de los diferentes tipos de vinos, dan a lugar a características organolépticas muy diferentes entre ellos, lo que constituye la gran riqueza y el gran arte de los vinos generosos de Jerez, que con una misma variedad de uva blanca, la Palomino Fino, se logran toda una gran gama de vinos de diferentes colores, sabores y aromas.

Por otro lado se encuentran los vinos dulces naturales, que se basan en las variedades de uvas blancas Pedro Ximenez y Moscatel, convenientemente soleadas hasta casi pasas, los mostos obtenidos son fermentados con gran dificultad, normalmente se paraliza la misma mediante la fortificación con alcohol vinico, lográndose vinos con una gran riqueza en azúcares.

Por último se encuentran los vinos de cabeceo o vinos generosos de licor, que son vinos de mezclas entre los vinos generosos secos y los dulces naturales, obteniéndose el Cream, el Medium o el Pale Cream. El arte de usar la mezcla adecuada por cada bodega, hace que se tenga una gran variedad de estos tipos de vinos.

## ENVEJECIMIENTO POR SOLERAS Y CRIADERAS

Finalmente los vinos logrados se someten al período de envejecimiento, siendo muy particular el sistema tradicional de *soleras y criaderas* en Jerez, que consiste en mezclar vinos de distinta vejez. Así los vinos están ordenados de mayor a menor vejez (solera, 1º criadera, 2ª criadera, etc.), de forma que el vino a extraer se *saca* una porción de cada bota de la *solera* (mayor vejez), a su vez ésta se repone o *rocía* de la que le sigue en vejez (1º criadera) y así sucesivamente, hasta que la última criadera se repone con el *sobretabla* correspondiente (Fig. 5).

Con este sistema peculiar, se intenta que los vinos siempre tengan el mismo perfil, independientemente de la cosecha, y así los vinos mas viejos se van refrescando de los más jóvenes y los más jóvenes se van enriqueciendo de los más viejos.

Todas estas operaciones de *saca y rocios* (*correr escalas*), se realizaban por arrumadores utilizando una serie de utensilios como *la jarra, la canoa, bombas de trasiago, banco de trasiago, canutos*, etc. Actualmente el sistema se sigue realizando pero se ha incluido la mecanización completa, hasta el punto de estar totalmente automatizado.

Otro factor esencial en los vinos de Jerez ha sido y sigue siendo, la bodega de crianza, cuya arquitectura se diseñó para procurar la máxima aireación y mantener un ambiente húmedo, ya que la temperatura es fundamental en la crianza de los vinos, particularmente en los finos y manzanillas. Debido a que los cambios bruscos de temperatura afecta a la consistencia de velo de flor y por tanto a la protección de la oxidación de los vinos, las bodegas están orientadas adecuadamente, para que a través de sus ventanas entre el aire fresco de poniente y tienen techos muy altos para facilitar la aireación. Actualmente algunas bodegas tradicionales, tienen incluido sistemas automatizados de regulación de temperatura y humedad para procurar mantener la estabilidad del velo de flor.

Los vinos una vez sacados de la solera se sometían tradicionalmente a una clarificación con *tierra de Lebrija* y *clara de huevo*, la yema sobrante se utilizaba para elaborar de dulces (“tocino de cielo”), llevándose a cabo faenas de bodegas muy laboriosas y

particulares, ya que estas prácticas se hacían bota a bota, empleándose múltiples utensilios bodegueros.

La expedición de los vinos acabados se hacía inicialmente en botas que se transportaban en barcos, teniendo un gran papel en la actividad vitivinícola, los puertos de la provincia, como el Puerto de Santa María y especialmente Cádiz, conviene aquí destacar que la segunda línea de ferrocarril de España fue la de Jerez-El Puerto de Santa María, precisamente por la gran actividad económica del vino de Jerez.

Posteriormente, las expediciones fueron evolucionando en damajuanas o garrafas, hasta llegar a las botellas, con la automatización y robótica actual del embotellado. Igualmente ha ocurrido con los tratamientos finales del vino, usando clarificantes muy específicos y otros sistemas de estabilización final de vino (frío, membranas, etc.) con un alto componente tecnológico, incluso en la fase final del embotellado en atmósfera inerte.

Finalmente conviene concluir cómo el peso de la historia ha influido considerablemente en la evolución científico-técnica de los vinos de Jerez, así como la investigación colaborativa de la Universidad de Cádiz y el Centro Andaluz de Investigaciones Vitivinícolas (CAIV) actualmente, obteniéndose vinos de alta calidad y de gran valor añadido por su sistema peculiar de envejecimiento.

## FIGURAS



Fig. 1 Canasta tradicional de vendimia jerezana

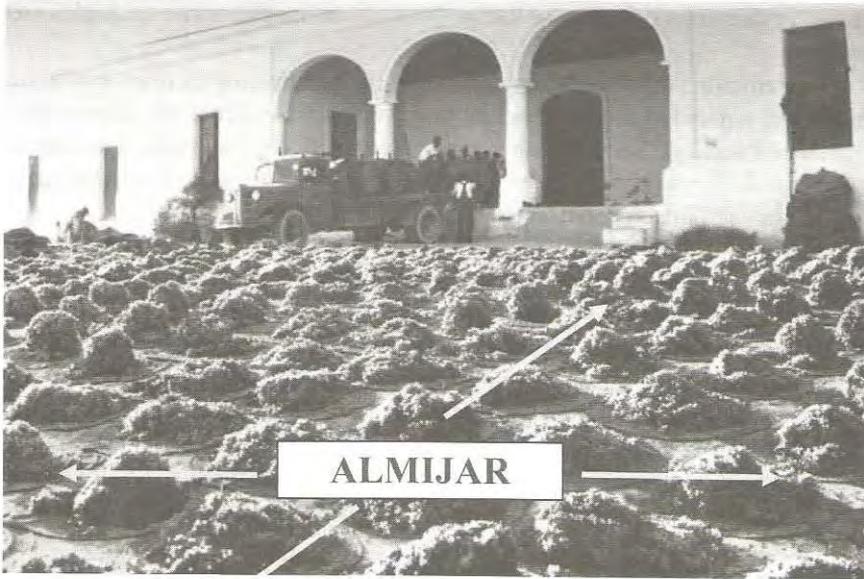


Fig. 2 Almiar lugar donde se practicaba el soleo de las uvas



Fig. 3 Lagar típico jerezano donde se pisaba la uva



Fig. 4 Tipos de crianza de los vinos de Jerez

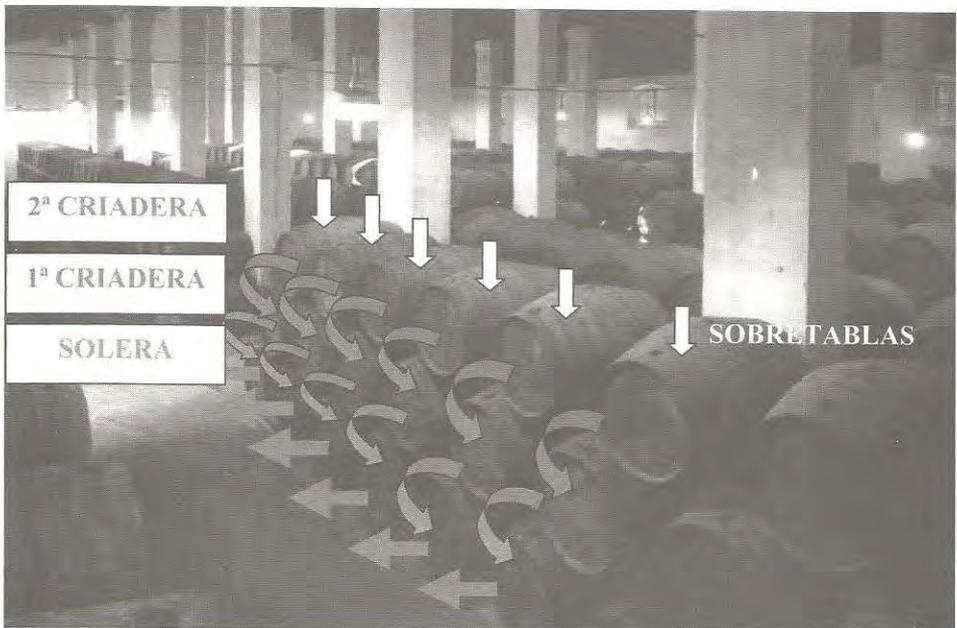


Fig. 5 Sistema de envejecimiento por soleras y criaderas



# OTRA LECTURA DEL QUIJOTE: AHORA DESDE LA ALQUIMIA

MANUEL CASTILLO MARTOS  
UNIVERSIDAD DE SEVILLA

## RESUMEN

*El Quijote de Cervantes se le ha relacionado con las ideas alquímicas, como ya se hiciera con la Divina Comedia. Quizás su estilo literario y su humor irónico y grotesco, al más puro estilo español, le permite al lenguaje simbólico tratarlo con la seriedad que los temas sobre la Piedra Filosofal requieren.*

*La Alquimia responde a unas concretas posturas existenciales que no se identifican con período histórico alguno, sino que ha permanecido aletargada en el inconsciente de la humanidad, resistiendo los envites de las distintas culturas que se han ido sucediendo, pero sin que su esencia cambiase un ápice por ello. Se trata más bien de una actitud humana común e intemporal, que ha formado parte del sentir de todos los tiempos, o mejor que desafía al tiempo convencional.*

**Palabras clave:** Alquimia, Quijote, Cervantes.

## ABSTRACT

*It is probable that Cervantes' Quijote has been related to alchemical ideas. Perhaps his literary style and his crude and ironic sense of humour, in true Spanish fashion, permits the symbolic language to be taken seriously in the way that themes dealing with The Philosopher's Stone require.*

*The Alchemy responds to a few concrete and existential positions, it is not identified with any particular historical period, but remains stretched through the subconscious of*

*humanity, withoutn changing it's essence in the slightest and resisting the pulls from the various different cultures with which it has dealt.*

**Keywords:**        *Alchemy, Quijote, Cervantes.*

La alquimia va a ser la atalaya desde la que vamos a leer la obra cervantina, y debemos anticiparnos a decir que las conexiones de la alquimia y la literatura son complejas y lamentablemente poco conocidas. Cuando el teólogo sueco Emanuel Swedenborg, que pasó la mitad de la vida conversando con los espíritus, un impreciso día de 1771 sintió que le faltaba poco para morir, vaticinó la fecha en que sucedería y se preparó para el tránsito con lucidez. El 22 de marzo del año 1772, a las cinco de la tarde, despertó de una larga siesta en compañía de una criada y dos de sus discípulos.

“¿Son ya las cinco? preguntó, de buen humor.

Le respondieron que sí.

¿Ha llegado la hora, entonces?, dijo. Les doy las gracias por todo. Que Dios los bendiga”.

Y sin más comentarios, murió en ese instante”.

Casi todos los hombres imaginan la muerte con temor, salvo aquellos que la esperan. Cervantes, en el último capítulo (LXXIV), pone a Alonso Quijano el Bueno en un trance similar al de Emanuel Swedenborg para morir: después de dar un hondísimo suspiro, no sin antes consolar a quienes se encontraban en su alcoba entristecidos por la muerte que se avecinaba, y decirles “*Señores, vámonos poco a poco, pues ya en los nidos de antaño no hay pájaros de hogaño [...] don Quijote había pasado de esta vida de esta presente vida y estaba muerto naturalmente*”. ¿Podemos pensar que don Quijote veía en la muerte la resurrección de los alquimistas? No obstante, el hombre en su naturaleza humana y de aquí piensa que no son las grandes tragedias las que echan abajo las cajas del teatro de nuestra vida sino la muerte de algún amigo fiel que sin darnos cuenta nos sustentaba, al menos, espiritualmente.

Las reflexiones que vienen ahora surgen después que la Universidad de Castilla-La Mancha publicara mi libro sobre la relación que hay entre la Alquimia y el espíritu de don Quijote<sup>1</sup>, obra enmarcada en los fastos celebrados en dicha Comunidad Autónoma con

<sup>1</sup> Véase CASTILLO MARTOS, El espíritu alquímico de Don Quijote.

motivo de los 500 años de la inmortal obra cervantina. Aunque hay quienes critican estas conmemoraciones por resultarles empalagosa y parecerles un vano pretexto para popularizar obras clásicas nunca está de más utilizar aniversarios para demostrar que las obras clásicas son tales precisamente por su formidable resistencia a desaparecer. Han vencido a la muerte y las recordamos por tal cualidad sobre humana. De hecho siguen tanto más vivas cuanto más se las recuerda y cuanto más las recuerdan. Y en parte, porque se las recuerda, porque las recordamos. Ni las técnicas de reproducción, ni la canalización de las modas, ni la homogeneización capitalista, ni la razón instrumental han podido ni podrán nunca despartarlas. Son indestructibles. Tienen en el tiempo a su aliado porque en él se prueba que son pozos inagotables de sentido. El pasado vuelve una y otra vez con toda su poderosa capacidad metafórica. El pasado lo estamos haciendo cada día, está abierto y vivo. Pero a veces, paradójicamente escudados en la modernidad, sentimos miedo del pasado.

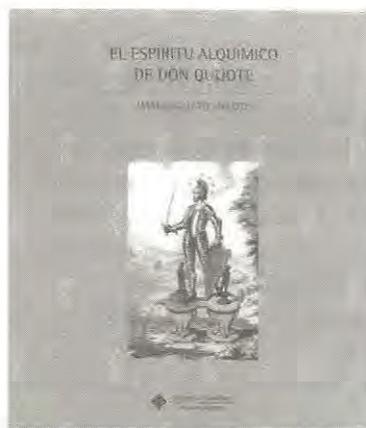


Figura 1

Camuflados en elogios hiperbólicos, advertimos los ataques más sibilinos a los clásicos, como si a algunos se les atragantaran con el menor pretexto. En realidad, creo yo, ya se les indigestaban antes de las conmemoraciones. Acaso por padecer el prejuicio de que toda obra artística contemporánea debe cumplir con la condición de instalarse en la ruptura con el pasado, confundiendo libertad con novedad, y si todo lo que no es tradición es plagio, podemos asegurar también que en nosotros está la facultad nietzscheana de elegir nuestra genealogía entre las gentes y obras del pasado. Sólo que los clásicos están fuera de la esfera del tráfico de favores, y pudiendo ser padres raramente podrían ser padrinos de nadie.

En cuanto a la renuencia, tan reaccionaria en el fondo, a aceptar el pasado en forma de centenario, nos descubre una puerilidad candorosa: creerse tanto que nada ni nadie puede enseñarnos algo nuevo y valioso. Quizás lo que le moleste a algunos es no sólo tener que compartir la excelencia con otros millones de seres, sino tener que hacerlo a la vez que ellos, en esa lógica que apesta a señorito español. ¿Era Cervantes y su “Don Quijote” mejor cuando sólo lo leían unos pocos? No nos confundamos, la mayoría hoy la constituimos casi todos. La minoría son los clásicos.

## -2-

**2-a** La persistencia de una pseudociencia en el mundo moderno, como la Alquimia, se debe a que no carece la ciencia de relaciones con el conocimiento técnico, la protociencia y la pseudociencia. En primer lugar, la ciencia utiliza las habilidades artesanas, las cuales, a su vez, se enriquecen frecuentemente gracias al conocimiento científico. En segundo lugar, la ciencia utiliza algunos de los datos en bruto conseguidos por la protociencia, aunque muchos de ellos son inútiles por irrelevantes. En tercer lugar, a veces, una teoría científica y una ciencia han nacido de una pseudociencia..

Una pseudociencia no contrasta, no corrige sistemas de hipótesis (teorías) que reproduzcan la realidad sino que intenta influir en las cosas y en los seres humanos: como la Alquimia que tiene un objetivo primariamente práctico, no cognitivo, se presenta ella misma como ciencia a diferencia de la magia.

No cabe duda que la fuente de la ciencia está en la capacidad de búsqueda, la resolución de determinados problemas e incluso la modificación de sus estructuras de comportamiento para adaptarse a nuevas situaciones, y el hombre es el único ser vivo capaz de inventar problemas nuevos, de sentir la necesidad y el gusto de añadir dificultades a las que le plantean el medio natural y el medio social. Aún más: la capacidad de percibir la novedad, de ver nuevos problemas y de inventarlos es un indicador del talento científico y tecnológico, y consiguientemente un índice del lugar ocupado por el hombre en sociedad.

Sólo en la medida en que se asumen los conceptos anteriores, podemos entender lo que significó inventar, hallar y descubrir. Y este es precisamente el concepto filosófico que distingue el aprovechamiento de las menas mineralógicas: la explotación y transformación de la riqueza del subsuelo americano. Únicamente asimilados estos presupuestos, podemos hablar de inventores como Bartolomé de Medina y su proceso de amalgamación a gran escala para obtener plata. Estas ideas tuvieron influencia en la literatura especializada, por ejemplo, las obras escritas en América de Álvaro Alonso Barba y Luis Berrio de Montalvo no están al margen de ideas alquímicas, tal como hicieron en Europa Robert Boyle e Isaac Newton, que a pesar de su propia interpretación corpuscular de la Alquimia, seguían ateniéndose al concepto tradicional y vitalista del proceso alquímico.

Hoy vemos al científico como al pensador especialista que se mueve por territorios en los que las fronteras se marcan con precisión; como al tenaz explorador de dominios poblados por edificios (teorías y experimentos) que se definen con nitidez, se relacionan según reglas que obedecen a los principios de la lógica matemática, y se someten a ese cruel juez que es la comprobación. Pero no siempre fue así. La historia de la ciencia da testimonio de lo difícil que ha sido identificar fronteras en el estudio de la naturaleza, así como expulsar de su seno falsos protagonistas. Cuanto más atrás nos remontamos en el pasado, más patente es semejante hecho; pero que nadie se confunda, ello no significa que no hubiese entonces ni indagación científica ni científicos, sólo que los criterios y posibilidades eran otros.

**2-b** Desde fines de la Edad Media surge una conciencia especulativa que afecta menos a los alquimistas que a quienes pretenden servirse de ellos en su propio beneficio. La idea de la obtención de oro se superpone a la intención de que dicho oro se utilice como piedra de

toque que sirva de testigo de haber alcanzado el fin trascendente perseguido por el alquimista al emprender la Obra. Del mismo modo, la obsesión por alcanzar la inmortalidad o, al menos, la prolongación de la vida y la supresión de las enfermedades, sustituye a la de la obtención trascendente del elixir capaz de realizar ese milagro de la naturaleza. Es sobre todo entonces cuando surgen poderosos jerarcas que recurren a los alquimistas en su propio -e hipotético- beneficio y que, a cambio de facilitarles la posibilidad de entregarse a su práctica sagrada, esperan de ellos la obtención de esa sustancia pura: piedra, elixir o proyección, que les permitirá enriquecerse con el oro -o, en su caso, con la plata- que sean capaces de producir, o la de esa otra sustancia presuntamente milagrosa que les podrá prolongar la juventud.

La Alquimia se divide en Alquimia Antigua, Alquimia Cortesana, Alquimia Medieval-Árabe y Alquimia Moderna<sup>2</sup>. Ésta se da en el Renacimiento, cuando junto al resurgimiento de la tradición clásica se constata un fuerte interés por la Alquimia, la Hermética y el Neoplatonismo. Aun cuando las doctrinas alquímicas antiguas y medievales seguían teniendo un papel preponderante, destacaba en la Alquimia renacentista una afinidad con la cosmología neoplatónica en la que se resaltaba la importancia de los entes espirituales como lazos de unión entre Dios y los hombres y que constituía una alternativa válida a la filosofía natural de Aristóteles.

El auge de la Alquimia, desde la Baja Edad Media hasta entrada la Edad Moderna, se debe, entre otras razones, al patrocinio dado a los alquimistas por parte de Felipe II, los Medici, Rodolfo II y Leopoldo I, entre otros. Por ejemplo, Johannes Aurelius Augurellus, dedicó su poema alquimista *Crysopepeia* (1515) al papa de los Medici, León X, pontífice promotor de las Bellas Artes y también de la Alquimia. Los Medici de Florencia (Cosimo I, Ferdinando I, Francesco I y su hijo Antonio) mantenían en su corte a alquimistas e incluso practicaban el arte ellos mismos. Los alquimistas también encontraron apoyo en las cortes alemanas pues muchos nobles estaban interesados en la fabricación de oro y en los conceptos filosóficos de la Alquimia. Algunos de los principales promotores de la Alquimia cortesana fueron Moritz von Hessen-Kassel, pero ante todo Rodolfo II de Praga, quien protegió y patrocinó entre otros a Michael Maier, Martin Ruland, John Dee, Michael Sendivogius, Heinrich Khunrath y Leonhard Thurneysser. En España están Carlos V y, en lugar destacado, Felipe II.

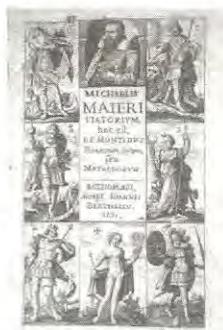


Figura 2

<sup>2</sup> Para ampliar los conceptos de esta división ver el libro de PRIESNER Y FIGALA.

Lo mismo que sucede en la práctica totalidad de Europa, en los reinos españoles anteriores a la unidad política de la Península Ibérica se dan ya casos de esta suerte de mecenazgo alquímico esencialmente opuesto, aunque no por eso necesariamente enemigo, de la doctrina cristiana con la que todos comulgan. Hay abundante documentación que prueba que reyes como Juan I el Cazador, monarca de la Corona de Aragón (1350-1395), tuvo a su servicio *alquimiyares* como, maese Durán Andreu, Bernat Tolván y Jaume Lustrach, al parecer sin éxito palpable. Se conoce que, al menos, el último siguió trabajando en la Obra cuando murió Juan I y subió al trono su hermano Martín el Humano. El nuevo rey, sin embargo, se cansó pronto de no ver resultados positivos de aquellas experiencias y mandó llamar a la corte de Barcelona a Lustrach, dispuesto a hacer en él un escarmiento por la estafa de la que creía ser objeto. Sin embargo, se limitó a dejarle marchar a instancias de su esposa, quien al parecer recibió constantes súplicas para la indulgencia por parte de influyentes seguidores de la doctrina de Llull, y tal vez le hicieron ver la auténtica trascendencia del trabajo alquimista, independientemente de que se tradujera en la obtención de oro material.

Peor suerte corrió, en tiempos de los Reyes Católicos, el alquimista Fernando de Alarcón, natural de Cuenca, contratado por el arzobispo de Toledo don Alonso Carrillo para que hiciera oro con el que pagar las obras de caridad que el prelado quería hacer, según Hernando del Pulgar. Si fue con ese fin o con otro más inmediato y egoísta, no se sabe. Lo cierto es que, pasado el tiempo, el arzobispo pudo comprobar que el dinero invertido en el trabajo del alquimista lo perdió, así que lo llevó a juicio, fue condenado a muerte, y el pobre filósofo con quense fue decapitado en la plaza toledana de Zocodover. El interés de Carlos V estaba dividido entre la Magia y la Alquimia, como lo demuestra el hecho de rodearse de personas como John Dee y Heinrich Cornelius *Agrippa de Netteshem*.

Desde los primeros años del siglo XVI, y más en el Renacimiento, se marca la transición entre Alquimia y Química, transición que por su lentitud propició cierto solapamiento entre ambas. Salvo los alquimistas-adeptos que continuaron aferrados a las normas tradicionales, la mayoría de los practicantes de laboratorio, poco a poco, fueron considerándose alquimistas-químicos y más tarde, más químicos que alquimistas. Buscaban una utilidad práctica en sus manipulaciones, dejando a un lado la laboriosa y casi quimérica obtención de la *Piedra Filosofal*, o la consecución de místicas y poco explicables transformaciones espirituales del operador, lo que proporcionó el descubrimiento de nuevos productos químicos de utilidad práctica, con los que se comenzó a colocar los cimientos de lo que, posteriormente, sería una Química aplicada a la industria Técnica. John Dee<sup>3</sup> (1527-1608) se interesó por la Filosofía Natural, incluyendo la Alquimia y la Química, y su entusiasmo por las Matemáticas y la Geometría le llevó a la convicción que podría aplicar sus principios para estudiar alguna faceta de fenómenos naturales, incluso pensó usarlos para la determinación cualitativa de compuestos medicinales. Asimismo, a *Agrippa de Netteshem* Carlos V lo nombró su cronista oficial, y como alquimista escribió el tratado esotérico *De Occulta Philosophia*<sup>4</sup>, uno de los hitos de la literatura ocultista de su tiempo, dedicado al abad

<sup>3</sup> Clulee, N.H., "John Dee's Mathematics and the grading of compounds qualities", *Ambix*, vol. XVIII, nº3, págs. 178-211, 1971.

<sup>4</sup> En 1992 se hizo una edición por Alianza editorial, con introducción, traducción y notas de Bárbara Pastor de Aroza.

Trithemio, de quien se afirma que fue un gran iniciado. La magia tenía por objeto el estudio de las fuerzas de la naturaleza, unida al arte de curar, era considerada como una ciencia secreta. Se atribuían a la acción de espíritus invisibles, las manifestaciones de la vida orgánica y los grandiosos fenómenos de la naturaleza. En uno de los inventarios que se hicieron tras la muerte del emperador, se mencionan “*dos piedras filosofales que le regaló el doctor Beltrán*” -quien se dedicaba a la Alquimia, al parecer con éxito, cuyos experimentos eran conocidos por Carlos V- y es posible que el emperador conservara éstas por motivos supersticiosos, o como piedras preciosas; también poseía pequeñas cantidades, no especificadas, de *polvo de proyección*. Hasta se ha dicho que en sus últimos años mantuvo contacto con la Alquimia espagírica a través de su médico boloñés Leonardo Fioravanti que siguió al servicio de su hijo Felipe II en el laboratorio de la Botica de El Escorial<sup>5</sup> persiguiendo obtener la piedra filosofal considerada una panacea universal en su mayor grado de perfección: según Roger Bacon una sola parte de ella bastaba para convertir en oro un millón de partes, o según Raimond Llull, mil millones de partes de metal común; sin embargo para Basilio Valentín sólo ascendía a 70 partes de metal común, y según John Price, último fabricante de oro del siglo XVIII, dicho poder era sólo de 50 a 60 partes. Para preparar la piedra filosofal, era preciso ante todo obtener la primera materia, la tierra virgen, sólo podía descubrirse por los iniciados. Adquirida esta tierra, dice Isaac Hollandus, la preparación de la piedra filosofal, no es más que un trabajo de mujer, un juego de niños<sup>6</sup>.



Figura 3

Hacia la mitad del siglo XVI las creencias supersticiosas o esotéricas tenían buena acogida en distintos niveles de la sociedad española, aunque algunos historiadores españoles han afirmado que España en aquella época estaba exenta de magia y esoterismo y que sólo la practicaban gente procedente del mundo rural y de mala intención. Este panorama tan idílico ha sido invalidado por historiadores como Caro Baroja, que ha demostrado la difundida participación de españoles en prácticas esotéricas. En este aspecto, la sociedad española no fue diferente a la de Francia, Italia o Alemania, donde había predilección por la superstición, el esoterismo y las creencias religiosas ortodoxas. La palabra superstición hay que usarla con cuidado, y aquí no es anacrónica. En el siglo XVI se empleaba por quienes pretendían erradicar las creencias sospechosas, o para designar a los practicantes de las ciencias esotéricas que deseaban justificar sus actividades como lícitas.

<sup>5</sup> GARCÍA FONT, págs.207-210.

<sup>6</sup> LIEBIG, pág.276.

Felipe II, de personalidad anancástica, ha sido objeto de interpretaciones contradictorias. La propaganda protestante lo presentó como la encarnación del diablo. Guillermo de Orange, líder de la sublevación holandesa, lo acusó de maquinaciones diabólicas y de conspirar para matarle envenenándole, lo que en esa época se asociaba con la hechicería. En la España del XVII, aparecieron retratos completamente diferentes, de carácter elogioso, como el que hace Baltasar Porreño en su obra de 1628, *Dichos y hechos del Rey D. Felipe II*. Este trabajo ha sido utilizado hasta tiempos recientes, aunque en muchos casos falseando la realidad del pensamiento de Felipe II hacia lo esotérico, como se comprueba en trabajos como los de G. de Andrés, *Los libros de la Testamentaria de Felipe II (1601)* en "Documentos para la Historia del Monasterio de San Lorenzo el Real de El Escorial". Por parte de Robert Taylor en *Architecture and Magic. Considerations on the Idea of the Escorial* y de D. Frasser en *Essays in the History of Architecture presented to Rudolf Wittkower* defendieron la profunda implicación del monarca en lo esotérico. Taylor ha demostrado la creencia de Felipe II en los pronósticos hechos por la astrología, e interpreta a El Escorial como un diseño mágico basado en el círculo, cuadrado y el triángulo, además que las piedras de cimiento de El Escorial y más tarde las de su iglesia fueron colocadas en momentos astrológicamente favorables, cuando Saturno y Júpiter, los dos planetas asociados con él estaban en conjunción. Aparte de estas consideraciones está el numeroso fondo bibliográfico de obras esotéricas en la biblioteca escurialense. Y la simpatía y acogida del rey a todo cultivador de la astrología.

Es preciso recordar, para apreciar debidamente el carácter de la Alquimia, que hasta el siglo XVI la Tierra era considerada como el centro del universo. En aquella época se creía que existía una relación íntima entre la vida, el destino de los hombres y el movimiento de los astros. "*Irradiadas las fuerzas creatices, desde todos los puntos del cielo hacia la tierra, ocasionan las cosas terrestres* (Roger Bacon). *Cuando se come el pan, dice Paracelso, ¿no se saborea a la vez el cielo, por la lluvia fecundante, la tierra por el sol, y el sol por sus rayos calientes y luminosos, contribuyen a producir el pan, y todo se halla en él reunido?*" Se creía leerse en las estrellas lo que pasaba sobre la tierra, así como debía efectuarse en esta lo que estaba escrito en el cielo. Marte, Venus o cualquiera otro planeta, dirigía los acontecimientos de la vida de cada hombre, desde su nacimiento.

La afición de Felipe II a las obras esotéricas de Raimundo Llull es clara y bien conocida, quizás Juan de Herrera influyera en ello, pues éste se interesó por las doctrinas de aquél como se refleja en una extraordinaria colección de libros que abarcaba todas las ramas del saber renacentista: matemáticas, alquimia, filosofía hermética, y una colección especial de los escritos de Llull, llegando a hacer un discurso lulista sobre las propiedades del cubo en su obra *Tratado del cuerpo cúbico conforme a los principios y opiniones del Arte de Raimundo Llull*, obra de hondo sabor hermético que expone las ideas acerca del cuaternario elemental e interesantes disquisiciones sobre el cubo, como triplicidad del cuaternario o piedra de perfección que aunque no entran ciertamente en el campo de la Alquimia, resuman concepciones teóricas que constituían su base doctrinal. Así, por ejemplo, la fusión de elementos que descubre el carácter "circular" del cuadrado para que se alcance la máxima

<sup>7</sup> Para abundar en el tema consultar: Discurso del Señor Juan de Herrera, aposentador Mayor de S.M., sobre la figura cúbica, Editora Nacional, Madrid, 1976.

perfección es un tópico común que se halla con frecuencia en los textos alquímicos, y su plan para establecer un instituto de enseñanza lulista en su ciudad natal [Movellán (Santander)], muestran el grado de su entusiasmo. No es extraño, pues, que la constante presencia de Herrera despertara el interés del rey por estos temas hasta el punto que en 1577 Felipe II comenzó a asegurarse una rápida colección de los escritos de Lull para su Biblioteca en El Escorial. Benito Arias Montano (1527-1598) le aconsejó se dirigiera a los virreyes de Cataluña y Aragón para conocer dónde y quiénes tenían esos tratados. Por estos medios la biblioteca lulista de El Escorial pronto albergó un gran repositorio, muchas de cuyas obras fueron leídas y anotadas por el propio monarca.

Juan Seguí, canónigo y rector de la Universidad de Palma de Mallorca donde dirigió estudios lulistas, fue autor de *Vida y hechos del glorioso doctor y mártir Ramón Lull*, obra que inició a Carlos V y en especial a Felipe II en las doctrinas de Lull. Además su interés y entusiasmo por la alquimia práctica operativa le indujo a redactar y a recopilar textos lulianos sobre alquimia que no llegaron a publicarse. Por otra parte, pensaba que Felipe II, al igual que su padre, debía crear colegios donde los estudiantes aprendieran el Arte de Lull, lo que no consiguió. No obstante, Herrera consiguió que Pedro de Guevara tradujera *Ars magna*, y *Arbor scientiae* de Lull, y que el rey estableciera la Academia de Matemáticas en Madrid en 1584 siguiendo el modelo de la institución de Lisboa con el fin de demostrar el fundamento matemático de varias ramas de la técnica, combinando teoría y práctica, y elevar el nivel de la práctica contemporánea uniendo a los intelectuales y profesionales.

A pesar de que la filosofía y el pensamiento de Lull no estaba libre de sospecha, puesto que en el siglo XIV había sido condenada por la Inquisición aragonesa, y después por varios papas, Felipe II presionó en Roma hasta conseguir que cambiaran la reputación de Lull, incluso llegó a solicitar su canonización. ¿Por qué era la filosofía de Lull tan atractiva para el monarca? ¿La consideró la clave para el conocimiento universal, un camino para elucidar los misterios religiosos o como un medio de convertir a los infieles? Estos objetivos no eran separables para Lull, aunque puede que lo fueran para Felipe II. La obra preferida era *Blanquerna*, pero como en ella hay la mezcla habitual de temas, no nos ayuda para aclarar las dudas anteriores. En este mito, Blanquerna después de lograr la sabiduría en un bosque mediante la contemplación, se convierte en Papa y enseña el "arte" de Lull, prometiendo que esto aseguraría no sólo el dominio de la teología, la medicina y otras ciencias naturales, sino también la conversión de los infieles.

En la biblioteca de El Escorial, las obras pseudos-lulianas forman parte de la gran colección de tratados alquímicos, utilizados por Felipe II cuando practicaba la Alquimia. Como Venecia era una importante fuente de manuscritos y libros impresos sobre alquimia y otras ciencias ocultas, en abril de 1572 el rey ordenó a su embajador en aquellas tierras, Diego Guzmán de Silva, que investigara su disponibilidad. Entre mayo de 1572 y julio de 1573 se compraron 167 manuscritos griegos y 234 latinos a libreros y coleccionistas privados -como Matteo Dandolo- pagando por ellos 637 escudos. A un alemán Daniel Ulstath, le compraron 26 manuscritos alquímicos en latín y en italiano, los cuales incluían el *Codicillus* y otras obras falsamente atribuidas a Lull, también incluían textos atribuidos a Geber, obras de Arnaldo de Vilanova, Juan de Rupeçissa y Christopher de París, y tratados anónimos de trasmutación. Dos hermanos de Corfú, Nicephoro y Michael Eparcho, suministraron 64

manuscritos griegos antiguos, incluida una obra anónima *Liber de inveniendis Thesaurus hoc est de Alchimia*. Aún en 1579 continuaban llegando a Alicante cajas de libros procedentes de Venecia.

Felipe II, durante su estancia en los Países Bajos, 1555-1559, se vio por primera vez implicado en experimentos alquímicos, y acuciado por las deudas y por las demandas de la guerra que agravaron la crisis financiera, buscó un remedio alquímico para su escasez de moneda, toda vez que las importaciones de plata americana no habían alcanzado aún las elevadas cantidades que entrarían a partir de 1560, poco después de la invención del método de amalgamación a gran escala de Bartolomé de Medina.

Por Michael Suriano sabemos que el rey contrató primero a un alquimista italiano, Tiberio della Rocca, y después a uno alemán, Peter Sternberg, que trabajaban bajo la supervisión de Ruy Gómez de Silva, amigo del monarca y Consejero de Estado, a quien se le habían pagado 2.000 ducados por los experimentos que realizó en Mechelen, cuando de *una onza de su polvo* convirtió 6 onzas de mercurio en 6 de plata. Felipe II estuvo presente en algunos de estos experimentos. Con esta plata el rey pretendió pagar a sus tropas pero no la aceptaron por ser de una calidad inferior, aunque soportaba la prueba del martilleado, no superaba la del fuego. Por esto y otras cuestiones la Alquimia era considerada frecuentemente frívola o potencialmente pecaminosa por su asociación con el fraude, y el napolitano Gesio advirtió a Felipe II que las *"obras del diablo son siempre atribuidas a sus autores; los nobles adquieren infamia por la plata u oro falsa o alquímica"*. No obstante, tras su regreso a España el rey continuó patrocinando a los alquimistas, y realizando personalmente experiencias. Aunque en los primeros años de la década de 1560 Felipe II estaba casi desengañado de poder obtener plata y oro de cobre, plomo o estaño; pero como suponía que la Alquimia ofrecía otra recompensa: la conservación de la salud, persistió y en 1564 nombró al flamenco Francis Holbeck para que trabajara en Aranjuez, quien suministró a los médicos reales medicinas preparadas con mirto, mejorana y otras plantas. Al final del reinado de Felipe II, otros continuaron desarrollando la misma función en Aranjuez, como Giovanni Vicenzio Forte que había cumplido *"las frecuentes órdenes de Vuestra Majestad de preparar quintaesencias según la práctica de Llull para la salud del cuerpo"*. Para preparar medicinas a la familia real se comenzó en 1585 la construcción de *La Botica de El Escorial*.

En 1567, Pedro del Hoyo, secretario de Felipe II, contrató por orden de éste a dos hermanos alquimistas y les equipó un laboratorio, con horno, para que obtuviesen oro alquímico. Del Hoyo informaba, mediante notas, al rey de los trabajos y de los gastos, y en muchas de ellas el propio rey añadía algunas apostillas de carácter privado, que dejaban clara su satisfacción: *"En verdad que, aunque yo soy incrédulo de estas cosas, que de esta no lo estoy tanto, aunque no es malo serlo; porque si no saliese, no se sintiera tanto; pero de lo que hasta ahora se ha visto y a vos os parece, así de la obra como de las personas, no estoy tan incrédulo como lo estuviera si esto no fuera así"*. También dio cuenta de sus progresos en estos términos: *"Los del secreto tienen por sin duda ser puro oro lo que se produjo de la materia que se mezcló pero dicen que, para volverlo al color perfecto, porque ahora todo parece negro es menester hacer hoy otras diligencias y volverlo, al fuego. ...Preguntaba yo anoche a uno de los hermanos si con buena diligencia se podrían hacer siete u ocho millones [de oro] en un año; respondiome muy en sana paz que y aun veinte"*.

Al poco tiempo comienza a haber retrasos, las notas se van plagando de esperas y de excusas, a una de ellas apostilla el rey; “*No hay que decir, sino esperar el suceso*, y a otra: *Muy bien ha sido consentirles que hagan lo que les pareciere, aunque a mí no me contentan estas mudanzas; pero tanto más conviene no darles causa a que digan que no se acertó por no hacer lo que les pareció*”. Todo hace suponer que no se obtuvo lo que el rey esperaba<sup>8</sup>.

La existencia de varios tratados de Alquimia entre los libros que Felipe II depositó en la biblioteca escurialense procedentes de su colección particular y la inclinación hacia las doctrinas lulianas manifiestan que el rey sabía de la relación oculta entre objetos y conceptos, así como los contactos entre el mundo divino y el de los seres humanos, es decir que Felipe II conocía la realidad teórica del universo alquímico y esperaba que la práctica viniera a confirmarle en sus sospechas. El ideario alquímico de Felipe II giraba en torno a la constitución, según Fioravanti en su *Della Fisica*, de un grupo de trabajo que se formó en el Monasterio de El Escorial dedicado a estudiar y comentar la obra luliana y a otros saberes ocultistas. Es de resaltar que se ubicó allí, protegida por el propio rey, una asociación libre de alquimistas y espagíricos que se conocían unos a otros, transmitían sus progresos y hasta se reunían periódicamente con el consentimiento, y quizás en presencia, del rey, reunión que ha pasado a la historia como: *El Círculo de El Escorial*. Los integrantes de aquella reunión dedicados a los estudios lulianos no parece que se dedicaran, como otros alquimistas europeos, a trabajar por cuenta de sus mecenas para obtener las riquezas que éstos les solicitasen. Por el contrario, su investigación se orientó por sendas más o menos teóricas y, aunque no se descarta que alguno de ellos practicase la Alquimia en solitario, parece que no era esta su misión principal como miembros de aquel grupo. Fioravanti menciona entre ellos a su paisano Anzolo di Santini, al que califica de *chirurgico* [cirujano] y “*alchimista terribilissimo, in corte del Re Catolico di Spagna*”; a César barbiere (el barbero); a Juan Fernández; a Lorenzo Granita, “*que está en Madrid, en el Carmelo*”; a Agustín Bravo, “*con esta condición, que sois amigos y que os juntéis una vez cada semana [...] percioche con questa arte alchimica farete alio filosoforum, piedra filosofal, la quinta essentia y molte altre cose*”. Fioravanti deja claro los fines de sus encuentros, la amistad que los unió a todos y los motivos profundos por los que fueron convocados por el monarca.

De este círculo escurialense, además del ya mencionado Juan de Herrera, destaca un grupo de alquimistas y destiladores en el que sobresalen el doctor Dimas y Diego de Santiago, diseñador éste del voluminoso crisol destilatorio que se instaló en 1590 en la Torre de *La Botica de El Escorial*, en la que se ensayaban fórmulas y productos para aliviar las graves dolencias que ya comenzaban a minar la salud del rey. De Santiago fue boticario sevillano y “destilador de su majestad”, uno de los puestos de carácter científico y técnico que existieron en la corte de Felipe II; escribió un folleto de dos hojas con consejos prácticos sobre la peste y *Dos libros del Arte Separatoria*, publicado en Sevilla en 1598, que dedicó al Asistente de Sevilla, Francisco Arias de Ávila y Bobadilla, Conde de Puñonrostro, y le decía que en su obra recogía el trabajo de su vida, en especial de sus últimos veinte años, en contacto continuo con los “destiladores de su majestad” y con médicos realizando un gran trabajo experimental; en esta tarea y en la invención de diversos instrumentos afirmaba

<sup>8</sup> Francisco Rodríguez Marín en Felipe II y la Alquimia comenta esas notas.

haber gastado cuanto el trabajo le diera, pero que lo da todo por bien empleado “*en bien de la salud humana*”, más en provecho de la República que en el suyo propio<sup>9</sup>. Trabajó también por un tiempo otro alquimista, el italiano Vencenio Forte, del que se dijo que era gran experto en extraer la quintaesencia de varias sustancias y en descomponer en sus elementos más simples la materia, tanto orgánica como inorgánica. En *El Circulo de El Escorial* estuvo también el doctor Lorenzo Gozar, autor del libro *De Medicinae Fornes* de contenido espagírico. De aquel grupo salieron otros alquimistas como Jerónimo Gracián, autor de un *Diálogo de la Alquimia*, Pedro Mercado, que escribió *Diálogos de Medicina Natural* (Granada, 1558) y el autor de un tratado anónimo que dio la vuelta al mundo de los alquimistas: un apócrifo de Tomás de Aquino titulado *Tratado del Arte de la Alquimia* que durante mucho tiempo sirvió a los seguidores del Arte para asegurar que este asunto, lo mismo que su maestro Alberto Magno, fueron también adeptos de la Obra.

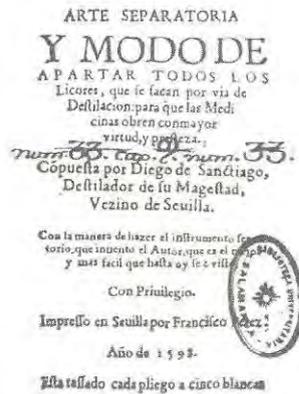


Figura 4

El concepto que Felipe II tuvo de su misión universal inclina a pensar que le guió a permitir y hasta fomentar la presencia de aquel curioso grupo de alquimistas en el ámbito de su inmediata intimidad y, prácticamente, en el recinto que había destinado a la exaltación de su gloria. Ello pudo formar parte de su afán por abarcar todas las facetas del poder e indirectamente del conocimiento, del mismo modo que intentó convertir también su obra escurialense en un museo que recogiera muestras de la vasta naturaleza de su imperio, tanto animales como especies vegetales, y del mismo modo que se obsesionó con el almacenamiento de reliquias de los más excelsos santos de la cristiandad. Sin embargo, sus contactos anteriores con la Alquimia, tanto en Flandes como en Madrid, y el hecho mismo de que los filósofos con los que se relacionó tuvo contacto en los primeros años del reinado buscasen la obtención de oro, mientras los escurialenses inclinaban con preferencia su actividad al Arte de la espagíria, permiten sospechar que el monarca trató de obtener siempre de todos ellos algún remedio menos ortodoxo a situaciones inmediatas, primero a sus problemas económicos y posteriormente a

<sup>9</sup> La edición que hemos consultado de *Arte Separatoria* es un facsímil del ejemplar conservado en la Biblioteca Universitaria de Salamanca (signatura, 35.893), editada por el Instituto de Cultura "Juan Gil-Albert" (Diputación de Alicante), 1994.

su deteriorado estado de salud, en aquellos años en los que sus males no veían remedio eficaz en los tratamientos a los que le sometían sus médicos tradicionales.

De todo lo dicho parece confirmarse que, cuando menos, la Alquimia no fue mal vista en la España de Felipe II y aunque no se dieron en ella nombres de fama como los que en otros países europeos, hubo algunos merecedores de ser citados: Caravantes, autor del tratado *Praxis Artis Alchemiae*, publicado en 1561<sup>10</sup> y Luís de Centelles, cuya primera obra conocida, *Una Carta Alquímica* dedicada al doctor Manresa (1552), da cuenta de una dedicación que pudo manifestarse con entera libertad en el reino<sup>11</sup>, también escribió una obra respetada entre los alquimistas de su tiempo, las *Coplas sobre la Piedra Filosofal* que comienzan así:

*Toma la dama que mora en el cielo  
Que es hija del Sol sin duda alguna  
Y que esta prepara en baño de Luna  
Donde lave su cara de su negro velo*<sup>12</sup>,

De ella se conservan dos copias manuscritas y una adaptación publicada por el ya mencionado Fioravanti en el libro *Della Física* que dedicó a Felipe II. El texto de estas coplas alquímicas se basa parcialmente en el *Libro del Tesoro o del Candado*, atribuido a Alfonso X, pero probablemente escrito en pleno Renacimiento. Y su doctrina, a pesar de adivinarse las influencias inmediatas, entra de lleno en ese concepto críptico de la expresión alquímica comprendida solamente por los adeptos y que requiere un profundo conocimiento del mundo simbólico y hasta de la imagen poética.

Ni siquiera durante la Revolución Científica, en el siglo XVII, se desechó del todo la posibilidad de la transmutación del metal. Antes bien, ésta fue discutida a la luz de los modelos atomistas de la materia. La clásica concepción alquímica de la disolución o descomposición de la materia ya constituida en una forma primera y su posterior reconstitución, *solve et coagula*, no estaba muy lejos de una interpretación como aquella. En este ambiente de la España de Cervantes fue el marco en el que se concibió Don Quijote.

-3-

En sintonía con el IV Centenario de la primera edición del Quijote, hemos encontrado el camino tras la mayor aventura jamás escrita. Todavía, después de casi 402 años, estamos con la obra a en la boca. No ha habido tiempo de hacer la digestión. Es lo que pasa con los clásicos, que perduran (como decíamos arriba) y se repiten y nos devuelven en cada época una visión, una idea que podemos utilizar para interpretar la realidad que tenemos enfrente. Y entre esas cosas sobre las que nos ayuda a reflexionar don Quijote, precisamente, se halla la Alquimia.

Aún podemos imaginar una nueva salida como escuderos fieles a la utopía. Tal vez sea el momento de subir al carro encantado en el que nuestro don Quijote fuera conducido

<sup>10</sup> LUANCO, págs.96.

<sup>11</sup> GARCÍA FONT, págs. 210-212.

<sup>12</sup> LUANCO, págs. 61-75.

preso al hogar de la "cordura" y del "sentido común"; tal vez sea la ocasión de suspender el calculado ritmo de nuestras vidas y participar de este delirio fantástico que ha sido capaz de enmudecer a la razón. Cuatrocientos años después -contra el uso de los tiempos no hay que argüir ni de qué hacer consecuencias- quizá podamos pronunciar, seducidos por la "locura" de un anciano caballero, las razones que éste no dejaba de dar a Sancho en su regreso: "*Yo sé y tengo para mí que voy encantado, y esto me basta para la seguridad de mi conciencia*".

Os doy, pues, la bienvenida, al cautiverio de la lectura: o, quizá mejor, al único lugar donde la imaginación podrá llevarnos sin engaño más allá de lo posible: del corazón de la Cueva de Montesinos a la luz resplandeciente de un nuevo amanecer. Os invito a que sepáis aceptarme como discreto compañero e iniciemos juntos este viaje imposible. Decía Cervantes: "*¿qué podrá engendrar el estéril y mal cultivado ingenio mio seco, avellanado, antojadizo y lleno de pensamientos varios<sup>13</sup> y nunca imaginados de otro alguno, bien como quien se engendró en una cárcel, donde toda incomodidad tiene su asiento y donde todo triste ruido hace su habitación?*"

Ahora que se ha cumplido 401 año desde que un desocupado lector entró en la imprenta de Juan de la Cuesta en Madrid y compró, el 20 de diciembre de 1604, un volumen recién impreso en cuarto, de 316 páginas, cuya portada anunciaba como título de la obra *El Ingenioso Hidalgo don Quijote de la Mancha*, después que las primeras páginas salieran impresas un 26 de setiembre de ese mismo año, en los dichos talleres madrileños de Cuesta. Pues bien, desde aquel primer anónimo y afortunado lector, ningún otro ha podido leer inocentemente don Quijote una primera vez, pero lo leemos después de Dovtoievski, de Virginia Woolf, de Tomas Mann, de Faulkner, de Pierre Ménard, etc.

Qué curioso que a tantos lectores ilustres se agreguen nuestras propias lecturas; qué inesperado (y secreto) honor pertenecer a aquella muchedumbre. ¿Y quienes son estos hermanos mayores que dejaron sus anotaciones en las páginas de nuestro ejemplar? Entre otras señalamos para empezar la referencia que hizo Antonio Machado de cómo escribió Cervantes don Quijote:

*Huid del preciosismo literario, que es el mayor enemigo de la originalidad.*

*Pensad que escribís en una lengua madura, repleta de folklore, de saber popular, y que ese fue el barro santo de donde sacó Cervantes la creación literaria más original de todos los tiempos.*

Y continuamos:

*Puede decirse que toda ficción en prosa es una variación del tema de don Quijote.*

(Lionel Trilling en *La imaginación liberal*, 1950).

*¿Hubo alguna vez algo escrito por un mero hombre que el lector desease fuera más extenso, salvo Don Quijote?*

(Samuel Jonson en *Anécdotas acerca del Dr. Jonson de Mrs. Piozzi*, 1786).

<sup>13</sup> La negrita es nuestra.

*El Quijote es un libro contingente, el Quijote es innecesario. Puede premeditar su escritura, sin incurrir en una tautología.*

(Pierre Menard en una carta de 30 de setiembre de 1934 a Jorge Luis Borges).

*Don Quijote se portó como un tonto con los molinos de viento, pero al fin y al cabo, probablemente sí que había gigantes en los alrededores.*

(Edmund Crispin en *Desorden en la catedral*, 1946).

*¿Hasta qué punto sobreinterpretamos, malinterpretamos, leemos en Don Quijote un sentido elaborado por nuestra propia experiencia, como un adulto dando un cierto sentido a un cuento para niños?*

(Virginia Wolf en *Leyendo*, 1919).

*Nos consideramos hijos de una época en particular porque proyectamos aventuras stendhalianas sobre nuestra experiencia para transformarla, tal como hizo don Quijote.*

(Italo Calvino en *¿Por qué leer a los clásicos?*, 1991).

Y cómo dejar en el tintero lo que ha escrito Francisco Ayala en *La invención del Quijote*, para la edición de la Real Academia Española y de la Asociación de Academias de la lengua española:

*Lo grotesco se hace quintaesenciado y toca con frecuencia en lo mágico.*

-4-

Las más variadas ciencias están presentes en las aventuras y desventuras de nuestro don Quijote y alguna que otra pseudociencia (Alquimia, por ejemplo). Quizás nos sorprenda la enorme riqueza contenida en aspectos aparentemente marginales de la obra en la que Alonso Quijano se transforma en Don Quijote, a los que han prestado especial atención investigadores. En 2005 han visto la luz algunos estudios que examinan las andanzas que nuestros países vecinos concedieron tras su muerte a nuestro caballero y analizan su influencia en la literatura universal. Otros trabajos han indagado en la presencia de una realidad musical descifrable en la novela y evidente entre sus páginas, cuya velada citación contribuye a la comprensión de numerosos pasajes oscuros. Apreciaremos, igualmente, la innegable condición de algunas obras cervantinas como fuentes de inspiración a lo largo de la historia de la música: composiciones cuyo número y relevancia nos ayuda a entender mejor cómo fueron éstas comprendidas, valoradas y transformadas en distintos momentos de su recepción, recreación y nueva difusión musical<sup>14</sup>.

Aquí, en esta conferencia pronunciada en el IX Congreso de la SEHCYT, ofrecí nuevas ideas sobre alquimia en la obra cervantina, con la esperanza de que conciten las

<sup>14</sup> Por ejemplo ver el libro con un doble disco Don Quijote de la Mancha. Romances y músicas, de Alia Vox. Un CD "Quijotes", Ibert, Falla, Ravel, Guridi. Orquesta de la Comunidad de Madrid. Carlos Álvarez, Eduardo Santamaría y Xavier Olaz Moratinos. Deutsche Grammophon. 2005

más amplias perspectivas que sobre ella puedan darse además de aspectos ya estudiados: el tratamiento que de la locura hace Cervantes, la ironía, el amor, etc. saberes geográficos y cosmográficos, matemáticas, ideas tecnológicas, motivos médicos, botánica, gastronomía, y otras más que renunciamos a citar. Aspectos que pueblan las páginas de *don Quijote*, todos ellos abordados y hoy nuevamente revisados para ofrecer al lector contemporáneo un visión aproximada de la materia prima que permitió a Cervantes levantar cada uno de sus mundos imaginados<sup>15</sup>.

Y todo en un espacio que, como bien se sabe, es el lugar donde el ser toma su cauce y que en Cervantes llega a transformarse en protagonista del relato y matriz de la aventura hidalga. Si el desdichado Durandarte -cuyo corazón de "*carne momia, según venía seco y amojamado*"- y su escudero Guadiana son trasunto literario de nuestra pareja protagonista -recuérdese cómo encuentran el cura y el barbero a don Quijote en el umbral de su tercera salida "*tan seco y amojamado, que no parecía sino hecho de carne momia*".

Es pues ocasión de buscar, a través del estudio y, muy especialmente, de aquellos trabajos que se ocupan del pensamiento de Don Quijote, la impronta indeleble de sus pasos como vestigios escondidos en cada lugar, elaborando así una relación de la memoria viva cervantina.

Además de la astronomía (o astrología, como allí se cita), en el *Quijote* aparecen otros campos científicos. Por un lado, son parte del currículo del caballero andante. Su vertiente práctica viene dada por la tendencia del protagonista a *desfaser* entuertos y ejercer de héroe solitario. Por ejemplo, ha de saber de medicina (herboristería): "*Para conocer en mitad de los despoblados y desiertos las yerbas que tienen virtud de sanar las heridas, que no ha de andar el caballero andante a cada trinquete buscando quien se las cure*".

Una obra donde lo fantástico y lo cotidiano se entremezclan ha de contener aspectos que requieren la descripción de conocimientos científicos prácticos para desarrollar la historia. No hay disquisiciones filosóficas sobre la ciencia, sino situaciones donde la ciencia se aplica. Cervantes (1547-1616) da una visión utilitarista de la ciencia que aparece en su archifamosa obra. Una imagen sesgada y alejada de la ciencia moderna: ese conocimiento estructurado que estaba naciendo por aquel entonces en Europa, de la mano de Galileo, Kepler y otros, y que en España, con el retraso acostumbrado, no acabaría de penetrar hasta bien avanzado el siglo XVII. La palabra matemáticas aparece cuatro veces en el *Quijote*.

Cervantes, secretario de cardenal, navegante y recaudador de impuestos, debía de conocer aspectos de matemáticas aplicadas. Las sitúa al mismo nivel que la teología, que gozaba de la más alta consideración. Las demostraciones matemáticas son irrefutables y, además, útiles para ejercer actividades y oficios. Unidades de medida como fanega, arroba, celemin, paso, pie, codo, millas, leguas, etc. y de monedas como ducados, escudos, maravedíes, reales..., aunque él, como buen caballero, ande siempre *sin blanca* -la blanca era la moneda de menor valor-, desfilan por las páginas de la obra y contrastan con nuestros actuales sistemas de medida (el sistema métrico decimal) o el uso de una moneda única (el euro). La cantidad mayor que aparece en el *Quijote* es mil millones, una cifra desmedida para los estándares de la época. Con ella describe, cómo no, los encantos de Dulcinea: los "*mil millones de gracias de su alma*". En otros pasajes se hace mención de una cifra elevada,

<sup>15</sup> Ver SÁNCHEZ RON (dir.)

como el millón, para adjetivar una tarea. Como cuando para emular a otro campeón de la caballería andante, Amadís de Gaula, Don Quijote reza un millón de avemarías. A un ritmo de una cada 15 segundos, y sin parar de rezar, nuestro piadoso hidalgo emplearía... ¡173 días y 14 horas!

Hay, en cambio, una acertada alusión a la geometría, a las leyes de escala, en concreto. Un aspecto que Jonathan Swift, en las aventuras de otro viajero impenitente, Gulliver, trataría ampliamente 100 años después. Explica Don Quijote a propósito de la existencia de gigantes: "*En la isla de Sicilia se han hallado canillas y espaldas tan grandes que su grandeza manifiesta que fueron gigantes sus dueños, y tan grandes como grandes torres, que la geometría saca esta verdad de duda*". Se refiere a la deducción del tamaño de un ser a partir de la medida de alguna de sus partes.

Curioso resulta el empleo de la palabra *algebrista* que uno esperaría asociada al de un matemático experto en álgebra. En la obra se usa para describir al especialista en el *arte de restituir a su lugar los huesos dislocados*, un médico traumatólogo, vamos.

El diálogo desempeña también un papel fundamental en el ejercicio de la actividad científica: el científico dialoga con sus pares y con la naturaleza a la que interroga. Todas estas ideas favorables a la ciencia desentonan ante algunos recelos. Entre los conocimientos que Don Quijote dice poseer aflora cierta prevención. Como cuando descubre que el origen del terrible ruido que han oído durante la noche se debe a un batán, una máquina empleada desde antiguo para desengrasar y apelmazar la lana. Ante las burlas de Sancho, le espeta: "*¿Estoy yo obligado, a dicha, siendo como soy caballero, a conocer y distinguir los sones, y saber cuáles son de batán o no?*" No es propio de su condición de hidalgo rebajarse a saber algo de técnica. Se abría camino la negra tradición española de menosprecio a la ciencia y la tecnología, pero no así a la Alquimia.

Podría escribirse una historia de la literatura en la que los libros formasen una infinita galería de espejos. Una biblioteca de cristal y azogue, en la que se reflejaran todas las historias, todos los pensamientos que han utilizado este símbolo de incontables facetas. El resultado quizás fuera un gran, único espejo, en el que habrían caído como en un pozo, todas las palabras; una suerte de palimpsesto de emociones reflejadas. Ese Narciso final contendría todos los rasgos que han sido, desde las facciones del mito griego, que por primera vez vio su imagen en el espejo del agua, hasta la mirada de la inquisidora Alicia de Lewis Carroll, que cruza esta frontera y que dialoga con el eco del cristal, lo mismo que don Quijote y Sancho. Porque la literatura de los espejos nos enseña que éstos tiene memoria y que el azogue posee infinitud de galerías secretas por las que circulan las imágenes.

Vemos la dualidad en la obra *Don Quijote* entre idealismo y pragmatismo, como una de las cuestiones principales de la obra, como algo necesario: recordemos si no el pasaje de los espejos. A Cervantes debería corresponderle, más que a Sansón Carrasco, el apodo del Caballero de los Espejos<sup>16</sup>, porque Don Quijote de la Mancha es un verdadero laberinto de espejos donde todo, los personajes, la forma artística, la anécdota, los estilos, se desdobra y multiplica en imágenes que expresan en toda su infinita sutileza y diversidad la vida humana. Esa pareja, Sancho-don Quijote, es inmortal, discutiendo, viendo y entendiendo en

<sup>16</sup> Vargas Llosa, 2005, p. XXVII.

todo lo que encuentran y escuchan, pero pese a disentir tanto, necesitándose cada vez, indisolublemente unidos en esa extraña alianza que es la del sueño y la vigilia, lo real y lo ideal, la vida y la muerte, el espíritu y la carne, la ficción y la vida.

Es un libro vivo y por eso podemos extraer de él múltiples preguntas, con algunas respuestas empleando la imaginación y la curiosidad. La belleza puede hacer daño. Quizás saber que la felicidad que viene de su contemplación tiene los minutos contados, hace que ésta resulte insoportable; igual que la fealdad, que parece querer hacernos sus prisioneros para siempre; ambos extremos, desesperanzados, tienen la capacidad de romper el espejo, de dar la muerte.

Como obra paradigmática nunca se agota. Entre las rarezas figura la historia de las denominadas Camachas de Montilla, una saga de brujas que aparece retratada en la obra. Asimismo, en el libro ya citado, *El espíritu alquímico de don Quijote*, he desarrollado las ideas que recorren las páginas de la obra cervantina, como por ejemplo: la referencia al archiconocido bálsamo de fierabrás del que dice el propio don Quijote que si después de quedar malherido lo bebe aunque solo sean dos tragos “*vérasme quedar más sano que una manzana*”, y ante el asombro de Sancho continúa, “*que mayores secretos pienso enseñarte y mayores mercedes hacerte*”. ¿Hablabla el alquimista don Quijote de una “curatodo”, del elixir de la vida? Otros casos: el peregrinaje de la pareja tiene relación con la transmutación. Dulcinea puede ser una metáfora de la sabiduría. El vicio convertido en virtud por una operación alquímica es la tesis y antítesis como en las *Bodas Alquímicas*. En la cueva de Montesinos vemos el *sepulcro alquímico* como se refiere en *La entrada al Palacio cerrado del rey*, donde se juega con el número cabalístico 3: tres días y tres noches estuvo don Quijote en ella. También menciona Cervantes al Guadiana: río (agua) de vida, contraria a la muerte, y hay una fusión vida-muerte, aparición-desaparición, sed-alimento, alimento representado por las lagunas de Ruidera. Asimismo, vemos en este capítulo un significado místico y mitológico alquímico importante: cueva y corazón. Unamuno se refiere a esto diciendo: “*Allí está el sepulcro, allí la cueva, allí está el nido. Y de allí volverá a surgir la estrella refulgente y sonora, camino del Cielo*”. En otro capítulo de la primera parte, “Donde se cuenta la novela de Curioso impertinente” se refiere Cervantes a conseguir lo imposible por lo posible y vaticina lo que seguirá más tarde en la bajada a la cueva.

## -5-

La Alquimia responde a unas posturas existenciales que no se identifican con período histórico alguno, sino que ha permanecido alestargada en el inconsciente de la humanidad, resistiendo los envites de las distintas culturas que se han ido sucediendo, pero sin que su esencia cambiase un ápice por ello. Se trata más bien de una actitud humana común e intemporal, que ha formado parte del sentir de todos los tiempos, o mejor que desafía al tiempo convencional.

El Caballero de la Triste Figura, ¿creyó como real lo aparente, o aparentó la real? Quizás todo fue el resultado de no saber sintetizar los dos mundos: el de la materia con el del espíritu. Erasmo de Róterdam escribió: “*La realidad de las cosas depende sólo de la*

*opinión. Todo en la vida es tan oscuro, tan diverso, tan opuesto que no podemos asegurarnos de ninguna verdad".*

Podemos terminar con la siguiente reflexión: En el Quijote de Cervantes hay un camino visible (material), geográfico que tiene relación con el mundo de abajo, y otro invisible (espiritual), de perfeccionamiento, del vicio a la virtud, de la ignorancia a la sabiduría. *¡Como es arriba es abajo! Hermes dixit.*

**BIBLIOGRAFÍA CITADA**

- CASTILLO MARTOS, M. (2005), *El espíritu alquímico de Don Quijote*, Cuenca, Servicio de Publicaciones de la Universidad de Castilla La Mancha.
- CLULEE, N.H. (1971), "John Dee's Mathematics and the grading of compounds qualities", en *Ambix*, vol. XVIII, nº3, 178-211.
- GARCÍA FONT, J. (1974), *Historia de la Alquimia en España*, España, Editora Nacional.
- LIEBIG, J. (1853), *Nuevas cartas sobre la Química*, "edición española publicada por Ramón Torres Muños y Lima. Madrid, 276.
- PRIESNER, C. y FIGALA K. (eds.) (2001), *Alquimia. Enciclopedia de una ciencia hermética*, Barcelona, Editorial Herder.
- SÁNCHEZ RON, J. M. (2005), *La ciencia y el Quijote*, Barcelona, Editorial Crítica.
- VARGAS LLOSA, M. (2004), "Una novela para el siglo XXI", en *Don Quijote de la Mancha*, edición del IV Centenario, Real Academia Española, Asociación de Academias de la Lengua Española.

**BIBLIOGRAFÍA RELACIONADA**

- LEMERY, N. (2002), *Curso chymico*, Barcelona, Editorial Indigo (Edición preparada de la del año 1703 por Soriano i Blasco, A.).
- LÓPEZ PÉREZ, M. (2003), *Alquimia y Medicina en la España Moderna (1500-1700)*, Madrid, Ediciones Corona Borealis.
- LUANCO DE, J. R. (1980), *La Alquimia en España: escritos inéditos, noticias y apuntamientos que pueden servir para la historia de los adeptos españoles*, Madrid, Editorial Tres, Catorce, Diecisiete.
- POISSON, A. (1891), *Théories & Symbols des Alchimistes*, Paris, Biblioteque Chacornac.
- REY BUENO, M. (2002), *Los señores del fuego: destiladores y espagíricos en la corte de los Austrias*, Madrid, Ediciones Corona Borealis.
- REY BUENO, M. (2005), *Quijote mágico. Los mundos encantados de un hidalgo hechizado*. Madrid. Algaba ediciones.

- RIOS, C. (2000), *Adeptos. Mensajeros de la sabiduría eterna, su vida y obra iniciática*, Barcelona, Edita "Escuela de Misterios, Associació d'Investigació i Estudi".
- VV.AA. (2005), *Alquimia. Ciencia y pensamiento a través de los libros*, Madrid y Sevilla, Servicio de Publicaciones de la Universidad Complutense de Madrid y Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Sevilla.
- WITTEN II, L.C. y PACHELLA, R. (1971), *Alchemy and the Occult. A Catalogue of books and manuscripts from the Collection of Paul and Mary Mellon given to Yale University Library*, New Haven, Connecticut, Yale University Library. Tomo 3 (1225-1671) y tomo 4 (1675-1922).

# **COMUNICACIONES**



# MATEMÁTICAS

---



# ¿HAY UN PITAGÓRICO DETRÁS DE LAS TAULAS DE MENORCA? (MONUMENTOS DE LA CULTURA TALAYÓTICA SIGLOS V-IV AC)

VICENTE IBÁÑEZ ORTS

## RESUMEN

*Las taulas de Menorca constituyen un monumento único y característico de la cultura talayótica. Están formados por dos grandes bloques de piedra puestos el uno sobre el otro por su propio peso, en forma de "T". Su fecha de construcción es incierta, oscilando entre el año 1500 aC al 350 aC.*

*En este trabajo hemos estudiado directamente estos monumentos, ya que provistos de escaleras, metros y niveles hemos medido las taulas principales. Como resultado, proponemos que las dimensiones de su piedra capitel siguen determinadas reglas geométricas, ya sea una proporción aritmética, geométrica o armónica, y que por tanto su constructor debió pertenecer a la escuela pitagórica. Dado que Pitágoras falleció en torno al año 500 aC, se debieron construir en fecha posterior.*

*También se muestran diversos grabados rupestres de carácter geométrico que aparecen en cuevas de enterramiento menorquinas, que pertenecieron a la cultura talayótica, y a los que nunca se ha dado atención desde un punto de vista matemático. Entre ellos destacan varias estrellas de cinco puntas, así como un enigmático triángulo surcado de rayas y otros dibujos.*

**Palabras clave:** taulas, cultura talayótica, grabados rupestres carácter geométrico.

## ABSTRACT

*The taulas of Menorca constitutes a unique and characteristic monument of the talayotical culture. They are formed by two great stone blocks that is situated one on the*

other by its own weight, in form of "T". Its date of construction is uncertain, varying from year 1500 aC to the 350 aC.

In this work, we have directly studied these monuments since provided stairs, meters and levels we have measured the main taulas. As a result, we propose that the dimensions of your capital stone follow certain geometrical rules, be it arithmetical, geometrical or harmonical proportion and therefore its creator must have belonged to the Pythagorean School. Given the fact that Pythagoras passed away around year 500 aC, it must have been created before that year.

Diverse rock engravings of geometrical character that appear in the caves menorquinas graves are also demonstrated. This belongs to the talayotical culture and has never been given the attention from a mathematical point of view. Among them they several stars of five ends, as well as an enigmatic triangle furrowed by rays and other drawings are emphasized.

**Keywords:** taulas, culture talayòtica, rock engravings of geometrical character

## LA CULTURA TALAYÓTICA

La cultura talayótica se desarrolla en las islas de Mallorca y Menorca a lo largo de un extenso período histórico que abarca desde el 1.800 aC. hasta el 200 dC. El nombre de esta cultura procede de "talayot", atalaya o torreón circular que presidía el poblado y servía de vivienda a la familia más poderosa.

La cultura talayótica adolece de un cierto primitivismo, debido a que desconoce el aceite de oliva, la elaboración de vino y el torno de alfarero, por lo que sus vasijas están hechas a mano, de manera tosca y mal cocidas. A este panorama hay que añadir que no usan moneda en sus intercambios comerciales y desconocen la escritura.



Vista frontal y lateral de la gran taula de Trepucó (Mahón).  
Las dimensiones de su piedra capitel siguen una sucesión geométrica.

Dentro de esta cultura tan peculiar, la taula es un monumento único y específico de la isla de Menorca, y encarna la manifestación arquitectónica más singular de la isla, ya que no hay nada similar en Mallorca. La taula se compone de dos grandes bloques de piedra perfectamente tallados. La inferior, denominada piedra soporte o vertical, es un paralelepípedo estrecho y gigante que llega a medir más de cuatro metros de altura, dos o tres de anchura y apenas cuarenta o sesenta centímetros de espesor. Suele estar hincada en la roca madre del

terreno o descansa directamente sobre el suelo. La piedra superior, colocada transversalmente sobre la anterior por su propio peso, recibe el nombre de piedra capitel u horizontal y también llega a medir cerca de los cuatro metros en las taulas mayores. Tiene la forma de un tronco de pirámide invertida ya que está biselada. Ambas piedras conforman una especie de letra "T" colosal y de alguna manera recuerdan una mesa de pie central, de donde procede su nombre, ya que en catalán "taula" equivale a mesa. Ambos bloques están tallados en la roca caliza propia de la isla, que aparece formando estratos horizontales de fácil labra, y que se denomina "marés".



Vista frontal y lateral de la taula de Torre Trencada. Sigue una progresión aritmética. La anchura de su piedra capitel es tan grande que sus constructores la dotaron de una columna posterior de apoyo para asegurar su equilibrio

En Menorca existen actualmente treinta y una taulas y de ellas once están completas. Se encuentran distribuidas de manera aleatoria en la parte sur de la isla, siempre en el interior de un poblado y en posición próxima al talayot mayor. En tiempos prehistóricos la parte norte de Menorca era pantanosa e insalubre, y por ello poco habitada.

La taula es el monumento principal del denominado recinto de taula con forma absidial o de herradura, especie de basílica en la que se realizaban determinados ritos de carácter religioso, que nos han llegado envueltos en un halo de misterio. El recinto de taula nunca sirvió como lugar de enterramiento. Estaba cerrado por un doble muro de piedras bien colocadas, relleno de ripios y tan alto como la propia taula. En el interior del recinto, gruesas columnas delimitaban capillas.

Desde un punto de vista arquitectónico la taula, junto con su recinto, conforma una unidad de diseño, de modo que hay una relación entre la taula y su recinto, ya que a mayor taula corresponde un recinto más grande, llegando a medir en algunos casos más de cien metros cuadrados.

El hecho de que la piedra soporte de la taula esté sin pulir en su parte posterior indica que el recinto se dividía claramente en tres espacios: la entrada con su pequeño corredor, generalmente adintelado, que obligaba al visitante a agacharse forzosamente para encontrarse seguidamente ante el monumento, aumentando de este modo el efecto que la taula debía de provocar en él. El recinto en sí, frente a la taula, dedicado al culto y a los sacrificios rituales junto a la hoguera, que ocupaba el pueblo. En este lugar tenían lugar los banquetes rituales. Finalmente quedaba el espacio posterior a la taula, no permitido a los feligreses y dedicado íntegramente a los sacerdotes y a los menesteres del culto. Dado por tanto que la

taula sólo se veía de frente, la parte posterior, por ahorrar un trabajo de cantería inútil, quedaba sin pulir.

El arqueólogo Fernández-Miranda, siguiendo las ideas de la arqueóloga británica Margaret A. Murray, propone que su fecha de construcción está alrededor del siglo IV aC, en época tardía y ya de decadencia de esta cultura, y que permanecen en uso hasta el siglo II dC, plenamente romanizada la isla. Este investigador apunta la posibilidad de que la propia taula pudo haber sido objeto de culto en sí mismo y es partidario de que el recinto de taula no estaba cubierto, excepción hecha quizás de la capillas que circundan las paredes, que podían tener una cubierta a base de falsa bóveda de lajas de piedra. No todos los investigadores son de la misma opinión. Algunos son partidarios de que las taulas se construyeron al comienzo de la cultura talayótica, hacia el año 1500 aC, y de que los recintos de taula estaban cubiertos. Estas cuestiones por el momento están abiertas y sin resolver.

Las taulas que existen completas se pueden dividir en tres grupos: taulas cuya piedra capitel tiene una anchura tan desmesurada que sus constructores se vieron forzados a dotar a su piedra soporte de una columna posterior de apoyo, al que corresponden Torre Llafuda, segunda taula o capitel en forma de taula P4 de Torre Llafuda y Torre Trencada. Taulas cuyas piedras capitel tiene una anchura mínima y cuyas piedras soporte presentan espina posterior, a este grupo corresponden Torralba d'en Salort y Torreta de Tramuntana, y el grupo formado por las taulas cuya piedra capitel presenta una anchura intermedia y que incluye las taulas de Torre d'en Gaumés, Na Comerma de sa Garita, Binisafullet y Trepucó. Dejamos fuera de estas tres categorías las taulas de Torre Llisà Vell y Talatí de Dalt.

En diversos trabajos hemos propuesto que las dimensiones mayores de las piedras capitel del primer grupo siguen entre sí una sucesión aritmética, las del segundo armónica y las del tercero geométrica. Ello tras descartar modelos basados en números irracionales o tríadas pitagóricas. Para la taula de Torre Llisà, única en que la piedra soporte y la piedra capitel parecen tener el mismo tamaño, hemos propuesto un modelo de acuerdo con el número  $\phi$ . Según él, la suma del espesor más la anchura, multiplicada por  $\phi$ , da la longitud. Finalmente, para la cara superior de la piedra capitel de Talatí proponemos dos cuadrados separados por un rectángulo áureo.

De ser ciertas estas proporciones que apuntamos se tratarían de un caso claro de relación entre matemáticas y arquitectura, ya que su constructor empleó conocimientos geométricos para fijar sus medidas. Hay que recordar que en el siglo V y IV aC la civilización egipcia, de gran altura matemática, estaba en decadencia, y Babilonia se encontraba sometida al imperio Asirio, mientras que esas fechas marcan la época de esplendor de la cultura griega. A ello hay que añadir que en Menorca son abundantísimos los restos talayóticos, púnicos y romanos, pero son escasos los vestigios griegos. Con menor frecuencia aparecen los restos egipcios, aunque los hay. Véase la pequeña estatuilla sedente, en bronce, del dios Imhotep encontrada en la taula de Torre d'en Ahumees, que para Fernández-Miranda es de época tolemaica, es decir, del último tercio del siglo IV aC. Los vestigios mesopotámicos son escasísimos. Por tanto, sin desmerecer de los matemáticos de esas civilizaciones, parece razonable pensar que sus constructores vinieran del mundo heleno.

## TAULAS

En este apartado se dan las dimensiones de dos de las principales taulas: Torre d'en Gaumés y Torralba d'en Salort.

### Taula de Torre d'en Gaumés

El poblado talayótico de Torre d'en Gaumés se desparrama por una suave colina. Es el mayor de la isla, con una extensión aproximada de 60.000 metros cuadrados. La cima de esta elevación se encuentra presidida por tres talayots en ruinas, cuyas siluetas se divisan desde los alrededores. El recinto de taula se encuentra adosado al mayor de ellos.

La piedra soporte está enhiesta, pero quebrada, y parte ha desaparecido. Está muy deteriorada. La piedra capitel se encuentra caída, vuelta del revés y situada sobre un paramento de piedras junto a la entrada del recinto, tal como la dejó el notario Flaquer i Fàbregues tras la excavación que realizó a principio de los años cuarenta. El recinto de taula se terminó de excavar por R. Bordoy y P. Massanet en los años setenta.

Seguidamente se dan las dimensiones de la piedra capitel en metros, según diversos investigadores. Al estar caída es muy fácil de medir. Aparecen dos medidas para la longitud y la anchura, ya que la piedra capitel está biselada y, como ya hemos mencionado, tiene forma de artesa o tronco de pirámide invertido.

	Longitud	Anchura	Grueso
Martorell	2.45 / 2.32	1.25 / 1.18	0.65
Flaquer	2.50	1.25	0.60
Mascaró	2.50 / 2.32	1.25 / 1.18	0.65
Ibáñez	2.56 / 2.33	1.30 / 1.17	0.67

Si nos fijamos en las dimensiones mayores se puede constatar a simple vista que, salvando errores de medida, la anchura es el doble que el grueso y la longitud el doble de la anchura. Ahí están las medidas del notario Flaquer, 0.60; 1.25 y 2.50 o del conspicuo investigador de las taulas Mascaró Pasarius 0.65; 1.25; 2.50. Sus dimensiones están en progresión geométrica. No deja de sorprender que un hecho tan evidente no haya sido observado por ninguno de sus investigadores ni de sus numerosísimos visitantes.

En la cultura talayótica no cabe hablar de progresión geométrica. Alguien tuvo que llegar a la isla con suficiente formación matemática como para construir las taulas: ¿quién fue?, ¿Cuándo llegó?, ¿Fue un seguidor de la escuela pitagórica? A favor de esta hipótesis está el hecho de que los miembros de la secta que fundó Pitágoras en el siglo VI aC eran los únicos capaces de dominar las leyes matemáticas y, por tanto, los únicos que en esas fechas podían introducirlas en sus construcciones. También hay que considerar la proximidad de Sicilia y de las ciudades de la Magna Grecia a Menorca.



Taula de Torre d'en Gaumés. La piedra capitel está caída y vuelta del revés. Sus dimensiones siguen una proporción geométrica.

### Taula de Torralba d'en Salort

Taula excavada durante los años 1973-81 por Fernández-Miranda y W. Waldren. Tanto la taula como su recinto están muy bien conservados e impresionan por su grandiosidad. Las medidas que hemos obtenido para esta taula, junto con las propuestas por otros investigadores, se dan seguidamente. Es especialmente interesante el levantamiento de las taulas que mediante restitución fotogramétrica ha llevando a cabo el Departamento de Expresión Gráfica Arquitectónica (Dibujo Técnico) de la ETS de Arquitectura de Valencia, bajo la dirección del profesor P. Navarro.

	Binimelis	Mascaró	F-Miranda	Tolós	Ibáñez	ETSAV
Longitud	3.80 - 3.56	3.80 - 3.70	3.75 - 3.32	3.83 - 3.60	3.86 - 3.66	3.83 - 3.69
Anchura	1.10 - 0.90	1.20 - 1.05	1.60 - 1.46	1.20 - 1.05	1.24 - 1.10	1.18 - 1.05
Grueso	0.72	0.70	0.71	0.72	0.73	0.73

Llama la atención la falta de precisión en las medidas dadas por el arqueólogo Fernández-Miranda, sobre todo en el 1.60 de anchura, que de haber consultado las publicaciones de Binimelis o Mascaró, con quien colaboró en diversas ocasiones, podría haber corregido. Por ello no las tendremos en cuenta.

Seguidamente se calcula la media armónica (H) a partir de la longitud y el grosor de la piedra capitel, y su resultado se compara con la anchura (a). Dadas dos longitudes A y B, la media armónica se obtiene mediante la fórmula:  $H = 2AB/(A+B)$ . La media armónica era una medida empleada por los geómetras y arquitectos griegos. Para el siglo IV aC su cálculo era difícil y suponía avanzados conocimientos matemáticos. Hay que pensar que su cálculo se debía realizar mediante una determinada construcción geométrica muy precisa y compleja.

	Binimelis	Mascaró	Tolós	Ibañez	ETSAV
Longitud	3.80	3.80	3.83	3.86	3.83
Grueso	0.72	0.70	0.72	0.73	0.73
Anchura (a)	1.10	1.20	1.20	1.24	1.18
Media arm (H)	1.211	1.177	1.212	1.228	1.226
Dif. H - a	-11.1 cm	2.3 cm	-1.2 cm	1.2 cm	-4.6 cm

Prácticamente coinciden los valores calculados para la media armónica y los medidos en el campo, dado el lógico desgaste de la piedra debido al paso del tiempo. Las diferencias han sido las siguientes: 11.1; 2.3; 1.2; 1.2 y 4.6 cm. Estos resultados parece que confirman la idea de que el diseño de la piedra capitel se hizo de acuerdo con esta proporción.



Vista frontal, lateral y posterior de la taula de Torralba d'en Salort (Alayor). Las dimensiones de su piedra capitel siguen una proporción armónica.

## GRABADOS RUPESTRES GEOMÉTRICOS

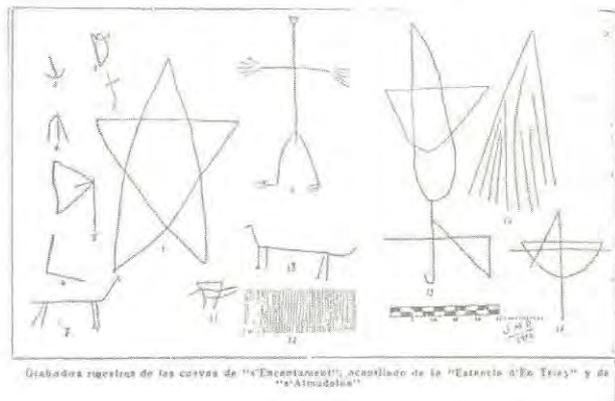
El paisaje menorquín está surcado de cuevas. Allí donde la roca caliza cuaternaria denominada “marés” ha formado un talud, el hombre talayótico ha excavado cuevas con hachuelas con una finalidad de habitación o de enterramiento. Estos lugares han sido reutilizados para distintos fines con el paso de los siglos. Algunas de estas cuevas, muy pocas, presentan grabados rupestres en sus paredes. Entre ellos destacan los de carácter geométrico, siendo algunos muy elaborados y complejos. En este artículo vamos a comentar cuatro descubiertos por Mascaró Pasarius en el año 1952, que tras su publicación en revistas locales han caído en el más completo olvido. En general estos grabados nunca han tenido una atención que pudiéramos llamar matemática, y eso pese a que están formados por rectas, curvas y círculos, lo que se presta fácilmente a dar una interpretación geométrica de los mismos.

Sobre todos estos grabados subyace el grave problema de su cronología, si bien la fina pátina calcárea que en algunos casos recubre la incisión parece justificar su antigüedad.

El primer grabado que publicó Mascaró es en realidad un conjunto de ellos. Aparecieron en la "Cova de s'Encantament" (Alayor). Se hallan en una cueva cuyo techo se desplomó parcialmente. Los grabados se encuentran en la parte delantera de una columna de sustentación adosada a la pared, y en su día estarían al fondo del recinto (Foto 1). En este conjunto de grabados, que los especialistas tienden a considerar como un ideograma, destaca la figura de una estrella de cinco puntas, cuyas dimensiones mayores miden 25 cm, y también la de un hombre desnudo y esquemático con cabeza triangular, brazos en cruz, dedos de las manos muy marcados y rodillas dobladas, lo que parece indicar una actitud orante o de respeto hacia la estrella. Los dos brazos miden de muñeca a muñeca 17 cm. Se han dado varias interpretaciones a este ideograma, que básicamente se reducen a un hombre en acción de gracias o adorando una estrella, pero en ningún caso se ha relacionado este astro con el pentágono estrellado, símbolo de la escuela pitagórica, lo que asociaría este grabado con los griegos de esta secta religiosa.



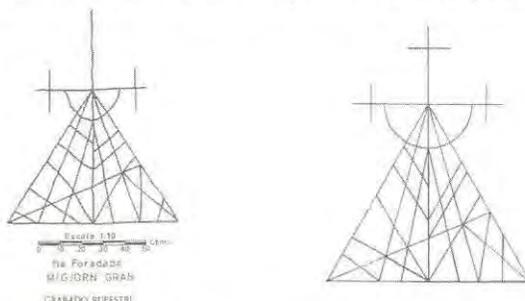
Foto 1.- El arquitecto menorquín Víctor Tolós Michavila observa el ideograma de la Cova des'Encantaments. Los grabados están cubiertos de líquenes. Se distingue claramente la estrella de cinco puntas y el hombre arrodillado ante ella junto con otros dibujos de difícil interpretación.



Ideograma de la Cova de s'Encantaments según Mascaró (1952).

El siguiente grabado apareció según Mascaró (1983) en una de las numerosas cuevas de enterramiento del barranco de Na Foradada, en el término municipal de Es Migjorn Gran. En su Geografía e Historia de Menorca Vol IV (1983) lo reseñó del siguiente modo: “uno de ellos triangular, surcado de líneas que le da un cierto parecido con una choza, coronada por lo que parece una cruz con dos incisiones verticales a cada lado de casi el extremo de sus brazos y una media circunferencia debajo del cruce de la cruz” (Dibujo 1).

El grabado es realmente enigmático y lo cierto es que excepto el mismo Mascaró nadie más había vuelto a verlo hasta el punto de que en algunos medios se dudaba de su existencia. Yo mismo he intentado localizarlo en numerosas ocasiones a lo largo de estos años, pero estos grabados incisos son de líneas muy tenues por lo que para resaltarlos conviene iluminar lateralmente las paredes de las cuevas con una linterna y aun así es fácil pasarlos por alto.



Dibujo 1.- Triángulo de la cueva de Na Foradada según Mascaró. Para él representa una choza de ramas rematada por una cruz. Junto a él su reconstrucción. (Dibujo 2).

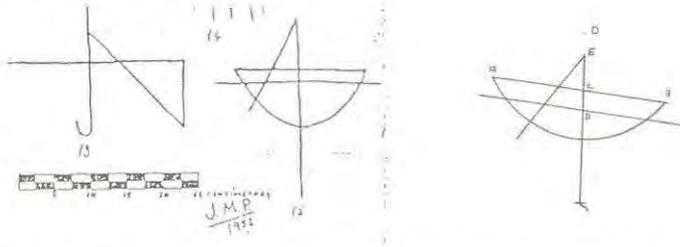
Finalmente, impulsado por mi interés y bajo la acertada dirección del arqueólogo Joan C. de Nicolás, que indicó sagazmente la cueva y el lugar en el que probablemente estaría, el joven menorquín Ricardo López Segura ha vuelto a descubrirlo. El grabado se encuentra situado en la pared frontal de la gran columna central que sustenta la bóveda (Foto 2). No cabe duda de que se trata de un grabado singular, de carácter geométrico, de apenas 8,4 centímetros de altura por 7,8 de base y 6,2 de lado, y consta de una trama muy interesante y compleja (Foto 3).



Foto 2.- Columna central donde se encuentra el grabado triangular. Frente a ella el arqueólogo J. C. de Nicolás y Ricardo Segura entre cuyos dedos se encuentra el dibujo. Foto 3.- Triángulo de Na Foradada. Las incisiones se han repasado con un lápiz para destacarlo.

Ante él, por una parte hay que resaltar la aceptable coincidencia entre la ilustración de Mascaró y la realidad. Tan sólo se dejó por dibujar la incisión transversal que remata la cruz y que es equidistante respecto a las otras dos. Así mismo, destaca lo bien trazado que está, excepción hecha de la base del triángulo, que da la impresión de que se inició desde un vértice y se terminó desde el otro. En el dibujo 2 hemos reconstruido el triángulo salvando en lo posible los errores que se cometieron al trazarlo a mano alzada. Creemos que este conjunto de rayas no es una cabaña de ramas, sino algo mucho más complejo, y que se dibujó con un fin exclusivamente geométrico.

El tercer grabado (Dibujo 3) está en la “Cova de sa Païssa de S’Almudaina” (Alayor). Lo denominó “Arco y flecha” y le dio el número 15 (Mascaró, 1953b). El mismo equipo que localizó el grabado anterior ha vuelto a encontrar este. (Véanse las fotos 4 y 5). El grabado se encuentra en la enorme pilastra central, aunque en su lado derecho. Está realizado a mano alzada, de forma tosca, ya que la incisión es amplia y no tan aguda como en el caso anterior. La altura del eje vertical mide 19.5 cm, y del punto A a B hay 22 cm. En este caso la similitud del dibujo de Mascaró con la realidad no es tan perfecta. El semicírculo según Mascaró se ha trazado desde el punto C, mientras que en la realidad parece que se ha hecho desde un punto externo, el O, que se encuentra a una distancia CD del E. En el dibujo 4 se ha reconstruido la figura.



Dibujo 3.- Grabado de la Cova de sa Païssa de s’Almudaina según Mascaró.

Dibujo 4.- Reconstrucción del grabado de sa Païssa de s’Almudaina.

En una segunda fase se puede mejorar su horizontalidad.

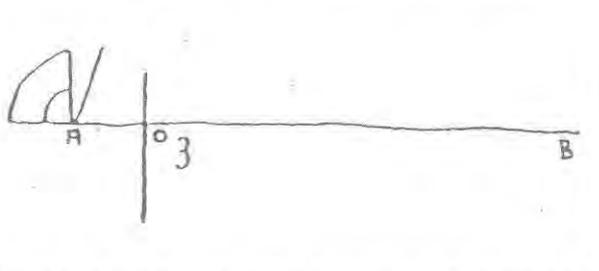


Foto 4.- Gran columna central de la Cova de sa Païssa de S’Almudaina con una pequeña hornacina para ofrendas. En la pared lateral derecha se encuentra el grabado. Foto 5.- Detalle del grabado.

Las líneas incisas se han repasado con un lápiz.

El último grabado se encuentra en una cueva del predio de Calafi Vell. La cueva se debe de encontrar mas allá de la casa predial, y debe de ser una de las cuatro que bordean el límite de la finca con el barranco de Trebalúger, ya que en dicho punto hay un pequeño altozano rocoso con cuevas y rodeado de maleza. Mascaró se limitó a indicar que dicho grabado está en esa finca de labor, sin concretar más su ubicación. A pesar de nuestros intentos muy intensos y sistemáticos no dimos con él, y por tanto nos basamos únicamente en el dibujo que realizó Mascaró y que se recoge en Mascaró (1953ª n°3).

El grabado se muestra en el dibujo 5. En él aparecen dos cuadrantes de círculo concéntricos, cuyo centro hemos marcado con la letra A. En el punto que hemos denominado O puede observarse una cruz de lados desiguales, cuyo ramal derecho se prolonga ingravidamente en el vacío de una manera exagerada y misteriosa hasta el punto B.



Dibujo 5.- Grabado que se encuentra en la pared de una cueva de Calafi Vell, Mascaró (1953a).

Para nosotros esta figura geométrica representa un intento de “rectificar el círculo”, esto es, tratar de extender sobre una línea recta la longitud de una circunferencia. En el mundo helénico este problema se enunciaba como la cuadratura del círculo, a saber, encontrar un cuadrado cuya superficie coincidiera exactamente con el área de una circunferencia dada. Si bien el problema no tiene solución por ser el número Pi un número trascendente, no siempre se ha sabido que esto era así, por lo que ha habido numerosos intentos de resolverlo. Para nosotros el segmento OB que se prolonga excesivamente hacia la derecha del punto O, casi en el espacio tenebroso, es justamente la longitud del círculo mayor cuyo centro es A, y presupone el conocimiento del número Pi. De hecho, si Mascaró trazó a escala su dibujo, y sobre él se mide el diámetro del círculo, y esta longitud se multiplica por 3.14, se obtiene el segmento OB. Es una hipótesis razonable, y de ser así, el enigma de quién y cuándo se trazó esta figura es interesante y crucial. Además hay que tener presente que el grabado está realizado de manera tal que lo debe interpretar el espectador. Siendo esto así, ¿quién lo pudo dibujar? Dado que Pitágoras falleció alrededor del año 500 aC y que la destrucción de su escuela y la diáspora de sus seguidores se produjo hacia el año 450 aC, tras la matanza de Metaponto, al menos podemos arriesgarnos a tomar esta fecha como límite superior.

Frente a la hipótesis que hemos apuntado de que el ideograma de la Cova de s'Encantament representa una estrella de cinco puntas o pentagrama, símbolo y emblema de la escuela pitagórica, y dado que también aparecen pentágonos estrellados en las jambas del portal de entrada de la Cova de Santa Ana (Mahón), hoy en día ya desaparecidas por desidia y abandono, y en Alcaldús de Dalt, lo que junto con los grabados aquí expuestos

podría suponer algún tipo de contacto entre miembros de la escuela pitagórica y Menorca en los siglos VI o III aC, surge el inconveniente de que, tal como cita Mascaró (1983a), en el muro exterior de piedra de la ermita de la Consolació (Santanyí, Mallorca) hay grabada una estrella similar.

## BIBLIOGRAFÍA

- Ibáñez Orts, V. (2000) “Reflexiones sobre el diseño de las “taulas” de Menorca y su relación con el mundo pitagórico” SUMA nº 35, 75-86.
- Ibáñez Orts, V. (2002) “El grabado prehistórico de la cueva de Calafi Vell (Menorca) y la rectificación del círculo” SUMA nº 39, 95-96.
- Ibáñez Orts, V. (2002) “Les gravures rupestres de l’île de Minorque” Tangente nº89, Paris, 42-45.
- Ibáñez Orts, V. (2002) “Un exemple d’architecture pythagoricienne? Les Taulas de Minorque” Tangente Hors-série nº14, “Mathématiques & Architecture” Paris, 74-79.
- Mascaró Pasarius, J. (1983) “Los grabados rupestres” Geografía e Historia de Menorca Vol IV, Menorca, 55-63.



# MATEMÁTICOS OMEYAS DE AL-ANDALUS (SIGLOS IX-X)

JUAN MARTOS QUESADA  
UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

M<sup>ra</sup> CARMEN ESCRIBANO RÓDENAS  
UNIVERSIDAD SAN PABLO-CEU, MADRID

## RESUMEN

*Los matemáticos han jugado un papel muy importante en el desarrollo de las ciencias en al-Andalus, sobre todo a partir del siglo XI.*

*Sin embargo, hubo una muy importante actividad matemática, mucho más desconocida, durante los siglos IX y X.*

*Esta comunicación trata de reconocer los nombres de los principales matemáticos durante estos siglos, es decir durante la época Omeya, al mismo tiempo que sus temas principales de trabajo, sus maestros y sus viajes, confirmando de esta manera que, el gran éxito de los matemáticos andalusies ha tenido una base sólida antes de la época de los reinos de Taifas.*

**Palabras clave:** Historia, Matemáticas, al-Andalus

## ABSTRACT

*Mathematicians have played a very important role in the course of al-Andalus sciences, mainly from the 11th century.*

*However, there was a very important mathematic work, much more unknown, during ninth and tenth century.*

*This paper tries to find the names of the most important mathematicians during those centuries, that is to say for the Omeya's age. Besides, we report about their main subjects of work, their teachers and their journeys, confirming in this way, that the main success of Andalusian's mathematicians has had a firm foundation before the age of taifas kingdoms.*

**Keywords:** *History, Mathematics, al-Andalus.*

## INTRODUCCIÓN

La historia de las matemáticas andalusíes está de moda de nuevo. Las investigaciones al respecto han vuelto a interesar a los estudiosos en el tema desde hace algunas décadas. En particular, a partir de la década de los años ochenta, los estudios sobre el desarrollo de las Matemáticas en al-Andalus han resurgido innegablemente, con un claro paralelo con el interés demostrado por los investigadores del desarrollo en el mundo islámico medieval de las Matemáticas<sup>1</sup>.

Al menos dos grandes razones son las culpables de este interés por el estado de las Matemáticas andalusíes, y de los grandes sabios que se dedicaron a esta ciencia. Por un lado, el hecho de que el estudio de la evolución de esta materia en el Occidente islámico medieval, uno de cuyos exponentes principales es al-Andalus, va a permitir su comparación con el desarrollo de los estudios matemáticos en el Oriente musulmán, pudiendo así observar cómo se transmitían estos conocimientos desde Oriente a Occidente en primer lugar, y desde Occidente a Oriente en una segunda etapa. Este estudio comparativo ha demostrado que, la gran revolución astronómico-matemática que tuvo lugar en Oriente en el siglo X, se repite un siglo más tarde en la España musulmana del siglo XI<sup>2</sup>. Además, esta comparación nos va permitir conocer cuáles son los progresos matemáticos obtenidos por los científicos de al-Andalus que se transmiten a los científicos musulmanes de Oriente, y qué tipo de canales de transmisión se utilizan para hacerlos llegar.

Por otro lado, la segunda razón que ha potenciado el estudio de la ciencia matemática en al-Andalus es que la España musulmana fue el camino lógico por el que los conocimientos científicos de todo tipo, adquiridos y desarrollados por los científicos islámicos medievales se transmiten a toda Europa a través de las traducciones árabes. En consecuencia, es primordial averiguar lo más exactamente posible cuál era el nivel de conocimientos alcanzado por los matemáticos andalusíes en las diversas etapas de la Historia de al-Andalus.

<sup>1</sup> Véase "Los estudios sobre el desarrollo de las matemáticas en al-Andalus: estado actual de la cuestión", por Juan Martos Quesada (2001), en DYNAMIS, XXI, págs. 269-293.

<sup>2</sup> Véase la obra de J. Vernet. "La cultura hispanoárabe en Oriente y Occidente". 1978.

Además, existe una creencia general respecto a la evolución de las Matemáticas andalusíes, de que esta materia, al contrario de otras, como pueden ser la Medicina o la Astronomía, no empezó a tener un cierto auge hasta el siglo XI con la aparición de los grandes matemáticos como al-Mut'taman, Ibn Sayyid, o Ibn Mu'ad. Como mucho es reconocido que, a partir de la segunda mitad del siglo X, hubo un cierto despuntar de los estudios de Matemáticas con Maslama y su escuela (Ibn al-Samh, etc...)<sup>3</sup>, aunque todos estas Matemáticas que se realizan en esta época son muy dependientes de los estudios de Astronomía.

Respecto a esta última aseveración, es necesario tener en cuenta las palabras del profesor D. Julio Samsó, para esclarecer la realidad:

*"Cuando el polígrafo Ibn Hazm -que vivió en la etapa de la transición de la dictadura 'amirí a la época de taifas- escribe en su "Epístola sobre las excelencias de al-Andalus" y pretende valorar las aportaciones de sus compatriotas a la cultura árabe, se las ve y se las desea para mencionar nombres de matemáticos ya que los que cita (Maslama e Ibn al-Samh, por ejemplo) son conocidos hoy en día fundamentalmente como astrónomos"*<sup>4</sup>

Esta opinión expresada por Julio Samsó, de que los estudios matemáticos no comenzaron a plantearse en al-Andalus hasta el siglo XI, o como muy pronto a finales del siglo X, es equivalente, a que durante la época Omeya de al-Andalus (desde el siglo VIII al siglo X) las Matemáticas no tuvieron especial relevancia. En este sentido el arabista Asín Palacios culpa de esta situación a la incultura de los primeros musulmanes que llegan y se instalan en al-Andalus, y a la precariedad intelectual del entorno español, fundamentalmente a los antiguos habitantes de la Península Ibérica, es decir a los visigodos. En palabras suyas:

*"... a la pobreza filosófica del caudal visigodo debe agregarse la ineptitud e indiferencia de os primeros conquistadores árabes y berberiscos, guerreros incultos y fanáticos, por los estudios de todo tipo... por eso, hasta el siglo X no se ve entre los musulmanes españoles ni un solo filósofo o científico: toda su cultura se limita a los estudios jurídicos y a los filosóficos"*<sup>5</sup>

También se puede observar la misma idea en la obra de Julián Ribera, que insiste en estos mismos términos, refiriéndose en particular al estudio de la Astronomía y las Matemáticas.

*"... La Astronomía tuvo que sufrir de las prevenciones vulgares, que a veces se traducían por decretos de prescripción muy severa; hubo un tiempo en que lo más que se permitió era adquirir las nociones necesarias para orientar las mezquitas con su alquibla, determinar en las distintas estaciones del año las horas del día y de la noche para señalar la oración... todo lo que pasara de ahí, era aventurarse mucho y por tanto se tachaba de hereje a quien por escabrosidades tales anduviera"*<sup>6</sup>

<sup>3</sup> Para acercarse al estudio de Maslama y su escuela véase la obra de M<sup>a</sup> Carmen Escribano y Juan Martos, "Las Matemáticas en al-Andalus: fuentes y bibliografía para el estudio del matemático y astrónomo árabe madrileño Maslama", presentada al VI Congreso de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas. Segovia, 1996.

<sup>4</sup> Págs. 132-133 de la obra de Julio Samsó, "La ciencia de los antiguos en al-Andalus". Madrid, 1992.

<sup>5</sup> M. Asín Palacios, "Abenmasarra y su escuela". Madrid, 1914.

<sup>6</sup> Discurso de D. J. Ribera para la apertura del curso 1893-94 en la Universidad de Zaragoza.

El propósito de esta comunicación es demostrar que, a la vista de las noticias llegadas hasta nuestros días por los diccionarios biobibliográficos y de otras investigaciones como las de Sánchez Pérez<sup>7</sup> y Suter<sup>8</sup>, se puede asegurar que durante la época omeya andalusí, o al menos durante los últimos tiempos del emirato y el califato, es decir, finales del siglo IX y el siglo X, sí hubo un desarrollo y estudio de las Matemáticas, pues al menos se tienen noticias de casi una cincuentena de sabios andalusíes que vivieron durante esta época, la época del gobierno omeya, a los cuales se les reconoce una dedicación especial al ámbito matemático, al margen de los estudios de Astronomía o de otras ciencias afines. Además, y a pesar de que no ha llegado hasta nuestros días ninguna de las obras matemáticas que ellos escribieron, sí se tienen referencias escritas, de que al menos se escribieron quince obras matemáticas en este siglo X.

Tras un breve repaso al estado de los estudios científicos durante la época Omeya andalusí, se analizarán los datos biográficos de cuarenta y cuatro sabios andalusíes, y se intentará extraer conclusiones sobre sus lugares de origen y aprendizaje, sobre sus especialidades, sus viajes y sus obras, con el fin de demostrar que existió un importante sustrato de investigaciones y aplicaciones matemáticas durante la época omeya, que posibilitó el auge de esta ciencia durante el siglo XI, época de los reinos de Taifas.

## LOS ESTUDIOS CIENTÍFICOS EN LA ÉPOCA OMEYA DE AL-ANDALUS

Hoy en día es reconocido por todos los investigadores que los estudios científicos árabes o islámicos tuvieron lugar tanto en el Oriente musulmán como en el Norte de África y en la España musulmana<sup>9</sup>. La entrada en la península ibérica de los musulmanes tiene lugar en el año 711, y poco después de este momento los musulmanes andalusíes se independizan políticamente del califato de Bagdad, formando su propio emirato bajo el gobierno de la familia Omeya, en el año 756. Esta situación de emirato independiente de Bagdad tiene su apogeo máximo en el año 929, cuando el emir de Córdoba, Abd al-Rahman III (912-961) se hizo proclamar Califa de Córdoba, realizando así la total separación del gobierno de Bagdad, tanto política como religiosa.

Con la llegada de los Omeyas al poder, se puede constatar la formación de una cultura plenamente andalusí, que llevaba aún las marcas de los elementos de las culturas que acoge en su seno: hispano-romanos (por su situación geográfica), árabe-orientales (por su origen), beréberes y judíos. Esta cultura, o mejor dicho, mezcla de culturas, llegó a alcanzar un gran esplendor, tanto en el ámbito científico, como en el jurídico, religioso o literario. Basta citar como ejemplo el hecho de que el segundo califa Omeya al-Hakam II (961-976) financiase con generosidad, la compra y la copia de un gran número de manuscritos que se encontraban en otros países islámicos, formando con ellas una inmensa biblioteca de casi 400.000 obras, cuyo catálogo, solamente ocupaba 44 volúmenes.

<sup>7</sup> De la obra de J.A. Sánchez Pérez sólo citaremos como ejemplo "Biografías de matemáticos árabes que florecieron en España", de 1921.

<sup>8</sup> Como ejemplo véase la obra de H. Suter, "Die Mathematiker und astronomen der araber und ihre Werke", de 1900.

<sup>9</sup> Sin duda la obra clave de referencia sigue siendo la del profesor D. Julio Samsó, "La ciencia de los antiguos en al-Andalus", Madrid, 1992.

Para hablar de ciencia islámica en al-Andalus -y de la cultura hispano musulmana en general- es necesario tener en cuenta dos hechos esenciales. Por una parte, la supervivencia de una tradición astronómica y astrológica latino-visigótica en la geografía musulmana andalusí<sup>10</sup>, y por otra parte, el proceso de orientalización de la cultura andalusí, que comienza con la llegada al trono del primer omeya, Abd al-Rahman I, en el año 756, y se consolida bajo Abd al-Rahman II (821-852). Los musulmanes andalusíes emprenden, desde muy pronto, viajes a Oriente y al Norte de África con el fin de estudiar o, simplemente, de realizar la peregrinación a La Meca y, a su regreso, traen consigo las últimas novedades científicas y culturales<sup>11</sup>.

Los frutos de esta orientalización de los musulmanes andalusíes, de esta transmisión de la cultura oriental al Occidente islámico, comienzan a verse en la época del emir Abd al Rahman II, cuando sabios de la talla de Abbas b. Firnas (m. 887) o Abbas b. Nasih (m. después de 844) introducen en al-Andalus las tablas astronómicas llamadas Sindhid, de tradición india, probablemente en la redacción que de ellas hizo el célebre astrónomo y matemático oriental al-Juwarizmi hacia el año 830.

Después de esta etapa de orientalización del siglo IX, durante el siglo X, en pleno califato Omeya, la cultura científica andalusí entra en una etapa de asimilación de las principales aportaciones de la ciencia indo-persa y griega, cuya muestra posiblemente mas palpable sea el denominado *Calendario de Córdoba*<sup>12</sup>. Sin embargo, quien representa mejor la fase de asimilación de la herencia indo-griega de la ciencia en las Matemáticas e, sin duda alguna, el sabio Maslama de Madrid<sup>13</sup>. En la tradición matemático-astronómica de al-Andalus, Maslama significa el comienzo de la etapa de madurez que fructificará, sobre todo, en el siglo siguiente, en el siglo XI post-omeya, época en la que, sin duda, la ciencia andalusí alcanzará un nivel productivo, intelectual y creativo de relevancia internacional.

*“El desarrollo científico en la época del califato omeya se caracteriza por ..., pero quizá lo más importante, la aparición de una auténtica escuela matemático-astronómica, alrededor de la figura de Maslama el Madrileño y sus alumnos que, no sólo da a conocer en el Occidente islámico los logros de Al-Juwarizmi, sino que los sabe adaptar a la Península, iniciando un desarrollo matemático que será la base del gran auge de las matemáticas que verá el siguiente siglo XI, ya en la época de los reinos de taifas.”*<sup>14</sup>

<sup>10</sup> Véase la obra de Juan Vernet, “La ciencia en al-Andalus”. Sevilla, 1986.

<sup>11</sup> Por ejemplo véase la obra de M<sup>a</sup> Carmen Escribano y Juan Martos, “Los itinerarios de aprendizaje exterior de los intelectuales hispanomusulmanes: estudio estadístico”, Turnhout (Bélgica), 2002.

<sup>12</sup> Cf. R. Dozy, *Le Calendrier de Cordoue de l’année 961*, E. J. Brill, Leiden, 1873.

<sup>13</sup> Para mejor conocer la obra de Maslama véase la obra de M<sup>a</sup> Carmen Escribano y Juan Martos, “Las Matemáticas en al-Andalus: fuentes y bibliografía para el estudio del matemático y astrónomo árabe madrileño Maslama”, presentada al VI Congreso de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas. Segovia, 1996.

<sup>14</sup> Martos Quesada, J. (2005): “La actividad científica en la España musulmana”, en *Hesperia. Culturas del Mediterráneo*, II, pág.141.

## MATEMÁTICOS DE AL-ANDALUS OMEYA

Después de buscar y rastrear a los sabios andalusíes interesados por las Matemáticas durante la época de gobierno Omeya en al-Andalus, es decir, desde la mitad del siglo VIII hasta el primer tercio del siglo XI, hemos encontrado al menos cuarenta y cuatro intelectuales dedicaos a esta materia, de los cuales trece se sitúan durante el Emirato, y los treinta y uno restantes pertenecen a la época califal. Es necesario especificar que se entiende que un sabio pertenece a la época emiral si ha nacido entre los años 725/730, y fallecido antes del año 955; el resto, es decir los sabios del Califato, serían aquellos nacidos entre los años 930/935 y fallecidos antes del año 1050.

Es necesario señalar que durante el emirato Omeya, el estudio de las Matemáticas sólo corresponde a un treinta por ciento de los sabios encontrados, es decir, este estudio es aún muy incipiente. Sin embargo, no es inexistente. También es importante resaltar que la mayoría de estos sabios musulmanes andalusíes interesados por las Matemáticas vivieron entre la segunda mitad del siglo IX y el primer tercio del siglo X, dicho de otra manera, los últimos años del Emirato.

Durante el Califato, la estimación es de una treintena de sabios, de ulemas dedicados a la ciencia numérica. Consideramos que es un número suficientemente importante como para hablar de un notable desarrollo de esta ciencia.

	Emirato	Califato	Total
Número de sabios musulmanes que se dedican a las Matemáticas	13	31	44
Porcentaje	30	70	100

Los matemáticos del Emirato Omeya, tienen su lugar de origen y trabajo, distribuido en cinco ciudades andalusíes:

- Córdoba, donde trabajan y residen ocho sabios que se dedican a las matemáticas.
- Écija, con dos estudiosos.
- Valencia, Zaragoza y Jaén donde trabaja un sabio musulmán matemático en cada ciudad.

En otras palabras mas del 61% del total residen y trabajan en la capital de emirato, lo que implica una proximidad física con el lugar donde el gobierno Omeya tiene su sede, y desde donde ordena sus actividades. Posiblemente, existiese un cierto aliento de los omeyas al estudio de las disciplinas científicas. También es importante tener en cuenta que Écija es, durante la época del Emirato Omeya un pequeño foco de actividad matemática, junto a Valencia, Zaragoza y Jaén. No se ha detectado aún ningún otro matemático andalusí de esta época en otras ciudades.

Durante el Califato, Córdoba sigue siendo el mayor foco de atracción para los sabios andalusíes, aumentando ahora su capacidad. Se han detectado veintitrés sabios que tienen su residencia en Córdoba, de un total de 31 sabios de esta época. Es decir, que el aumento ha sido desde un 61,5% a un 74 %. Además, junto a Córdoba, destaca ahora Sevilla

con cinco estudiosos más, es decir el 15% del total, a pesar de no poseer ninguno durante el Emirato, lo que implica una brillantez de esta ciudad, desbancando a Écija. Además es de notar también que en Valencia, Zaragoza y Jaén se ha perdido el hilo científico matemático, ya que ahora no se detecta ningún sabio, mientras que hay que dejar paso a las ciudades de Toledo y Granada, donde se han encontrado la presencia de estudiosos de la Aritmética.

	Emirato Total = 13					Califato Total = 31				Total
Lugares de Origen y/o Trabajo	Córdoba	Écija	Valencia	Zaragoza	Jaén	Córdoba	Sevilla	Toledo	Granada	44
Nº de intelectuales dedicados a las Matemáticas	8	2	1	1	1	23	5	2	1	44
Porcentaje Emirato	61,45	15,45	7,70	7,70	7,70	---	---	---	---	100
Porcentaje Califato	---	---	---	---	---	74	16	6,5	3,5	100
Porcentaje total	18,75	4,5	2,25	2,25	2,25	51,75	11,5	4,5	2,25	100

En relación con el aprendizaje de los sabios andalusíes, y a sus maestros, la inmensa mayoría de los personajes encontrados estudiaron o bien en Córdoba, o bien en sus lugares de origen, y tan sólo siete de ellos, lo que hace un 15% del total, viajaron a Oriente para aprender. Es importante señalar, además, que en la época del Emirato el localismo intelectual es muy acentuado, ya que sólo se ha detectado un sabio musulmán que viajó en peregrinación, y aprovechó para aprender en el extranjero.

Respecto a los destinos preferidos para el aprendizaje por los sabios andalusíes de la época califal, es importante señalar que la mayoría elige Egipto, ya que tres de los seis que sabemos a ciencia cierta que cruzaron las fronteras de al-Andalus lo hicieron. También se han encontrado referencias a la ciudad de Basora para uno de los estudiosos. Respecto de los demás viajeros, sus biógrafos sólo indican que viajaron al Oriente, sin precisar dónde, o simplemente, que hicieron la peregrinación a La Meca.

	Al- Andalus	Oriente			
Lugares de Aprendizaje	Córdoba o ciudad de origen	Egipto	La Meca	Basora	...
Nº intelectuales	38	3	1	1	1
Porcentaje	86,5	6,75	2,25	2,25	2,25

Apoyándonos en este estudio del aprendizaje de los intelectuales andalusíes se puede inferir que existió una cierta autonomía de los sabios matemáticos de al-Andalus respecto de Oriente. Es innegable que de Oriente se trajeron a al-Andalus las fuentes y los libros que recogían la tradición numérica perso-griega, sin embargo, el trabajo realizado en la España musulmana era hecho de una forma, seguramente, más independiente y creativa,

tanto en su desarrollo cómo en su aplicación.

Estos sabios andalusíes también fueron a su vez maestros y profesores. De al menos quince de ellos se tienen noticias que impartieron clases, incluso fueron maestros de príncipes, emires y califas. De estos quince, menos de un tercio, exactamente cuatro matemáticos, impartieron docencia durante el Emirato, tres de ellos en Córdoba (*Muhammad b. Arqam.*, *Muhammad b. Isma'il y Muhab b. Idris*), y uno de ellos en Écija (*Hassan b. Abd Allah*). Durante la época del Califato aumentó el número de científicos matemáticos que imparten clase, con un total de diez. Sin embargo ahora ya no es Córdoba la que monopoliza la enseñanza, tan sólo seis residen en la capital del Califato, sino que los cuatro restantes están repartidos entre Granada, Toledo, Sevilla y Écija, ciudad que continúa su tradición de enseñanza aritmética.

	Emirato Total = 4		Califato Total = 10					Total
Lugar de Docencia	Córdoba	Écija	Córdoba	Écija	Sevilla	Toledo	Granada	14
Nº maestros matemáticos	3	1	6	1	1	1	1	14
Porcentaje Emirato	75	25	---	---	---	---	---	100
Porcentaje Califato	---	---	60	10	10	10	10	100
Porcentaje total	21,5	7,1	43	7,1	7,1	7,1	7,1	100

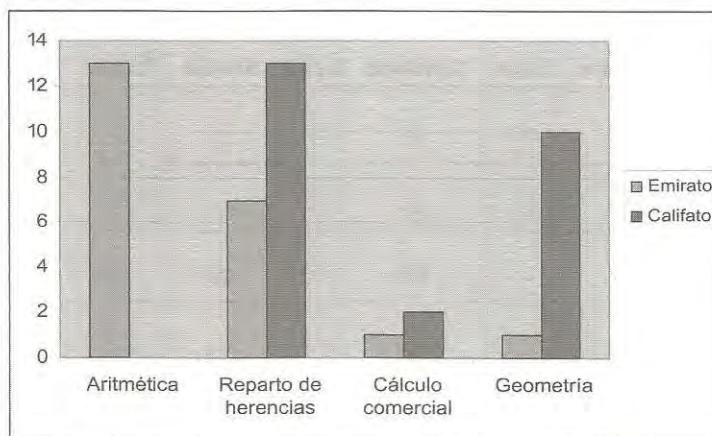
Las disciplinas particulares que cultivan los sabios matemáticos andalusíes son:

- La Aritmética, es decir, *'ilm al hisab*.
- La ciencia de la repartición de herencias, *'ilm al-fara'id*.
- El cálculo comercial, *'ilm al-mu'amalat*. Y por último,
- La Geometría, *'ilm al-handasa*.

Es importante resaltar que ninguno de los biógrafos de estos sabios musulmanes estudiados se refiere al Álgebra, *'ilm al-fara'id*, por lo que podemos suponer que ésta se desarrolló casi exclusivamente durante el siglo XI en al-Andalus.

Por etapas históricas, de la época emiral, de los trece científicos detectados, de todos se dice que se dedicaron a la Aritmética o a la Matemática (*'ilm al hisab*), precisándose que, además siete de ellos se especializaron en el reparto de herencias (*'ilm al-fara'id*), uno en Geometría (*'ilm al-handasa*), y otro en cálculo comercial (*'ilm al-mu'amalat*). En cuanto a la etapa del Califato, el número de expertos en repartición de herencias aumenta casi al doble (trece de ellos), también aumenta y, de forma relevante, los estudiosos de la Geometría se elevan de forma considerable, nada más y nada menos que a diez, es decir, casi un treinta y cinco por ciento de los matemáticos califales, de lo que augura el esplendor de la Trigonometría que va a tener en al-Andalus al siglo siguiente.

	Emirato Total = 13				Califato Total = 31			
Especialidades	Aritmética	Reparto de herencias	Cálculo comercial	Geometría	Aritmética	Reparto de herencias	Cálculo comercial	Geometría
Nº de intelectuales dedicados a	13	7	1	1	13	2	10	
Porcentaje Emirato	100	54	8	8	---	---	---	---
Porcentaje Califato	---	---	---	---	42	6	33	



En cuanto a su producción bibliográfica, es decir, de aquellos matemáticos que sabemos que escribieron alguna obra, hemos constatado, que al menos en catorce de las cuarenta y cuatro biografías se nos dice expresamente que escribieron algún libro. La temática de estas obras es muy variada y va desde los libros sobre repartos de herencias, astronomía y geometría (los más frecuentes), a los de Aritmética o Cálculo. En varios autores sólo se indica que fueron autores de algunas obras, sin especificar su contenido ni título.

De estos catorce científicos matemáticos autores de algún libro, dos de ellos son del Emirato (uno de Córdoba y otro de Zaragoza). El resto es de la época Califal, es decir, de la segunda mitad del siglo X o bien del primer tercio del siglo XI. Como ya es habitual, el lugar mayoritario de residencia de estos autores del Califato omeya es Córdoba, en donde viven y trabajan nueve de ellos, siendo los tres restantes de Granada, Écija y Sevilla respectivamente.

Autores de libros	Córdoba	Zaragoza	Granada	Écija	Sevilla	Total
Emirato	1	1	-	-	-	2
Califato	9	-	1	1	1	12
Total	10	1	1	1	1	14

## CONCLUSIONES

- Se puede afirmar, sin lugar a dudas, que durante la época Omeya en al-Andalus, existían intelectuales matemáticos que estudiaban, enseñaban y realizaban matemáticas prácticas.
- La inmensa mayoría de los intelectuales científicos matemáticos de este periodo omeya estudiaron en al-Andalus, en sus ciudades de origen.
- Existió una cierta independencia de los intelectuales andalusíes respecto de los intelectuales orientales durante el periodo omeya.
- La idea de que el estudio de las Matemáticas comienza en al-Andalus al final del siglo X es un mito. Ya existe un buen número de intelectuales matemáticos desde la época Omeya.

## DATOS BIOGRÁFICOS DE LOS MATEMÁTICOS DE AL-ANDALUS DURANTE LA ÉPOCA OMEYA

### Matemáticos del Emirato (756-929)

#### Abd Allah b. Muhammad al-Mugilí, Abu Muhammad

(IBN AL-FARADI, *Ta'rij*, VII, p. 188)<sup>15</sup>. Sabio cordobés muerto en el año 945, estudio de las Matemáticas, según su biógrafo, y con fama de inteligente.

#### Abu 'Abd al-Malik al-Taqañi

(LECLERC, *Histoire*, I, p. 429)<sup>16</sup>. Médico, al parecer de origen valenciano, con grandes conocimientos de Matemáticas, que vivió hacia mediados del siglo X. Estudió y comentó la obra de Euclides, muriendo ciego y con avanzada edad.

#### Abu Galib al-Qurtubi

(IBN AL-'ABBAR, *Takmila. Apéndice*, biografía 2488)<sup>17</sup>. Matemático nacido en Córdoba, muy entendido en Aritmética, Geometría y partición de herencias. Por los datos que nos ha aportado su biógrafo, lo más seguro es que viviera en la primera mitad del siglo X.

#### Ahmad b. Nasr

(AL-DABBI, *Bugya*, III, p. 195)<sup>18</sup>. Célebre aritmético y geómetra, nacido en Córdoba y muerto en el año 944. Es autor de una obra muy alabada en su tiempo sobre Geometría titulada *Kitab al-Masaha al-Mayhila* (Libro de las dimensiones desconocidas), cuyo manuscrito se encuentra en El Escorial.

<sup>15</sup> Ibn al-Faradi, "Ta'rij 'ulama' al Andalus", edición de F. Codera, "Historia virorum andalusiae", en Biblioteca Arabico-Hispana, VII y VIII, Madrid, 1891.

<sup>16</sup> L. Leclerc, «Histoire de la médecine arabe», París, 1876.

<sup>17</sup> M. Alarcón A. González Palencia. "Apéndice a la edición de Codea de la "Takmila" de Ibn al-'Abbar", en Miscelánea de Estudios y Textos Árabes. Madrid, 1915.

<sup>18</sup> Al-Dhabbi, "Bugyat", edición de f. Codera. "Dictionarum biographicum", en Biblioteca Aaranbico-Hispana, III. Madrid, 1885.

**Hassan b. 'Abd Allah b. Hassan al-Istiyi, Abu 'Ali**

(IBN AL-FARADI, *Ta'rij*, VII, p. 100). Nació en Écija, como indica su *kunya*. Aprendió prácticamente de casi todos los principales maestros andalusíes de su época y llegó a ser un experto en materias como Derecho, Gramática, hadices, etc. En el campo matemático, sobresalió por sus conocimientos en Aritmética y partición de herencias. Se dedicó a la enseñanza y murió en el año 946.

**Muhammad b. 'Abd al-Barr al-Kilay**

(IBN AL-FARADI, *Ta'rij*, VII, p. 315). Es natural de Jaén, en donde nació alrededor del año 815, muriendo en el 896 con ochenta años de edad. Fue alumno de Yahyá b. Yahya y 'Abd al-Malik b. Habib, los dos grandes maestros cordobeses del Emirato omeya y se especializó en el reparto de herencias y Aritmética.

**Muhammad b. Arqam al-Saba'i**

(IBN AL-'ABBAR, *Takmila*, V, p. 92)<sup>19</sup>. Famoso sabio cordobés que, desde muy joven, se interesó por la ciencia matemática, especializándose en el Cálculo matemático y sus aplicaciones. Su reconocido prestigio hizo que el emir Muhammad le nombra profesor de sus hijos. Murió en el año 916.

**Muhammad b. Asbag b. Labib, Abu 'Abd Allah**

(IBN AL-FARADI, *Ta'rij*, VII, p. 346). Nació en Écija, en donde fue alumno de Ibn 'Amrus, continuando sus estudios en Córdoba bajo la tutela de Ibn Lubaba. En el campo científico, se especializó en Aritmética y en partición de herencias. Viajó a La Meca para hacer la peregrinación, haciéndose seguidor de Ibn al-'Arabi, muriendo en el año 939.

**Muhammad b. Isma'il al-Nahwi al-Hakim, Abu 'Abd Allah**

(SA'ID, *Tabaqat*, p. 854)<sup>20</sup>. Cordobés, de reconocido prestigio, que llegó a ser profesor del califa al-Hakam II ya en su vejez. Destacó por su especial erudición en Matemáticas y en Lógica. Murió en el año 942, a los ochenta años de edad.

**Muhab b. Idris al-'Adawi al-Faradi, Abu Musa**

(IBN AL-FARADI, *Ta'rij*, VII, p. 27). Al parecer, era originario de Marruecos, trasladándose a Córdoba de joven para estudiar. Fijó su residencia en Écija, en donde fue profesor y se especializó en el arte de la partición de herencias -como nos indica su nombre- además de en Aritmética. Murió en el año 963.

**Sa'id b. Ahmad al-Faradi Ayni al-Sat, Abu 'Uman**

(IBN AL-FARADI, *Ta'rij*, VII, p. 144). Pocas noticias nos han transmitido los biógrafos de este matemático, sólo que nació en Córdoba, se interesó por la Aritmética y el reparto de herencias, en donde destacó a juzgar por su sobrenombre, y murió en el año 949.

**Salhab b. 'Abd al-Salam al-Faradi, Abu al-'Abbas**

(IBN AL-FARADI, *Ta'rij*, VII, p. 164). También con este matemático son escuetos los biógrafos. Nació en Córdoba, en donde aprendió el arte de la partición de herencias y el de la Aritmética, muriendo en el año 922.

<sup>19</sup> Ibn al-'Abbar, "Takmila", edición de F. Codera. "Dictionarium biographicum", en Biblioteca Arabico-Hispana, V y VI. Madrid 1887-1889.

<sup>20</sup> SA'ID, "Tabaqat", edición de Beirut, 1985.

**Yahya b. 'Aylan al-Azdi al-Saraqusti**

(IBN AL-FARADI, *Ta'rij*, VIII, p. 49). Como nos indica su *kunya*, fue originario de Zaragoza. Tuvo fama de sabio en el arte de la Aritmética y el reparto de herencias. Escribió al parecer un libro sobre estas materias que se divulgó mucho. En su biografía no se recoge la fecha de su muerte, pero su biógrafo Ibn al-Faradí estima que seguramente vivió en los últimos años del Emirato, a finales del siglo IX y principios del siglo X.

**Matemáticos del Califato (929-1031)****Abd Allah b. Sa'id al-Umawi, Ibn al-Saqqaq, Abu Muhammad**

(IBN BASKUWAL, *Sila*, I, p. 261)<sup>21</sup>. Nació en Córdoba, en donde llegó a ser uno de los principales muftíes de la ciudad<sup>22</sup>. Como matemático sobresalió en Aritmética y en partición de herencias. Murió en el año 1034, a los ochenta años.

**Abd Allah b. Tamman al-Kindí al-Faradí al-Masarri, Abu Muhammad**

(IBN AL-FARADI, *Ta'rij*, VII, p.197). Su familia era originaria de Écija, pero se trasladó a Córdoba, en donde nació Abu Muhammad. Hizo la peregrinación a La Meca y aprendió de los maestros de esta ciudad las ciencias del Cálculo y de la partición de herencias. Posteriormente se trasladó a Egipto, en donde siguió su proceso de aprendizaje. Fue profesor de Aritmética y del reparto de herencias, contando entre sus discípulos al también matemático Salih b. 'Abd Allah. Murió en el año 983

**Abd al-Gafir al-Faradí, Abu 'Abd Allah**

(IBN BASKUWAL, *Sila*, I, p. 377). Sabemos que vivía en Córdoba a finales del siglo X, en donde se hizo célebre por sus conocimientos en Geometría y en el reparto de herencias, siendo maestro del famoso matemático y astrónomo Maslama. Sus biógrafos nos indican que escribió un tratado acerca del reparto de herencias.

**Abd al-Malik b. Sulayman, Ibn al-Qutiya, Abu-l-Walid**

(IBN BASKUWAL, *Sila*, I, p. 353). Nació en Sevilla, aunque muy pronto se trasladó a Córdoba para aprender la ciencia del *hadit*. hacia el año 966. Llegó a tener reconocimiento como jurista y matemático. Murió en el año 1037.

**Abd al-Rahman b. Isma'il, al-Uqlidis al-Andalusi**

(SA 'ID, *Tabaqat*, p. 68; SÁNCHEZ, *Biografías*, p. 39). Su fama de matemático y geómetra viene ratificada por el sobrenombre que la gente le impuso, "El Euclides andalusí". Compuso un conocido compendio de ocho libros del *Organon* de Aristóteles. Sabemos que viajó al Oriente huyendo de las luchas políticas habidas en Córdoba a principios del siglo XI, en donde murió.

**Ahmad b. 'Abd Allah al-Gafiqí, Ibn al-Suffar, Abu-I-Qasim**

(IBN BASKUWAL, *Sila*, I, p. 45). Nació en Córdoba, en donde aprendió Aritmética. Posteriormente se trasladó a Toledo para aprender del famoso matemático y astrónomo

<sup>21</sup> IBN Baskuwal, *Sila*, edición de F. codera. "Aben Pascualis Assila", en Biblioteca Arabico-Hispana, I y II. Madrid. 1882.

<sup>22</sup> Sobre los muftíes y su papel en al-Andalus, cf. J. Martos, "Características del muftí en al-Andalus: contribución al estudio de una institución jurídica hispanomusulmana", en *Anaquel de estudios Árabes*, VII (1996), págs. 127-143.

Maslama, siendo después él mismo un maestro de reconocido prestigio. Escribió varias obras astronómicas, de las que se conservan varios manuscritos (SÁNCHEZ, *Biografías*, p. 48). Murió en Denia en el año 1034.

**Ahmad b. Muhammad, Ibn al-Tunizi, Abu-I-Qasim**

(IBN BASKUWAL, *Sila*, I, p. 36). Nació en Córdoba, aunque la mayor parte de su vida la pasó viviendo en Sevilla. Sus biógrafos nos dicen que era muy culto en Matemáticas, sobresaliendo especialmente en el arte del reparto de herencias, escribiendo varios libros sobre estas dos disciplinas. Hacia el año 413 se trasladó a Almena, en donde murió en el año 1025 a la edad de setenta y seis años.

**Ali b. Muhammad b. Isma'il b. Muhammad b. Bisr, Abu-I-Hasan**

(IBN AL-FARADI, *Ta'rij*, VII, p. 261). Aunque nacido en Antioquia, a los cincuenta años se trasladó a Córdoba en donde residió hasta su muerte. Fue uno de los matemáticos más influyentes en la actividad científica de su tiempo. Sabemos que escribió varias obras que sus discípulos se encargaron de divulgar. Murió en el año 987.

**Ali b. Sulayman al-Zahrawi, Abu-I-Hasan**

(IBN AL-'ABBAR, *Takmila*, V, p. 711). Nació en Madinat al-Zahra, aunque sabemos que hacia el año 1008 residía en Córdoba. Fue uno de los alumnos del matemático Maslama, destacándose en Aritmética y Geometría, además de ser un gran médico. Escribió un libro sobre contratos mercantiles.

**Asbag b. Muhammad al-Garnati, Ibn al-Samh al-Muhandis, Abu-I Qasim**

(SÁNCHEZ, *Biografías*, p. 67). Junto con Maslama, es uno de los mas famosos matemáticos del Califato omeya. Nació en Granada en el año 980. Fue alumno de Maslama en Córdoba. Regresó a Granada en donde impartió clases, destacándose en Aritmética y, sobre todo, en Geometría, como su propio apodo indica (al-Muhandis). Compuso una decena de obras relacionadas con el campo matemático o con su aplicación astronómica<sup>23</sup>. Murió en el año 1034, con 56 años de edad.

**Bakr b. Jatib al-Muradi al-Makfuf al-Nahwi, Abu Muhammad**

(IBN AL-FARADI, *Ta'rij*, VII, p. 85; SUTER, *Die Mathematiker*, p. 47)<sup>24</sup>. Nació en Córdoba y, aunque fue famoso por sus conocimientos gramaticales, como indica su apodo al-Nahwí (el Gramático) y por el manual que sobre esta materia escribió, también era conocido por ser un buen matemático. Murió en el año 1012.

**Galib b. Muhammad al-Hawari al-Usuni, Abu Tamman**

(IBN BASKUWAL, *Sila*, II, p. 448). Posiblemente era miembro de una familia originaria de Osuna en razón de su apodo, pero vivió en Sevilla en el año 986. Se educó en Córdoba, en donde se interesó por la ciencia matemática, muriendo en el año 1048.

**Habbab b. 'Ubbada al-Faradi, Abu Galib**

(IBN AL-'ABBAR, *Takmila*, V, p. 103). Natural de Córdoba. Sus conocimientos de Matemáticas los adquirió de los maestros de Oriente, a donde viajó para aprender. Se

<sup>23</sup> Acerca de la vida y las obras de Ibn al-Samh, cf. J. MARTOS, "El matemático andalusí Ibn al-Samh; posible autor de un manuscrito de aritmética depositado en El Escorial", en *Anaquel de Estudios Árabes*, XII(2001), págs. 429-442.

<sup>24</sup> H. Suter, "Die mathematiker und astronomen der araqber und ihre Werke", Leipzig, 1900.

especializó en Aritmética y reparto de herencias, como indica su sobrenombre. Murió hacia finales del siglo X o principios del XI.

**Isà b. Ahmad al-Wasati, Abu-l-Asbag**

(SA 'ID, *Tabaqat*, p. 72; IBN BASKUWAL, *Sila*, II, p. 640). Aprendió de su padre y llegó a ser un prestigioso sabio en las materias de Aritmética, Geometría y partición de herencias, de las que fue profesor en Granada. Murió en la segunda mitad del siglo XI.

**Jalaf b. Husayn b. Marwan, Abu-l-Qasim**

(IBN AL-'ABBAR, *Takmila*, V, p. 46). Nació en Córdoba en el año 951. Llegó a ser secretario de Almanzor y fue padre del famoso historiador Ibn Hayyan. Como maestro, tenía sus propios métodos de enseñanza. Murió ciego en el año 1035.

**Jalid b. Muhammad al-Adib, Abu-l-Walid**

(IBN BASKUWAL, *Sila*, I, p. 181). Nació en Sevilla hacia el año 996. Estudió Matemáticas especializándose en Cálculo, además de ser un gran literato, como nos indica su apodo "al-Adib". Era poco ortodoxa su actitud ante el Islam en sus poesías, razón por la cual posiblemente fue asesinado en Badajoz en el año 1044.

**Maslama b. Ahmad al-Faradi al-Hasib al-Mayriti, Abu-l-Qasim**

(SÁNCHEZ, *Biografías*, p. 86). Famoso matemático y astrónomo de la corte de los califas al-Hakam II y Hisam II nacido en Madrid. Impartió clases en Toledo y Córdoba, en donde fundó una escuela<sup>25</sup> de matemáticos y astrónomos que puso las bases para el esplendor de estas ciencias en el siglo XI en al-Andalus. Su importancia en la historia de la ciencia hispanomusulmana se debe a que fue el que supo aplicar y promocionar en al-Andalus los conocimientos provenientes de Oriente y de al-Juwarizmi. Escribió numerosas obras de esta temática, muriendo en el año 1004.

**Muhammad b. 'Abdun al-Yabali al-'Adidi al-Qurtubi**

(IBN AL-'ABBAR, *Takmila*, V, p. 102). Cordobés, con fama de sabio en Aritmética y Geometría. En el año 958 marchó a Oriente, residiendo en Basora y El Cairo, en donde dirigió un hospital. A los doce años de su ida regresó a al-Andalus, en donde fue nombrado médico personal de al-Hakam II y Hisam II. Sabemos que escribió una obra titulada *Kiiab al-Taksir* ("Libro de las fracturas") que igual puede ser de Medicina o bien referirse al cálculo de fracciones.

**Muhammad b. Ahmad al-Umawi, Ibn al-'Attar, Abu 'Abd Allah**

(IBN AL-FARADI, *Ta'rij*, VID, p. 81). Nació en Córdoba en el año 941. Además de ser literato, se interesó por la Aritmética y la partición de herencias. En Córdoba fue un maestro visitado por muchos discípulos. Peregrinó a La Meca en el año 993 y permaneció un tiempo en Oriente ampliando sus estudios. Murió en Córdoba en el año 1009.

**Muhammad b. Bayqi b. Muhammad**

(IBN AL-FARADI, *Ta'rij*, VII, p. 387). Nació casi con seguridad en Córdoba en el año 929. Aunque su fama se debe a sus conocimientos de Derecho, llegó a ser cadí supremo de Córdoba, sabemos que se interesó por el campo de las Matemáticas. Murió en el año 991.

<sup>25</sup> Sobre Maslama y su escuela, cf. El artículo de C. Escribano y J. Martos, "Las Matemáticas en al-Andalus..."

**Muhammad b. Al-Hasan al-Zubaydí, Abu Bakr**

(AL-MAQQARI, *Nafh*, II, p. 123)<sup>26</sup>. Nació en Sevilla en el año 928 y estudió con los maestros de Córdoba. Fue un famoso historiador y gramático y llegó a ser cadí en Sevilla. Por sus conocimientos del área de las Matemáticas, el califa al-Hakam II lo nombró profesor de su hijo Hisam de esta materia. Murió en el año 989.

**Muhammad b. Marwan, Ibn al-Saqqaq, Abu Bakr**

(IBN AL-FARADI, *Ta'rij*, VIII, p. 102). Nació en Córdoba, en donde aprendió de sus maestros. Se distinguió en los campos de la Aritmética y el reparto de herencias. Murió en el año 1040.

**Muhammad b. Yusuf b. Ahmad al-Yuhani, Abu 'Abd Allah**

(IBN BASKUWAL, *Sila*, II, p. 480). Nació en Córdoba en el año 989, en donde estudió, entre otras materias, Aritmética y reparto de herencias. En el año 1012 se trasladó a El Cairo para ampliar sus estudios, en donde le perdemos la pista. Suter (*Histoire*, p. 96) cree que es el autor de un comentario a la obra de Euclides.

**Muhammad b. Yusuf b. Muhammad al-Nayyad, Abu 'Abd Allah**

(IBN AL-FARADI, *Ta'rij*, VIII, p. 100). Cordobés, nacido en el año 961. Estudió en su ciudad natal Gramática y Aritmética. Huyó de Córdoba cuando las guerras civiles de principios del siglo XI, volviendo después a ella para dedicarse a la enseñanza. Murió en el año 1037.

**Muhammad b. Yüsuf b. Nasr al-Azdí al-Faradi**

(IBN AL-'ABBAR, *Takmila*, V, p. 103). Su familia era originaria de Écija, pero se trasladó a Córdoba, en donde nació Muhammad b. Yüsuf. Estudió Aritmética y reparto de herencias con Ibn 'Ubbada, sobresaliendo en esta última especialidad. Fue el padre de Ibn al-Faradí, el famoso autor de *Kitab ta'rij 'ulama ~ al-Andalus*. Murió en Toledo en el año 975.

**Mujtar b. Abd al-Rahman al-Ru'ayni, Abu-l-Hasan**

(IBN BASKUWAL, *Sila*, I, p. 565). Nació en Córdoba y llegó a ser cadí en Almería. Tuvo fama de erudito, distinguiéndose en el área de la Geometría. Murió en el año 1043.

**Sahl b. Ibrahim b. Sahl, Ibn al-'Attar, Abu-l-Qasim**

(IBN AL-FARADI, *Ta'rij*, VII, p. 162). Nació en Écija en el año 911. Entre otras materias, se interesó por la Aritmética. Tras vivir algunos años en Córdoba, se trasladó a Granada en el año 931, en donde se dedicó a la enseñanza. Según su biógrafo, compuso una obra, aunque ignoramos su contenido. Murió en el año 997.

**Salih b. 'Abd Allah al-Qassam, Abu-l-Qasim**

(IBN BASKUWAL, *Sila*, I, p. 233). Sabio cordobés del siglo X que destacó en Aritmética y en el reparto de herencias, discípulo 'Abd Allah b. Tamman al-Faradi

**Sa'iyà b. Frigun**

(CASIRI, *Bibliotheca*, I, p. 380)<sup>27</sup>. Casiri, al describir en su libro el manuscrito 945 de la Biblioteca de El Escorial, menciona los conocimientos matemáticos de este sabio cordobés, autor de una obra enciclopédica escrita hacia el año 1002.

<sup>26</sup> Al-Maqqarí, *Nafh*, edición de Dozy. « Analectes sur l'histoire et la littérature des arabes d'Espagne ». París, 1883-1887.

<sup>27</sup> Casiri, *Biblioteca arabico-hispana escurialensis*. Madrid, 1760.

**Sulayman b. Hassan al-Andalusi, Ibn Yulyul, Abu Dawud**

(CASIRI, *Biblioteca*, I, p. 437). Aunque los datos que nos han llegado de él mencionan que se interesó por las matemáticas, lo cierto es que destacó en Medicina, llegando a ser médico del califa Hisam II. Escribió varias obras sobre médicos y Medicina.

**Yusuf b. 'Umar al- Yuhani, Ibn Abi Tala, Abu 'Umar**

(IBN BASKUWAL, *Sila*, II, p. 615). Nació en Toledo, en donde alcanzó fama en el campo de la Astronomía. Tuvo grandes conocimientos en el arte del reparto de herencias. Murió en el año 1043.

**BIBLIOGRAFÍA**

- AL-DABBI: *Bugyat*, edición de F. Codera, “*Dictionarium biographicum*”, en Biblioteca Arabico-Hispana, III. Madrid.
- AL-MAQQARI: “*Nafh*”, edición de Dozy, *Analectes sur l’histoire et la littérature des arabes d’Espagne*, París, 1883-1887.
- ALARCÓN, M. Y GONZÁLEZ PALENCIA, A. (1915): “Apéndice” a la edición de Codera de la *Takmila* de Ibn al-’abbar, en *Miscelánea de Estudios y Textos Árabes*. Madrid.
- ASÍN PALACIOS, M.(1914): “Abenmasarra y su escuela”, en *Orígenes de la filosofía hispanomusulmana*. Madrid.
- CASIRI (1760): “*Bibliotheca arabico-hispana escurialensis*”. Madrid.
- DOZY, R. (1873): “*Le calendrier de Cordoue de l’année 961*”. E.J. Brill. Leiden.
- ESCRIBANO RÓDENAS, M.C. Y MARTOS, J. (1998): “Las matemáticas en al-Andalus: fuentes y bibliografía para el estudio del matemático y astrónomo árabe madrileño Maslama”, en *Estudios de Historia de las Técnicas, la Arqueología Industrial y las Ciencias. Actas del VI Congreso de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas*. Segovia-La Granja, 9-13 septiembre de 1996. Junta de Castilla y León. Salamanca. Págs. 457-466.
- ESCRIBANO RÓDENAS, M.C. Y MARTOS, J. (2002): “Los itinerarios de aprendizaje exterior de los intelectuales hispanomusulmanes: estudio estadístico”, en *Science and Technology in the Islamic World*, Brepols Publishers, Turnhout (Bélgica). Págs. 43-64.
- IBN AL-FARADI, *Ta’rij ’ulama al-Andalus*, edición de F. Codera, *Historia virorum andalusiae*, en Biblioteca Arabico-Hispana, VII y VIII. Madrid, 1891.
- IBN AL-’ABBAR, *Takmila*, edición de F. Codera, “*Complementum libri Assilah*”, en “*Biblioteca Arabico-Hispana*”, V y VI. Madrid 1887-1889.
- IBN BASKUWAL, *Sila*, edición de F. Codera, “*Aben Pascualis Assila*”, en Biblioteca Arabico-Hispana , I y II, Madrid. 1982.
- LECLERC, L. (1876): *Histoire de la médecine arabe*. París.
- MARTOS QUESADA, J. (1996): “Las características del muftí en al-Andalus: contribución al estudio de una institución jurídica hispanomusulmana”, en *Anaquel de Estudios Árabes*, VII, págs. 127-143.

- MARTOS QUESADA, J. (1998): "Los diccionarios biográficos como fuente para el conocimiento del mundo jurídico en al-Andalus: características y reflexiones", en *Anaquel de Estudios Árabes*, IX, págs. 45-63.
- MARTOS QUESADA, J. (2001): "El matemático andalusí Ibn al Samh: posible autor de un manuscrito de aritmética depositado en El Escorial", en *Anaquel de Estudios Árabes*, XII, págs. 429-442.
- MARTOS QUESADA, J. (2001): "Los estudios sobre el desarrollo de las matemáticas en al-Andalus: estado actual de la cuestión", en *DYNAMIS*, XXI, págs. 269-293.
- MARTOS QUESADA, J. (2005): "La actividad científica en la España musulmana", en *Hesperia Culturas del Mediterráneo*, II, págs.137-164.
- RIBERA, J. (1893): "La enseñanza entre musulmanes españoles". Discurso de apertura del curso 1893-1894. Universidad de Zaragoza.
- SA'ID, *Tabaqat*, en edición de Beirut, 1985.
- SAMSÓ, J. (1992): *La ciencia de los antiguos en al-Andalus*. MAPFRE . Madrid.
- SÁNCHEZ PÉREZ, J.A.(1921): *Biografías de matemáticos árabes que florecieron en España*. Madrid. Ed. facsímil, Granada 1995.
- SUTER, H.(1900): *Die Mathematiker und astronomen der araber und ihre Werke*, Leipzig.
- VERNET, J.(1978): *La cultura hispanoárabe en Oriente y Occidente*. Edit. Ariel. Barcelona.
- VERNET, J.(1986): *La ciencia en al-Andalus*. Editoriales Andaluzas Unidas. Sevilla.

# LAS MATEMÁTICAS DE AL-ANDALUS EN EL CAMBIO DE MILENIO (SIGLOS X-XI)

M<sup>a</sup> DEL CARMEN ESCRIBANO RÓDENAS  
UNIVERSIDAD SAN PABLO-CEU, MADRID

GABRIELA FERNÁNDEZ BARBERIS  
UNIVERSIDAD SAN PABLO-CEU, MADRID

## RESUMEN

*El auge de la ciencia árabe andalusí es el resultado de multitud de pequeñas aportaciones realizadas por hombres que vivieron en siglos anteriores. Las Matemáticas han sido una de las ciencias que han tenido un gran desarrollo en el cambio del milenio en al-Andalus.*

*En el siglo X el imperio musulmán realizó sus últimas grandes conquistas y su apogeo mundial es el resultado de la expansión realizada durante los siglos anteriores. En el califato de Córdoba en particular, hasta Abderraman III (912-961) existió un clima de intolerancia religiosa que impidió que se realizara ciencia sin peligro de caer en la herejía. Sin embargo, la ciencia fué apoyada por los califas posteriores hasta la nueva reforma religiosa aportada por los Almorávides (1056-1147).*

*Fuera del ámbito musulmán la ciencia estaba sumida en una especie de letargo, quizás por el ambiente de terror ante el cambio de milenio en el mundo cristiano. Esta penuria científica en el mundo no musulmán fue criticada por los intelectuales y los hombres de ciencia árabe.*

*El objetivo de este trabajo es presentar las matemáticas que desarrollaban los sabios musulmanes en al-Andalus durante los siglos X y XI, como resultado de investigaciones previas y con un alcance posterior inimaginable. Además, se citarán los principales matemáticos andalusíes del momento, como actores del desarrollo matemático.*

**Palabras clave:** *Historia, Matemáticas, al-Andalus*

**ABSTRACT**

*The boom of the Andalusí Arabic Science is the result of a great number of small contributions that have been made by men who lived in previous centuries. Mathematics is one of the Science that has had a significant development at the turn of the century in al-Andalus.*

*In the Xth Century the Muslim Empire made its big conquests and its zenith throughout the world is the result of the expansion carried out during the previous centuries. In Cordoba's Caliphate, especially, until Abderraman IIIrd (912-961) prevailed a religious intolerance which prevented Science from progressing without the risk of falling into heresy. However, Science was supported by the subsequent caliphs up to the new Religious Reformation brought by Almoravides (1056-1147).*

*Outside Muslim influence Science was immersed in a form of lethargy, perhaps as a result of the atmosphere of terror which existed during the change of the millennium in the Christian World.*

*This scientific penury in the non-Muslim World was criticized by intellectuals and by Arabian scientists.*

*The objective of this paper is to present the Mathematics that was developed by the wise Muslims in al-Andalus during the Xth and XIth centuries, as a result of previous research which had a far-reaching significance. Moreover, the most important andalusian mathematicians of that moment will be mentioned, as the main actors in mathematical development.*

**Keywords:** *History, Mathematics, al-Andalus*

## INTRODUCCIÓN

Alrededor del año mil, en al-Andalus se tiene por lo general, una imagen muy pobre de la ciencia no musulmana de la época. Los cristianos tienen una capacidad científica desastrosa que es criticada por los intelectuales y sabios islámicos. Es precisamente en el siglo XI, cuando el Cadí Ibn Saíd de Toledo en su libro de las generaciones de las naciones, criticando a los cristianos dice que todas las naciones que provienen de las siete primitivas... se divide en categorías... Y los cristianos españoles, los beréberes y todos los habitantes de las regiones de Occidente son los pueblos que no pueden hacer nada de provecho, a los que Alá ha dado un particular desorden y ceguera, lo que les provoca el amor a la anarquía y a la violencia.

Es cierto que el cambio de milenio ha sido para los cristianos sinónimo de terror, fundado en el Apocalipsis de San Juan<sup>1</sup>, lo que ha sido reprobado por los sacerdotes que criticaban la ignorancia de los fieles cristianos de la época medieval, pero por otra parte ciertos miedos o temores han sido reiterados en el cambio del último segundo milenio.

El milenarismo ha sido una doctrina teológica que dice que Cristo será rey durante mil años en el fin de los tiempos, después de la resurrección de los justos y antes del juicio final según el Apocalipsis. Los representantes más importantes de esta doctrina fueron San Papías de Hierápolis, San Justino, San Irineo, Tertuliano y Lactancio. Este miedo al año mil entre los cristianos no es conocido en el mundo islámico, donde por otra parte, las etapas cronológicas no tienen nada que ver<sup>2</sup>, incluso con el nombre, la palabra<sup>3</sup> para llamarlas.

La Europa del año mil tiene aproximadamente treinta millones de habitantes<sup>4</sup> y está dominada por el imperio islámico. El mapa<sup>5</sup> siguiente muestra los reinos cristianos de la época.

<sup>1</sup> "Pasados los mil años liberaran a Satanás de su prisión. El saldrá para...". Apocalipsis , 20, 7-8.

<sup>2</sup> Para el Islam, la historia comienza en el año 622 cuando su profeta Mahoma entra, con sus discípulos, en Medina y se encarga de la ciudad.

<sup>3</sup> Por ejemplo, en Occidente, la Edad Media, los siglos IX, X y XI, son la época oscura del mundo cristiano, y al contrario, es la época de gran esplendor para el mundo musulmán, mientras que el Renacimiento en Europa coincide con la dominación de los mongoles (tártaros no musulmanes), en la mayor parte del mundo islámico oriental.

<sup>4</sup> Ver G. Sergi. «La idea de la Edad Media». Barcelona.

<sup>5</sup> Mapa publicado en la página 38 de José Ignacio Moreno Núñez, *El Occidente Europeo en Torno al año mil*, en Garrot Garrot, J.L. (ed.), "Almanzor: un andalusi del año mil", pag. 19-43 Colección "Temas Históricas". Ed. Sociedad Cultural Castellum. Madrid, 2004.



En al-Andalus, los califas omeyas (desde el año 756 con Abderraman I) establecieron en primer lugar el emirato independiente de Bagdad, y después el califato independiente de Bagdad, hasta el comienzo del siglo XI cuando estalla la *fitna*, la cual divide el califato en un cierto número de pequeños reinos, llamados reinos de taifas. Esto permite a los estados cristianos que habían sobrevivido en el Norte de España emprender su gran expansión hacia el sur. Los principales reinos de taifas son: Córdoba, Sevilla, Zaragoza, Toledo, Badajoz, Granada, Almería, Denia, Murcia, Albarracín, Alpuente, y Valencia.

Los califas omeyas, en al-Andalus, hasta Abderraman III (912-961) tenían un régimen de intolerancia religiosa que impedía hacer verdadera ciencia o se podía terminar como un hereje. No se podían hacer ciencias matemáticas, excepto la repetición mecánica de los cálculos para la partición de herencias y las nociones necesarias para orientar las mezquitas con su alquibla, determinar las diferentes estaciones del año, la duración de las lunas para hacer el calendario y para determinar las horas del día y de la noche para hacer la oración. Después hubo una época de libertad científica con el apoyo de algunos califas para volver de nuevo con los Almorávides (1056-1147) al ideal de reforma religiosa, pero con el apoyo de los reyes de algunos reinos de taifas.

*«Le développement de la féodalité a amené le califat de Cordoue au début du XIème siècle, à se diviser en plusieurs petits principautés. Au XIème siècle, le mouvement de la Reconquête, mené pour les Espagnols et les Portugais, se renforça dans le but de reprendre aux Maures les territoires qu'ils en occupaient. En 1085, les Espagnols occupèrent Tolède...»<sup>8</sup>*

Con Alhaquen II comienza una época de esplendor en la ciencia andalusí. Alhaquen II se había interesado por la ciencia y por el progreso desde su juventud, incluso durante la vida de su padre Abderraman III. El defendió las disciplinas filosóficas, el protegió a los sabios y formó una enorme y elegida biblioteca en Córdoba. Todos los historiadores están de acuerdo en afirmar que en su califato tuvo lugar el renacimiento de las ciencias matemáticas, físicas y naturales. El protegió a los matemáticos y astrónomos y les otorgó libertad para la enseñanza pública en Córdoba.

Sin embargo, Almanzor, que comenzó su gobierno bajo el califato de Hixem II, realizó una política de intolerancia contra los estudios filosóficos, respetando solamente la matemática elemental y la medicina. Almanzor persiguió a los hombres de ciencia e hizo desaparecer los libros de lógica y de astronomía.

Las ciencias siguieron su desarrollo a pesar de Almanzor y de la Reconquista cristiana, y durante el período de los reinos de taifas, casi todo el siglo XI, ya que vuelve la libertad científica con el apoyo de los soberanos, sobre todo en Zaragoza y en Toledo con los Banu Hud y los Banu Dinn Nun.

## LAS MATEMÁTICAS EN AL-ANDALUS (SIGLOS X-XI)

Una forma general de clasificar las matemáticas árabes consiste en hacer cuatro grandes capítulos<sup>9</sup>, que sin duda se corresponden completamente con lo que se hace en al-Andalus, durante este período:

<sup>8</sup> A. Youschkevitch, *Les Mathématiques Arabes (VIII-XV)*. Paris. Pág. 13

<sup>9</sup> Ver Carl Boyer, en *Historia de las Matemáticas*, Alianza Universidad Textos. Madrid, 1987. Pág. 310

## 1. Aritmética.

Aquí se puede incluir la numeración ya que es indiscutible que nuestro actual sistema de numeración está basado sobre el principio posicional, con las formas de las cifras diferentes (nueve cifras) y otro signo especial para el cero. Los elementos de base de la aritmética árabe han sido el sistema de cálculo indio, el cálculo digital, y el sistema sexagesimal.

Es importante observar que uno de los primeros manuscritos latinos aparecidos con las cifra indo-árabes, es el Codex Vigilanus de El Escorial, escrito en el monasterio de Albelda, en el valle de el Ebro<sup>10</sup> y fechado en 976. También es necesario decir que se cree que Gerberto de Aurillac<sup>11</sup> (el papa Sylvestre II, muerto en 1003) fue uno de los primeros cristianos en Europa que ha utilizado las cifras indo-árabes, ya que él las habría conocido cuando estuvo en Vic en el año 967, pues habría mantenido un largo contacto con la cultura árabe<sup>12</sup> (mantuvo siempre una gran correspondencia epistolar con los traductores de Barcelona cuando regresó a la Galia).

Uno de los principales desarrollos de la aritmética aportada por los árabes fue el perfeccionamiento del sistema del método indú de la tablilla de arena (o «tablilla de polvo») por el papel y la tinta, que permitía guardar las etapas sucesivas del cálculo de manera que se pudiese revisar<sup>13</sup>. También se atribuye a los árabes de España el uso del ábaco de columnas para el cálculo, sobre el que se desplazan las fichas marcadas o no con las cifras, y sin embargo gracias a los árabes su influencia sobre las primeras versiones latinas de aritmética árabe<sup>14</sup>.

*«C'est toutefois le «calcul indien», c'est-à-dire l'arithmétique de position utilisant neuf chiffres et le zéro en vue des opérations fondamentales du calcul, qui marque au XIIème siècle le premier apport capital de la science arabe à l'outillage mathématique de la science occidentale»<sup>15</sup>*

## 2. Álgebra.

El álgebra árabe tiene sus principios en Grecia, en India y en Babilonia, pero con una forma nueva y sistemática<sup>16</sup>. Su principal objetivo será elaborar una teoría de las ecuaciones que pueda resolverlas mediante radicales, las cuales puedan ser propuestas indiferentemente

<sup>10</sup> D.E. Smith et L.C. Karpinski, *The Hindu-Arabic Numerals*. Boston/Londres, 1911, pag. 137-139

<sup>11</sup> Según el testimonio de Guillaume de Malmesbury.

<sup>12</sup> Gerberto de Aurillac fue enviado a Vic (Barcelona) para estudiar. El monasterio de Vic se encuentra 40 Km. de Santa Maria de Ripoll. Ver pag. 58-59 de José M<sup>a</sup> Millás Vallicrosa, *Estudios sobre historia de la ciencia española*, CSIC, Madrid, 1991.

<sup>13</sup> Ver Ahmad S.Saidan (1997), *Numération et Arithmétique*, 11-30, en «Histoire des sciences arabes» de Roshî Rashed. Ed. du Seuil. Paris Pag. 18

<sup>14</sup> Gerberto de Aurillac menciona un opúsculo, hoy día desaparecido, de José el sabio o Josephus Hispanus, titulado «De multiplicatione et divisione», donde se supone que se describen las dos operaciones más difíciles para practicar con la ayuda de un ábaco.

<sup>15</sup> Ver André Allard en su Pág. 200 de *Les mathématiques arabes en Occident*, en «Histoire des sciences arabes» de Roshî Rashed. Ed. du Seuil. Paris, 1997.

<sup>16</sup> Ver Pág 300 Carl Boyer, *Historia de la Matemática*. Alianza Universidad Textos. Madrid, 1987.

en problemas aritméticos y geométricos, y así poder servirse de ellas en el cálculo, los intercambios comerciales, las sucesiones (partición de herencias), el reparto de tierras, las construcciones y los cálculos complicados de arquitectura, etc.<sup>17</sup>. La llegada del libro *Kitab al-jabra al muqabala* de al-Khwarizmi será una revolución ya que en él se habla de una disciplina matemática distinta, y dotada de un vocabulario técnico propio.

«...les concepts de la nouvelle discipline, et notamment «la chose», l'inconnu ne désignent pas un être particulier, mais un objet qui peut être indifféremment numérique ou géométrique; et d'autre part les algorithmes de la solution doivent être eux-mêmes un objet de démonstration»<sup>18</sup>

En al-Andalus no hay alumnos de al-Khwarizmi para esta nueva disciplina en esta época. Es posible que al-Khwarizmi fuera conocido en al-Andalus, ya que su importancia fue crucial y además fue reconocido por todos los historiadores y científicos desde entonces. Los comentarios a este libro fueron hechos en todas las lenguas, árabe, persa, latín y las diferentes lenguas de la Europa del Oeste hasta el siglo XVIII. No se puede olvidar que Maslama *el madrileño* adaptó las tablas de al-Jwarizmi al meridiano de Córdoba, pero Maslama no hizo nada de álgebra.

### 3. Trigonometría.

El contenido de esta trigonometría provenía de la antigua Grecia y también de los textos indios, pero sin duda, los árabes han dado la típica forma india y fue extendiéndose y ampliándose con las nuevas funciones y las relaciones entre ellas.

La trigonometría era necesaria para el estudio del movimiento de los astros. Precisamente alrededor del año 1000 los árabes reformaron la astronomía y empezaron a hacer una astronomía esférica con una formulación matemática, con la aparición de las primeras relaciones del triángulo esférico y del triángulo polar. Sobre todo los árabes desarrollaron las técnicas del cálculo, tales como el uso de las funciones auxiliares, la interpolación y los procedimientos iterativos. Se puede decir que la astronomía se creó en el siglo IX. La función tangente es introducida desde el siglo IX, sin embargo,

«... Pour nous, la période arabe est celle des premières formules du triangle, des premières définitions et de l'introduction de la fonction tangente. Nous oublions le contenu dont se sont chargées depuis au sein de l'analyse, les fonctions circulaires, pour revenir à l'époque où la trigonométrie prend forme, en se distinguant de la géométrie.»<sup>19</sup>

Existen autores andalusíes, como Ibn Mu'ad, que escriben libros completos que tratan sobre la trigonometría pura, desligada completamente de la astronomía<sup>20</sup>. Pero en los países islámicos, la trigonometría es utilizada como un puente entre las matemáticas y la

<sup>17</sup> Según Roshdi Rashed (1997), es el objetivo de al-Khuwaritmi, en *L'Algèbre*, en «Histoire des sciences Arabes». Ed. du Seuil. Paris, Pag. 32.

<sup>18</sup> Ibidem pág. 33.

<sup>19</sup> Marie-Thérèse Debamot, Pag. 165 de *Trigonométrie*, dans "Histoire des Sciences Arabes" T-2, Roshdi Rashed. Paris, 1997

<sup>20</sup> Ver Pag. XX de M. V. Villuendas, *La trigonometría europea en el siglo XI...*

astronomía al servicio de la cual se ha desarrollado y ha alcanzado un lugar muy importante. La resolución de los problemas trigonométricos era muy necesaria para encontrar las distancias en astronomía, pero la resolución de los triángulos esféricos era necesaria para conocer la dirección de La Meca, hacia la cual se debían orientar las alquiblas de las mezquitas (era necesario determinar el azimut de la alquibla para situar el mihrab).

Los fabricantes de instrumentos europeos han construido los astrolabios a la manera árabe, a partir de la proyección estereográfica, es decir de la manera de Toledo, donde Ali Ben Jalaf y Azarquiel construyen instrumentos nuevos y básicos para las observaciones astronómicas, la lámina universal, y la *azafea* (con una doble red de meridianos y paralelos). En el siglo XI en al-Andalus se comienza a construir también los ecuatorios con finalidad más que didáctica. Estos son los primeros instrumentos de este tipo que se conocen. Se sabe que Ibn al-Samh y Azarquiel construyeron tales instrumentos. Estos instrumentos hacen que el trabajo del astrólogo sea más fácil, ya que en lugar de realizar los cálculos complicados con las tablas astronómicas, podían obtener un resultado aproximado para determinar gráficamente la longitud de un planeta.

#### 4. Geometría

Desde el siglo IX, los sabios musulmanes han escrito numerosos textos consagrados a la geometría, y otros textos con otras formas de matemáticas que también han tratado de esta materia. En primer lugar, los escritos teóricos sobre geometría exclusivamente. Su contenido se dedica sobre todo a realizar comentarios a los Elementos de Euclides. En segundo lugar se tienen los textos que están consagrados a otras materias como el álgebra o la astronomía o incluso la óptica, y también libros generales o filosóficos, que también tienen una parte importante dedicada a la geometría, a veces secciones teóricas completas con reglas geométricas, como incluso secciones enteras dedicadas a los instrumentos astronómicos. En tercer lugar se encuentran los textos de geometría práctica para los geómetras expertos, artesanos, constructores, ... Estos libros contienen reglas prácticas de cálculo, para las construcciones geométricas, algunos ejemplos y sus gráficas, pero siempre sin teoría, es decir, no hay una sola demostración<sup>21</sup>.

Uno de los primeros textos que aparecen al final del siglo XI o comienzos del XII, es el libro de medidas del judío Abraham bar Hiyya (Savasorda), escrito en hebreo, que contiene numerosas reglas de cálculo de la geometría árabe, algunas de las cuales implican álgebra implícitamente.

### LOS MATEMÁTICOS EN AL-ANDALUS (SIGLOS X-XI)

Es preciso tener en cuenta que las matemáticas en esta época son una parte de la filosofía, y consecuentemente todos los matemáticos son también filósofos. Por otra parte

<sup>21</sup> Voir la subdivision qui font de la littérature géométrique Boris A. Rosenfeld et Adolf P. Youschkevitch dans son chapitre Géométrie, pag. 122, dans "Histoire des Sciences Arabes" T-2, Roshdi Rashed, Paris, 1997.

es también un período de hombres enciclopedistas y es completamente normal encontrar matemáticos que sean a la vez especialistas en Derecho, Medicina, Literatura, etc... A continuación se pensaba citar los principales matemáticos de estos dos siglos con sus principales datos biográficos, que en la mayoría de los casos son mínimos, y la relación de sus obras conocidas, si esto es posible. Es obvio que esto es imposible pues sólo en la obra de J. A. Sánchez Pérez se encuentran más de 80 matemáticos árabes de esta época. Así pues se ha elegido citar sólo algunos de los más relevantes en la siguiente relación:

*Mohamed Benarcam el Sabai*. Seguramente nació en el siglo precedente, pues su muerte se sitúa hacia el año 916. Vivió en Córdoba y fue conocido como un filólogo y matemático. Fue el maestro de los hijos (Cásim, Asbag et Otman) del Emir Mohamed I de Córdoba.

*Abumohámed Abdala Benabderrahmán III Abenmohámed Benaderrahman Benalhacam Benhixem Benaderrahman Abenmousalua el Coraxi el Meruani*. Fue un hijo del Califa Abderrahman III. Se sabe que era un hombre de estudios que conocía muy bien la lengua árabe, la filosofía, la astronomía, las leyes, y la historia. Protegió a los sabios y se le hizo autor de una revuelta contra el gobierno por la cual su padre le condenó a muerte en el año 949.

*Abderrahman Benismail Abenbéder, el Euclides español*. Poco se sabe de su vida<sup>22</sup>, pero parece seguro que se fue de al-Andalus para Oriente, por motivos políticos en la época de Almanzor, y no pudo regresar a su tierra natal. Parece ser que murió en el año 978. Se le reconoce sobre todo por su sabiduría en geometría y en lógica. Escribió un libro sobre los ocho libros del Organon de Aristóteles.

*Abulcasim Said Benhamed Benabderrahman Abemohámed Abensaid el Cordobés*. Es más conocido como Cadi Ibn Said. Nació en Almería en el año de 1029, pero su familia era originaria de Córdoba, aunque vivió en Toledo donde fue nombrado Cadi. Fue muy importante como jurista, matemático, astrónomo y sobre todo como historiador.

*Ahmed Abensuleiman al-Muqtadir bil-lah Abenhud*. Fue el rey de Zaragoza desde 1046 hasta 1081. Él y su hijo *Yusuf al Mu'taman*, (de quien se hablará a continuación) estudiaron filosofía, geometría y astronomía. Se dice que hizo de su palacio de la Aljafería una casa de la sabiduría y no un centro de gobierno.

*Yusuf al Mu'taman*, fue también rey de Zaragoza, sucediendo a su padre, 1081-1085. Su contemporáneo el Cadi Ibn Said resaltó en 1068 que al-Mu'taman era un joven muy sabio que ya había realizado sus primeros escritos científicos. El objetivo de al-Mu'taman era escribir un libro donde se pudiesen encontrar todos los instrumentos indispensables para la formación de un futuro investigador en matemáticas, astronomía y física. Escribió el *Kitab al Istikmal*, que es un tratado con teoría de números, geometría, técnicas de astronomía, cálculo indio, álgebra, y mecánica.

*Muhammad Ibn Yusuf b. Ahmad b. Mu'ad, llamado Abu 'Abd Allah* (989-1079). No se sabe mucho de él<sup>23</sup>, su familia era de Córdoba y él sabía gramática árabe. Se fue a Egipto, y vivió allí durante cinco años, desde 1012 hasta 1016, según Ibn Baskuwal<sup>24</sup>. Este sabio

<sup>22</sup> Ver la biografía nº 25 de J.A.Sánchez Pérez, *Biografías...*

<sup>23</sup> Se trata de la biografía nº 130 de J.A.Sánchez Pérez, *Biografías...* Pag. 112.

<sup>24</sup> Ver *La trigonometría Europea en el s. XI...* de M.V. Villuendas, Pag. XXII.

estudió con Ibn al-Haytam en El Cairo, en la casa de la sabiduría que él dirigía. Cuando volvió a al-Andalus comenzó su obra que es considerada como muy importante, y por la que se puede decir que Ibn Mu'ad fue uno de los más importantes matemáticos del siglo XI en Europa<sup>25</sup>. Sus libros conocidos son: *Tabulae Jahen* (obra conservada solamente en su versión latina), *Liber de Crepusculis* (obra conservada en dos versiones, una en hebreo, y otra versión traducida por Gerardo de Cremona), *Sobre el eclipse total de sol* (versión en hebreo que traduce Samuel de Marsella), *Maqala fi sarh al-nisba* (se conserva una copia en árabe), *Matrah su'at* (se conserva en la Biblioteca Medicea-Laurenziana), *Kitab mayhulat* (se conservan dos copias, una en la Biblioteca Medicea-Laurenziana que es de la época de Alfonso X y que como la otra obra anterior forma una parte del manuscrito Or 152, y otra copia más completa que la anterior en la Biblioteca de El Escorial).

*Abu-l-Qasim Maslama b. Ahmad al-Faradi al Mayrit*. Es más conocido como Maslama el madrileño<sup>26</sup>. Nació en Madrid, a mitad del siglo X en Madrid, y vivió en Córdoba, donde murió en el año 1007. Estudió en Córdoba geometría y astronomía. Fue también astrólogo de la corte.

Según el cadí Ibn Sa'íd, Maslama fue el más importante matemático de su tiempo, y más sabio que sus predecesores. Interpretó el *Almagesto* de Ptolomeo y compuso un libro donde están las ecuaciones de los planetas, como en las tablas de al-Battani. Hizo un comentario a las tablas de al-Jwarizmi para adaptarlas al meridiano de Córdoba, e hizo buenos horóscopos como astrólogo de la corte. Escribió una obra de cálculo comercial para uso popular. Tradujo el *Planisferio* de Ptolomeo e introdujo nuevas técnicas para la construcción de astrolabios e instrumentos de observación de las estrellas. Adaptó las tablas de al-Jwarizmi al meridiano de Córdoba. La escuela de Maslama fue verdaderamente importante. Sus discípulos más importantes fueron Abu-l-Qasim Ahmad, más conocido como al-Saffar (Sus tablas con las teorías de Sindhí fueron muy importantes, y también su tratado sobre el astrolabio), y Abu-l-Qasim Asbag, más conocido como al-Samh quien partió para Toledo donde consiguió mucho prestigio. Sus libros conocidos son *Murawalat* (libro de aritmética comercial), un breve tratado sobre el astrolabio<sup>27</sup>, una adaptación de las Tablas de al-Khwarizmi, al meridiano de Córdoba, una adaptación de las Tablas de al-Battani, también al meridiano de Córdoba, *Al sakl al qatta'* (unas notas al Teorema de Menelao), *Tastih basit al kura* (una traducción del Planisferio de Ptolomeo al árabe), y una obra de astronomía utilizada por al Maydí.

*Abulcásim Ahmed Benabdala Benomar le Gafiqui*. Más conocido como Ibn al-Saffar. Nació en Córdoba, no se sabe en qué fecha, pero se sabe que nació antes del año 1000 y que murió en 1034 en Denia, donde se refugió después de la guerra civil. Vivió también en Toledo. Se sabe que fue astrónomo, matemático y médico, pero que se ocupó principalmente de la geometría y de la astronomía. Fue un buen maestro que tuvo muchos alumnos. Se sabe también que su hermano Mohamed era un buen constructor de astrolabios en

<sup>25</sup> Ver de M.V. Villuendas, *La trigonometría Europea en el s. XI...* pag. XXIV.

<sup>26</sup> Ver "El matemático y astrónomo andalusí Maslama "el madrileño", en ESCRIBANO RÓDENAS, MC., *Matemáticos Madrileños*. Anaya, Madrid.(2000).

<sup>27</sup> Se encuentra en la Biblioteca Nacional de París y fue traducido por J. Vernet et M.A. Catalá (1965), "Las obras matemáticas de Maslama de Madrid", *Al-Andalus*, vol. XXX, pags. 15-47.

Córdoba, incluso se ha dicho que fue el mejor. Al-Saffar escribió obras astronómicas, pero se le conoce sobre todo por su *Compendium de tablas astronómicas* (según Sinkhid), y por un libro *sobre la descripción y uso del astrolabio*.

*Abu-l-Qasim Asbag Ibn Muhammad al-Garnati*, más conocido como al-Samh, el geómetra. Nació en el seno de una prestigiosa familia cordobesa, pero se marchó a Granada. Fue alumno de Maslama, y abrió en Granada una casa donde enseñaba matemáticas y astronomía. Murió en Granada en el año 1035. Se sabe que el rey Alfonso X el Sabio utilizó sus obras para la astronomía. Se conocen once libros escritos por él: *Kitab al Madjal ila-handasa fi tafsir Kitab Uklidus* (un comentario a la obra de Euclides), *Kitab Timar al-'adad*, (más conocido como Mu'amalat), *Kitab Tabi'at al-'adad* (una historia de la física), *Kitab al-kabir fi-l-handasa* (geometría), *Tratado sobre el astrolabio* (existen dos tratados sobre el astrolabio, el segundo sobre el uso del astrolabio es citado por Azarquiel), *Kitad al-Ziy* (son tablas astronómicas, y la obra más famosa del autor, ya que son muy bien elogiadas por Azarquiel), *Risala Kafiya fi'ilm al-hisab*<sup>28</sup> (es una carta sobre el arte del cálculo), *Kitab kamil fi-l-hisab al-hawa'i* (libro del arte del cálculo), y un libro de planetarios (se sabe que el rey Alfonso X el sabio ordenó su traducción bajo el nombre de Libro de los instrumentos de las láminas de siete planetas).

*Azarquiel* (1029-1100). Nació en Toledo, pero a causa del desequilibrio político a la muerte de al-Ma'mun, se marchó a Córdoba donde trabajó hasta su muerte, bajo la protección de al-Muctamid de Sevilla, que dominaba Córdoba. Está considerado como uno de los primeros astrónomos españoles. Sus obras han sido muy estudiadas<sup>29</sup> en España.

Sus observaciones astronómicas fueron muy importantes y se le conoce como el más sabio de todos los sabios, para la ciencia de las tablas astronómicas y también por crear nuevos instrumentos de observación de las estrellas. Ha sido siempre reconocido por todos los grandes hombres de ciencia<sup>30</sup>. Sus tablas toledanas también denominadas *canonnes azar-chelis*, fueron reemplazadas por las tablas alfonsinas, creadas bajo la dirección de Alfonso X el sabio (1284), realizadas en Toledo también, y que han estado en vigor durante mucho tiempo, hasta el siglo XVI. El meridiano de Toledo fue durante mucho tiempo el patrón para computar en todo Occidente.

Existen muchas obras que le son atribuidas, pero en realidad él es el auténtico autor de las siguientes: *Las tablas toledanas* que ya se han comentado, el *almanaque de Ammonio*, *Summa referente al movimiento del sol*, *Tratado relativo al movimiento de las estrellas fijas*, *Tratado de la azalea*, *Tratado de los siete planetas*, *Figuras e influencias de los planetas*. Existen otras muchas obras que le son atribuidas a él, pero son dudosas<sup>31</sup>.

<sup>28</sup> Esta obra acaba de ser traducida por R. Moreno y será pronto publicada en España por Nivola, con un estudio de J. Martos Quesada.

<sup>29</sup> J. M. Millás Vallicrosa, *Estudios sobre Azarquiel*. Madrid-Granada, 1950

<sup>30</sup> Se puede ver como ejemplo los discursos de recepción de los más famosos científicos en la Academia de Ciencias de Madrid, M. Becerra (1886), Echegaray, ...

<sup>31</sup> Ver pag. 137-139 de José M<sup>o</sup> Millás Vallicrosa, *Estudios sobre Historia de la Ciencia*. C.S.I.C. Barcelona, 1991.

## CONCLUSIONES

Ha sido sin lugar a dudas España, al-Andalus, la que jugó un papel muy importante en la transmisión de las ciencias matemáticas:

*«Mais l'Espagne surtout devait jouer un rôle extrêmement important dans l'histoire de la culture. C'est dans ce pays que se développèrent en particulier les contacts culturels et scientifiques entre pays islamiques et pays chrétiens d'Europe. C'est dans les territoires espagnols libérés du joug musulman qui s'installèrent un grand nombre de savants venus de différents pays d'Europe pour apprendre les mathématiques, les sciences naturelles et la philosophie»<sup>32</sup>*

Una de las características de la ciencia árabe en general, y en particular de la ciencia matemática ha sido su rapidez para traducir escritos de otras lenguas. Alrededor del año mil comenzaron las traducciones de obras árabes, en un primer paso al griego y al latín, igual en Oriente que en Occidente, y en una segunda etapa al español en los siglos XI y XII. Después al catalán y a otras lenguas romance<sup>33</sup>. Estas traducciones no fueron hechas de forma continua, ni sistemática, y su temática dependía del gusto o del interés del propio traductor. Por otra parte, estas traducciones no han sido siempre bien vistas por los propios musulmanes, ya que ellos veían a los judíos y cristianos como usurpadores de sus obras y a veces, se prohibió la venta de libros a judíos y cristianos. Incluso las traducciones han servido para el Renacimiento en Europa en todas las ciencias y en particular para las matemáticas hechas en al-Andalus durante los siglos X y XI.

Uno de los más importantes resultados de la enseñanza de las matemáticas en la Edad Media fue:

*“fomentar el hábito de expresar los fenómenos físicos en términos de unidades abstractas y aumentar la necesidad de la normalización de los sistemas de medida”<sup>34</sup>*

Es decir, que la aritmética y la geometría árabes han sido el fundamento de esta enseñanza, donde los problemas tratados son reales y en consecuencia, en todas las universidades medievales, la enseñanza de las matemáticas tenía un objetivo práctico como meta prioritaria.

También son los árabes de al-Andalus los que enseñan el uso del ábaco de columnas para el cálculo, sobre el cual se desplazan las fichas con o sin marca de cifras, y gracias a éstos árabes su influencia sobre las primeras versiones latinas de aritmética árabe.

El siglo XI es denominado el siglo de oro de al-Andalus:

*“La gran actividad científica que caracteriza la segunda mitad del siglo X continúa, todavía con mayor intensidad durante la primera mitad del siglo XI. A este período, en donde todavía existe un clima de descubrimiento y de creación, puede llamarse la edad de oro de la ciencia en lengua árabe. En el siglo XI... toda la cultura hispano árabe, alcanza la plenitud de su madurez”<sup>35</sup>*

<sup>32</sup> Ver *Mathématiques Arabes (VIII-XV siècles)* de Adolf P. Yoschkevitch, Vrin, Paris, Pág. 163

<sup>33</sup> Las traducciones no se hacían de forma directa, en la mayor parte de las ocasiones, había en primer lugar un mozárabe que traducía del árabe a la lengua romance de forma oral y después un monje traducía las palabras en latín. Este método se llamaba de cuatro manos.

<sup>34</sup> Pag. 167 A.C. Crombie, v.1, *Historia de la Ciencia: De San Agustín a Galileo*.

<sup>35</sup> María Victoria Villuendas. “El nacimiento de la Trigonometría”, en *Historia de la Ciencia Árabe*. Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Madrid. 1981. Pag 52-55.

En la primera mitad del siglo XI en toda Europa se trabaja con los manuscritos sobre el uso del astrolabio y de los cuadrantes, que son escritos y construidos por los monjes de la Marca Hispánica, y en particular en el Monasterio de Santa Maria de Ripoll.

Los nuevos instrumentos astronómicos que tienen su origen en el siglo XI en España son los representantes de la abstracción progresiva para los ordenadores analógicos<sup>36</sup>.

Fue gracias a Azarquiel que el meridiano de Toledo fue durante mucho tiempo el patrón en todo Occidente.

Se sabe que en el siglo XI, la velocidad de transmisión de las obras científicas de Oriente a Occidente, y al contrario, es muy rápida, tanto que algunos historiadores dudan a veces si se conocían ya ciertos teoremas en una época determinadas en algunos lugares.

## BIBLIOGRAFÍA

- BECERRA, M. (1886): *Discurso de recepción en la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*. R.A.C.E.F.Y.N. Madrid.
- BOYER, C.(1986): *Historia de la Matemática*, Alianza Universidad Textos, Madrid, 1987.
- CROMBIE, A.C. (1974): *Historia de la Ciencia: De San Agustín a Galileo*, Alianza Universidad. Madrid, 2000.
- DJEBBAR, A. (1992): *Las matemáticas en al-Andalus a través de las actividades de tres sabios del siglo XI*, en "El legado científico andalusi". Madrid.
- ESCRIBANO RÓDENAS, MC.(2000): *Matemáticos Madrileños*. Anaya, Madrid.
- ESCRIBANO RÓDENAS, M.C.; MARTOS QUESADA, J. (1998): "Las Matemáticas en al-Andalus: Fuentes y Bibliografía para el estudio del matemático y astrónomo árabe madrileño Maslama", en *Estudios de Historia de las Técnicas, la Arqueología Industrial y las Ciencias*. Actas del VI Congreso de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas. Segovia-La Granja (1996), Segovia.
- GARROT GARROT, J.L. (ed.), *Almanzor: un andalusí del año mil*, Colección "Temas Históricos". Ed. Sociedad Cultural Castellum. Madrid, 2004.
- GIRÓN, F. (1984): *Oriente Islámico medieval*, Akal. Historia de la Ciencia y de la Técnica. Madrid.
- HOURANI, A. (1993): *Histoire des peuples arabes*. Ed. Seuil. Paris, 1993.
- LEWIS, B. (1995): *El mundo del Islam. Gente, cultura, fé*. Destino. Barcelona.
- MARTOS QUESADA, J.; ESCRIBANO RÓDENAS, M.C. (2002): "Los itinerarios de aprendizaje exterior de los intelectuales Hispano-Musulmanes: Estudio estadístico", en S.M. Razaullah Ansari, "Science and Technology in the Islamic World". Proceedings of the XXth International Congress of History of Science, V. XXI. De Diversis Artibus. T-64. Collecction de Travaux de l'Académie International d'histoire des sciences. Brepols Publishers. Turnhout, Belgium. Págs. 43-63.

<sup>36</sup> Julio Samsó, Instrumentos Astronómicos, en Historia de la Ciencia Árabe, Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Madrid. 1981. Pág. 119.

- MARTOS QUESADA, J. (2001): “Los estudios sobre el desarrollo de las matemáticas en al-Andalus: estado actual de la cuestión”, en *DYNAMIS. Acta Hisp. Med. Sci. Hist. Illus.* vol.21. Sección Monográfica Medicina y Ciencia en al-Andalus. Universidad de Granada. Págs. 269-293.
- MARTOS QUESADA, J. (2004): “Situación del Islam en el año mil”, en J.L. Garrot Garrot, (ed.), *Almanzor: un andalusí del año mil*, Colección “Temas Históricos”. Ed. Sociedad Cultural Castellum. Madrid, 2004, Págs.45-58.
- MILLÁS VALLICROSA, J.M. (1950): *Estudios sobre Azarquiel*. Madrid-Granada.
- MILLÁS VALLICROSA, J.M. (1987): *Estudios sobre Historia de la Ciencia Española*. C.S.I.C. Madrid.
- MORENO NUÑEZ, J.I.(2004) : «El Occidente Europeo en Torno al año mil», en J.L. Garrot Garrot, (ed.), *Almanzor: un andalusí del año mil*, Colección “Temas Históricos”, Ed. Sociedad Cultural Castellum. Madrid. Págs. 19-43
- PUIG, R.(1992): *Instrumentos universales en al-Andalus*, en “El legado científico andalusí”. Madrid.
- R.A.C.E.F.Y.N. (1981): *Historia de la Ciencia Árabe*, Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Madrid, 1981.
- RASHED, R. (1997): *Histoire des sciences arabes*, T-2 “Mathématiques et physique », ed. Seuil, Paris, 1997.
- SÁNCHEZ PÉREZ, J.A. (1995): *Biografías de Matemáticos Árabes que florecieron en España*, ed. facsímil. Universidad de Granada.
- SAMSÓ, J.(1992): *Las ciencias de los antiguos en al-Andalus*, Mapfre, Madrid, 1992
- SERGI, G. (2001): *La idea de la Edad Media*. Ed. Crítica. Biblioteca de Bolsillo nº 59. Barcelona.
- SMITH, D.E.; KARPINSKI, L.C. (1911): *The Hindu-Arabic Numerals*. Boston/Londres.
- VERNET, J. (1978): *La cultura hispanoárabe en Oriente y Occidente*. Ariel. Barcelona.
- VILLUENDAS, M.V. (1979): *La trigonometría europea en el siglo XI. Estudio de la obra de Ibn Mu'ad. El Kitab Mayahulat*. Memorias de la Real Academia de Buenas Letras de Barcelona, t. XIX. Barcelona.
- YOUSCHKEVITCH, A.P. (1976): *Les Mathématiques arabes (VIII-XV siècles)*. J. Vrin, Paris.

# EL CÁLCULO DE HERENCIAS EN AL-ANDALUS

ELENA AUSEJO  
UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

MARIANO BENITO  
UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

## RESUMEN

*Este trabajo estudia la obra de José Augusto Sánchez Pérez (1882-1958) sobre la partición de herencias (Partición de herencias entre los musulmanes del rito malequí con transcripción anotada de dos manuscritos aljamiados, Madrid, 1914) en el marco de la recepción de la escuela malequí en España y lo compara con las obras anteriores de Charles Solvet (Notice sur les successions musulmanes, Argel, 1857) y de Louis-Jacques Bresnier (Chrestomathie arabe-vulgaire, Argel, 1846) en lo que concierne al uso de cuadros sinópticos de partición de herencias. En particular, de entre dichos cuadros interesa el estudio del uso de los que son aljamiados en la Península Ibérica tras el final de la Reconquista y, por otra parte, se aborda el análisis del interés renovado por los mismos que desde la segunda mitad del siglo XIX se desarrolló en el nuevo contexto colonial.*

**Palabras clave:** *Historia de las matemáticas árabes, textos aljamiados, España, Magreb, Edad Media.*

## ABSTRACT

*This work approaches José Augusto Sánchez Pérez (1882-1958) work on inheritances (Partición de herencias entre los musulmanes del rito malequí con transcripción anotada de dos manuscritos aljamiados, Madrid, 1914) within the framework of the reception of the maleki school in Spain and compares it with former works by Charles Solvet (Notice sur les successions musulmanes, Argel, 1857) and Louis-Jacques Bresnier (Chrestomathie arabe-vulgaire, Argel, 1846) as regards the use of inheritance charts. Among these charts,*

*it is particularly interesting the study of those which were written in Spanish with Arabic characters (aljamiado) in the Iberian Peninsula after the end of the Reconquest, which were the object of renewed interest from the second half of the 19th century, in the new colonial context.*

**Keywords:** *History of Arabic mathematics, Spain, Magreb, Middle Ages.*

José Augusto Sánchez Pérez (1882-1958), primer historiador de las matemáticas árabes en España, publicó en 1914 su primer trabajo completamente original en esta disciplina, sobre la partición de herencias entre los musulmanes de la escuela malequí [SÁNCHEZ PÉREZ, 1914]<sup>1</sup>. Se trata del resultado de su trabajo de investigación en el Centro de Estudios Históricos de la Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas (JAE), bajo la dirección de los arabistas Julián Ribera (1858-1934) y Miguel Asín y Palacios (1871-1944) [SÁNCHEZ PÉREZ, 1914, p. VII]<sup>2</sup>. Con su ayuda y orientación había empezado a estudiar historia y árabe en 1902, mientras finalizaba sus estudios de matemáticas en la Universidad de Zaragoza, y también bajo su dirección acababa de ser catalogada la colección de manuscritos aljamiados de la JAE<sup>3</sup>, de la que formaban parte los estudiados por Sánchez Pérez. En efecto, en esta obra Sánchez Pérez editó los manuscritos LIX et LXI de la colección, explicó sistemáticamente la partición de herencias y analizó el cuadro auxiliar para «descubrir» su modo de empleo. La discusión de los problemas de transliteración -imposibilidad de ofrecer una trascripción exacta habida cuenta del desconocimiento de la fonética y de la grafía de las palabras en los siglos XV y XVI- y las referencias bibliográficas completaban la obra.

Según Sánchez Pérez, estos dos manuscritos eran los más importantes entre los que, aljamiados o árabes, se ocupaban de la partición de herencias en la colección de la Biblioteca del Centro de Estudios Históricos de la JAE, no sólo por su longitud sino también por sus rasgos de originalidad [SÁNCHEZ PÉREZ, 1914, pp. VIII-X]. El manuscrito LIX contiene en 104 folios los diferentes capítulos que explican la partición de herencias según la escuela malequí y constituyen un tratado de herencias *bastante completo* [SÁNCHEZ PÉREZ, 1914, pp. VIII-IX]<sup>4</sup>. El manuscrito LXI presenta un cuadro numérico triangular, rodeado de ciertos capítulos de la ley de herencias, sin ninguna explicación sobre

<sup>1</sup> Para saber más sobre Sánchez Pérez, su vida, su obra y el marco sociológico en el que se desarrollan sus contribuciones pioneras véase AUSEJO [2004].

<sup>2</sup> De hecho, el libro está dedicado a Ribera y Asín, sus *queridos maestros*.

<sup>3</sup> *Manuscritos árabes y aljamiados de la Biblioteca de la Junta*, Madrid, JAE, Centro de Estudios Históricos, 1912, 320 pp.

<sup>4</sup> Está descrito en *Manuscritos árabes y aljamiados de la Biblioteca de la Junta*, Madrid, JAE, Centro de Estudios Históricos, 1912, p. 206.

su modo de empleo (figs. 6-7). Ambos están datados entre los siglos XV y XVI. Es este cuadro, que parece haber fascinado a Sánchez Pérez y que todavía fascina a quienes se interesan por los problemas de herencias según la ley musulmana, el que Sánchez Pérez tradujo, reconstruyó, corrigió e incluso «completó».

## 1. LOS CUADROS DE SUCESIONES: CUADROS SINÓPTICOS DE PARTICIÓN DE HERENCIAS EN EL CONTEXTO COLONIAL

El trabajo de Sánchez Pérez se enmarca en el contexto colonial de la época. Él mismo subraya la utilidad de su trabajo para la administración del norte de Marruecos [SÁNCHEZ PÉREZ, 1914, p. 186], a la sazón bajo dominación (protectorado) español<sup>5</sup>. En esta coyuntura, Sánchez Pérez fue a buscar sus fuentes de inspiración y de encuadre en los referentes coloniales españoles del norte de África que eran, como en tantos otros terrenos, franceses.

Sánchez Pérez tomó en consideración los trabajos de Solvet [1846]<sup>6</sup>, Bresnier [1846], Luciani [1890] y Fauvelle [1905], autores todos ellos pertenecientes a la administración colonial francesa en Argelia: (Louis) Charles Solvet (1795-1867) era consejero en la corte imperial de Argel, Caballero de la Orden imperial de la Legión de Honor y Oficial de Instrucción pública, Louis-Jacques Bresnier (1814-69) profesor de la cátedra de árabe de Argel desde 1836<sup>7</sup>, Jean Dominique Luciani Consejero del Gobierno y G. Fauvelle Recaudador del Registro, del Patrimonio y del Timbre (*Receveur de l'Enregistrement, des Domaines et du Timbre*).

Al final de la obra de Solvet se halla un cuadro árabe (fig. 1) -con su traducción francesa (fig. 2)- que él data en 1597, atribuido a *Mohammed ebn 'Arafa el-Oerr 'ammi el-Tounci, imam el Marre 'eb* de principios del siglo VIII. Se trata con toda probabilidad de Ibn °Arafa al-Warghami al-Tunusi, y la fecha debe ser 1397 para el siglo VIII de la Hégira. El cuadro recoge treinta grados de parentesco y el modo de empleo es explicado para el caso de dos herederos:

*«Si se quiere determinar la parte correspondiente a dos herederos de diversos grados, se buscan los nombres de sus grados de parentesco con el difunto, y bajando perpendicularmente desde el grado inscrito arriba hasta el situado abajo, se llega a la casilla situada sobre el ángulo recto formado por la conjunción de las dos líneas, [...] y allí se lee la indicación buscada»<sup>8</sup>.*

<sup>5</sup> De esta época (1910) data también la publicación en Madrid de *Estudios de Sociología y Derecho de Marruecos* de Falgueras y Ozaeta, que consagra un capítulo (de sólo 16 páginas) al tema de las herencias. Véase también López Ortiz [1932].

<sup>6</sup> En lo sucesivo se cita Solvet [1857] por ser la edición con la que se ha trabajado.

<sup>7</sup> La Cátedra se encontraba en los locales de la Biblioteca Nacional tras su traslado al cuartel de los Jenizaros (soldados turcos) de Ba-Azoun durante el periodo 1838-48.

<sup>8</sup> «Si l'on veut déterminer la part afférente à deux héritiers de divers degrés, on cherche les noms de leur degré de parenté avec le défunt, et descendant perpendiculairement du degré inscrit supérieurement jusque vis-à-vis celui qui est placé en bas, on arrive à la case située au sommet de l'angle droit formé par la jonction des deux lignes, [...] et l'on y lit l'indication cherchée».

Y tras la lista de abreviaturas utilizadas:

«La letra o la cifra que, en cada casilla, está situada arriba o a la derecha designa la parte del heredero inscrito arriba ; la letra o la cifra situada abajo o a la izquierda la del heredero de abajo»<sup>9</sup>.

Bresnier, que cita a Solvet agradeciéndole haberle permitido la reproducción de su obra [BRESNIER, 1846, p. I], presenta el mismo cuadro árabe (fig. 3) -y su traducción francesa (fig. 4)- con una indicación adicional sobre el cuadro árabe:

«Pónganse dos dedos sobre el nombre de los dos herederos, llévense hacia abajo y lateralmente: La casilla en la que se encuentran contiene la indicación buscada. La letra superior y la de la izquierda indica el heredero de arriba. La letra inferior y la de la derecha el heredero de abajo (lateralmente)»<sup>10</sup>.

Según Bresnier [1846, pp. I-II], *el cuadro de sucesiones es un cuadro sinóptico de repartos que es aplicado por todos los cadíes malequíes*.

El cuadro publicado por Luciani [1890, p. 548], atribuido a *Ben El Haïm* (Ibn al-Ha'im, El Cairo 1352 - Jerusalén 1412), no sirve según él [p. 547] más que en el caso de uno o dos herederos. Se trata, como Luciani mismo reconoce, del mismo cuadro de Solvet-Bresnier pero en forma de triángulo equilátero (fig. 5): para hallar la parte de cada par de herederos se siguen oblicuamente sus líneas hasta su confluencia.

En cuanto a Fauvelle, dedica 204 de 291 páginas a publicar cuadros particulares para todas las combinaciones de sucesiones que pueden presentarse. Se trata de un tratado práctico para hallar instantáneamente la solución de la sucesión más complicada. Esta obra, concebida para *facilitar a todos los agentes de la Administración en general la tarea que les incumbe por su cargo*, fue examinada por el Gobernador General de Argelia, que autorizó su publicación -con un prólogo de Luciani- e incluso honró al autor con una carta de felicitación.

En su *Introducción*, Fauvelle explica el problema que da origen a su obra [1905, pp. 1-3]: En Argelia, bajo la dominación turca, la misión de recaudar las sucesiones vacantes incumbía a la administración del *Beït el Mal*. Una instrucción de la Administración francesa de 1849 vino a precisar las atribuciones de este servicio, así como los de la administración local indígena y los de los Cadíes. Tras la ley de 16 de junio de 1851 la Administración del Patrimonio (*Administration des Domaines*) francesa sustituyó al *Beït el Mal*, y el 25 de enero de 1902 el Gobernador General de Argelia reconoció que correspondía a los Recaudadores del Patrimonio ejercer la vigilancia necesaria para salvaguardar los intereses del Estado en materia de sucesiones musulmanas. Para acrecentar los ingresos del presupuesto argelino era necesario entonces que todos los agentes pudieran proceder ellos mismos, con rapidez y seguridad, a la liquidación de las sucesiones -controlando así las liquidaciones de las sucesiones establecidas por los cadíes-. Y para ello, Fauvelle, al igual

<sup>9</sup> «La lettre ou le chiffre qui, dans chaque case, est placé en haut ou à droite, désigne la part de l'héritier inscrit en haut; la lettre ou le chiffre placé en bas ou à gauche celle de l'héritier d'en bas».

<sup>10</sup> «Placez deux doigts sur le nom des deux héritiers, menez-les en descendant et latéralement: La case à laquelle ils se joindront referme l'indication cherchée. La lettre supérieure et celle à gauche indique l'héritier d'en haut. La lettre inférieure et celle à droite l'héritier d'en bas (latéralement)».

que que Luciani en su *Prefacio* [p. I], desconfiaban de los cuadros de cálculo de las partes sucesorias<sup>11</sup>.

El prólogo de Luciani [FAUVELLE, 1905, pp. I-VII] es también interesante para conocer el punto de vista de los colonizadores respecto del régimen sucesorio musulmán. Tras su carácter de inmutabilidad -por venir fijado por una ley religiosa-, el segundo aspecto llamativo es la predominancia del heredero varón, seguidamente la restricción impuesta al derecho de testar (los legados no deben exceder un tercio de la herencia)<sup>12</sup>, el rechazo de la representación y la exclusión de los hijos bastardos y adoptados. Luciani, que se declara partidario de la separación entre la ley religiosa y la ley civil, encuentra en el régimen de bienes raíces y sucesorio una de las causas más importantes de la inferioridad económica de los países musulmanes, en particular del Norte de África. En este sentido, contrariamente a las pretensiones de Fauvelle, Luciani se muestra dispuesto a renunciar al aumento de ingresos procedentes de las sucesiones musulmanas vacantes ó en desherencia mediante la aplicación rigurosa de las disposiciones menos defendibles de la ley musulmana. Por el contrario, sostiene, por ejemplo, la aplicación del rito hanafita, que no concede parte alguna al Beít el Mal en detrimento de un pariente incluso alejado y que reconoce a quien no tiene heredero legal el derecho a disponer de todos sus bienes por testamento. Además se pronuncia a favor de reformas en materia de ley de sucesiones de los países musulmanes, como la ley egipcia sobre los *wakoufs* (7 safar 1284).

## 2. EL CUADRO DE SÁNCHEZ PÉREZ

El cuadro editado por Sánchez Pérez es esencialmente el de Solvet-Bresnier con las siguientes diferencias:

- El cuadro de Sánchez Pérez contempla veintiocho grados de parentesco -numerados en la edición de Sánchez Pérez (figs. 8-9)- en lugar de treinta: falta el hermano carnal y el hermano consanguíneo;
- Respecto del cuadro de Sánchez Pérez, el de Solvet-Bresnier coloca las líneas 24 y 25 en el orden correcto;

<sup>11</sup> Fauvelle [1905, p. 2] cita la obra de Sautayra y Cherbonneau *Du statut personnel et des successions*, donde se dice que las indicaciones del cuadro de Solvet, pese a su utilidad, *sólo deben aceptarse con reserva*; además, dicen haber constatado graves errores en un gran número de liquidaciones. Luciani cita además las obras de Mouradja d'Ohsson, Clavel y su propio *Traité* [LUCIANI, 1890], cuyos cuadros están lejos de prever todos los casos posibles y no protegen pues de todo error. Para él, el único trabajo comparable al de Fauvelle es el Hall El Mouchkilat fi faraïdh (La solución de las dificultades en las sucesiones) de Chadjá ben Nour Allah El Angaraoui (El Cairo, 1888).

<sup>12</sup> El espíritu clánico tradicional del régimen sucesorio musulmán choca aún en nuestros días con la mentalidad de las repúblicas de propietarios -por utilizar un término hobbesiano-. Luciani critica también su determinismo matemático, a propósito de la indivisión inextricable que según él provoca la ley musulmana cuando se producen varios decesos en una familia sin que haya partición:

“Je ne dirai rien du thème si ressassé de l'indivision inextricable que fait naître la loi musulmane, quand plusieurs décès se succèdent dans une famille sans qu'il y ait de partage.” [FAUVELLE, 1905, p. V].  
Sobre este tema véase Laabid [2004].

- El cuadro de Sánchez Pérez no incluye ninguna explicación sobre su modo de empleo, pero está rodeado de la copia de algunos capítulos del manuscrito LIX y de 8 casos de herencias con nombre propio, tanto regulares (*almohada*, *almobaguila*<sup>13</sup>, *almotahanani*<sup>14</sup>, *alsarihía*, *almonbaría*<sup>15</sup>) como irregulares (*alhama-ria*<sup>16</sup>, *alacdaría*, *algarauani*).

Falta de grados de parentesco, errores de jerarquización, herencias irregulares son las razones que llevaron a Sánchez Pérez a corregir y completar el cuadro hasta 45 grados de parentesco y a añadirle los casos irregulares (figs. 10-11), una vez que hubo comprendido que este tipo de cuadros funcionaba esencialmente según el siguiente procedimiento:

1. Hacer la lista de herederos clasificados según el orden del cuadro;
2. Controlar que el caso no sea irregular;
3. Para cada heredero, seguir su columna para hallar su parte en competencia con cada uno de los herederos inferiores;
4. Escoger la menor cantidad en la línea de cada heredero;
5. Hacer los cálculos aritméticos.

Por ejemplo, un hombre muere dejando una viuda, una bisabuela materna, una abuela paterna, dos hermanos carnales, un hermano consanguíneo, una hermana uterina y una tía carnal:

Viuda	1/4	1/4	1/4	1/4	1/4									
Bisabuela materna	1/6					1/12	1/6	1/6	1/6					
Abuela paterna		1/6				1/12			1/6	1/6	1/6			
Hermano consanguíneo			r				r		r			r	0	
Hermana uterina				1/6				1/6		1/6		1/6	1/6	1/6
Hermanos carnales <sup>17</sup>						r			r		r		t	r

De manera que:

Viuda	1/4=3/12
Bisabuela materna	1/12
Abuela paterna	1/12
Hermano consanguíneo	0
Hermana uterina	1/6=2/12
Hermanos carnales	r=5/12 (5/24 para cada uno)

<sup>13</sup> *Nasfiatani* [SÁNCHEZ PÉREZ, 1914, pp. 255].

<sup>14</sup> *Almobahala* [SÁNCHEZ PÉREZ, 1914, pp. 257].

<sup>15</sup> *Alminbaria* u *alagüiya* [SÁNCHEZ PÉREZ, 1914, pp. 259].

<sup>16</sup> *Alhmaría* u *almoxtárica* [SÁNCHEZ PÉREZ, 1914, pp. 264-265].

<sup>17</sup> r= el resto, t= el total.

### 3. LAS MATEMÁTICAS DEL CÁLCULO DE PROBLEMAS DE HERENCIA: SABERES Y CONTEXTOS

Una vez que Salomon Gandz [1938] "rehabilitó" a al-Jwarizmi como padre del álgebra a propósito, precisamente, de su aplicación a los problemas de herencias, las historias clásicas de las matemáticas tienen la costumbre de citar este género de problemas como una de las razones -principales- del desarrollo del álgebra en los países islámicos. Así, el tratamiento algebraico del cálculo de problemas de herencias ha ocupado el lugar preferente en nuestras historias de las matemáticas en detrimento del enfoque geométrico y de las técnicas de cálculo cuya base matemática es puramente aritmética y, porqué no decirlo, elemental o casi<sup>18</sup>. Hay pues, en terminología de Djebbar [2001], dos técnicas matemáticas *eruditas* de base euclidiana y un *saber tradicional* que coexisten en la resolución de problemas de herencias. El problema práctico en sí mismo se encuentra indiscutiblemente en la base de los desarrollos matemáticos destinados a resolver los problemas más complicados, para los que los saberes tradicionales se muestran insuficientes desde el punto de vista técnico<sup>19</sup>. Pero éstos continúan siendo utilizados todavía en la actualidad, evitando incluso la utilización de fracciones: basta buscar el mínimo común múltiplo y el máximo común denominador<sup>20</sup>.

Los cuadros sinópticos de repartos no son cuadros matemáticos. Son la ley, y por lo que se sabe hasta el momento aparecen únicamente en el Magreb y en Al-Andalus a partir del siglo XIV. Sin embargo, sus autores -aquéllos que conocemos- son matemáticos que pusieron todas sus capacidades analíticas y sintéticas de manera sobresaliente al servicio práctico del cálculo de problemas de herencias. Pero, como ha demostrado Laabid [1990], un especialista no tiene necesidad de consultar el detalle del desarrollo -y menos la versión completada por Sánchez Pérez- y, en este sentido, la confección y publicación de este tipo de cuadros representaría la democratización de un saber especializado y corporativo.

En cuanto al cuadro *aljamiado* -que es anónimo-, cabe señalar que contiene errores respecto de los que le preceden en el Magreb. Su datación en una época en la que el poder político en la Península Ibérica estaba ya mayoritariamente en manos cristianas (siglos XV-XVI) y el hecho de que sea más explícito (rodeado de capítulos y de herencias con nombre propio) hace pensar en un proceso de copia para la conservación del saber -y de la ley- en condiciones adversas. De hecho, como ya se ha apuntado al principio de este trabajo, los manuscritos editados por Sánchez Pérez no son los únicos que se ocupan del régimen sucesorio musulmán entre los pertenecientes a la Biblioteca del Centro de Estudios Históricos de la JAE. Anteriormente, en 1853, Pascual de Gayangos (1809-1897) había publicado ya bajo el título de *Tratados de Legislación musulmana* otras dos obras aljamiadas: *Leyes de moros del siglo XV* y *Suma de los principales mandamientos y devedamientos de la ley y çunna por don Içe de Gebir, Alfaquí mayor... Año de 1462*<sup>21</sup>. Esto muestra la existencia de

<sup>18</sup> Para el análisis de los tres enfoques véase [LAABID, 1990].

<sup>19</sup> Como se ve, por ejemplo, en [LAABID, 2004].

<sup>20</sup> Como ha mostrado Djebbar [1993], la teoría de fracciones es complicada en el marco de la tradición aritmética medieval en la que se encuadran estos saberes tradicionales.

<sup>21</sup> "Memorial Histórico Español", 5. Madrid, Real Academia de la Historia, 1853, 510 pp. Véase a este respecto Carmona [1995] y Aboud Hagggar [1997].

una literatura jurídica en lengua romance escrita en caracteres árabes que contiene derecho auténticamente musulmán. Dejando de lado la cuestión polémica sobre la existencia de un romance andaluz [MENA, 1986]<sup>22</sup>, parece claro que la comunidad morisca, que estaba perdiendo el árabe como lengua de cultura y civilización excepto en lo concerniente a la grafía, conservaba sus leyes y su escritura, ésta fuertemente implantada, una vez emigradas las clases sociales más elevadas -a su vez las más arabizadas-. En todo este contexto, el cálculo de repartos de herencias habría desempeñado un papel conservador de algunos saberes matemáticos tradicionales. Como citan Solvet-Bresnier [BRESNIER, 1846, pp. 291 ; SOLVET, 1857, cubierta]: Según Abu Horaira, el Profeta dijo: "Estudiad los mandamientos que regulan las partes de herencia, y enseñadlos: es la mitad de la ciencia"<sup>23</sup>.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABOUD HAGGAR, S. (1997) Las 'Leyes de Moros' son el libro de Al-Tafri". *Cuadernos de Historia del Derecho*, 4, 163-201.
- AUSEJO, ELENA (2004) "José Augusto Sánchez Pérez, historiador de las Matemáticas árabes". En: F. González de Posada, F.A. González Redondo & D. Trujillo (eds.) *Actas del IV Simposio "Ciencia y Técnica en España de 1898 a 1945: Cabrera, Cajal, Torres Quevedo"* (2002). Madrid, Amigos de la Cultura Científica, 357-370.
- BRESNIER, L. J. (1846) *Chrestomathie arabe-vulgaire, recueil de pièces usuelles, de lettres de differens styles; suivi d'un choix d'actes judiciaires et d'une notice sur les successions musulmanes, accompagnée du tableau synoptique des partages*. Alger, Imprimerie du Gouvernement.
- CARMONA, A. (1995) "El autor de las leyes de Moros". En: *Homenaje al profesor José María Fórneas Besteiro*. Granada, Universidad de Granada, 957-962.
- DJEBBAR, A. (1993) "Le traitement des fractions dans la tradition mathématique arabe du Maghreb". En: P. Benoit, K. Chemla & J. Ritter (eds.) *Histoire des fractions, fractions d'histoire*. Bâle / Boston / Berlin, Birkhäuser, 223-245
- DJEBBAR, A. (2001) "Pratiques savantes et savoirs traditionnels en pays d'Islam: l'exemple des sciences exactes". En: *Science and Tradition: Roots and Wings for Development*. Brussels, Académie Royale des Sciences d'Outre-Mer, UNESCO, 62-86.
- FAUVELLE, G. (1905) *Traité théorique et pratique de dévolution des successions musulmanes (Rite Malékite)*. Sétif, Imprimerie administrative et commerciale veuve Émile Tournier.
- GANDZ, S. (1938) "The Algebra of Inheritance. A Rehabilitation of Al-Khwarizmi". *Osiris*, 5, 239-291.

<sup>22</sup> Sánchez Pérez apunta más bien a un dialecto aragonés -donde la presencia morisca fue mucho más fuerte que en Castilla- por lo que respecta a los manuscritos objeto de este estudio [SANCHEZ PEREZ, 1914, p. XII].

<sup>23</sup> D'après Abou-Horaira, le Prophète a dit: «Étudiez les commandements qui règlent les parts d'héritage, et enseignez-les: c'est la moitié de la science.» *El Jazin, Comment. du Coran, (chap. IV, ms. 256)*.

- LAABID, E. (1990) *Arithmétique et algèbre des problèmes d'héritage selon l'Islam. Deux exemples: Traité d'Al-Hububi (X<sup>e</sup>-XI<sup>e</sup> s) et pratique actuelle au Maroc*. Montréal, Université du Québec.
- LAABID, E. (2004) "Le hisab ad-dawr dans la tradition mathématique des héritages en pays d'Islam". En: *Actes du 8<sup>e</sup> Colloque Maghrébin sur l'Histoire des Mathématiques Arabes (Tunis, 18-20 Décembre 2004)*. Tunis, Association Tunisienne des Sciences Mathématiques, Institut Supérieur de l'Education et de la Formation Continue & Cité des Sciences de Tunis, CD.
- LÓPEZ ORTIZ, J. (1932) *Derecho Musulmán*. Barcelona / Buenos Aires, Editorial Labor.
- LUCIANI, J.D. (1890) *Traité des successions musulmanes (ab intestat) : extrait du commentaire de la Rahbia, par Chenchouri, de la glose d'El-Badjouri et d'autres auteurs arabes*. Paris, Leroux.
- MENA, J.M. de (1986) *El polémico dialecto andaluz*. Barcelona, Plaza y Janés.
- SÁNCHEZ PÉREZ, JOSÉ AUGUSTO (1914) *Partición de herencias entre los musulmanes del rito maleki con transcripción anotada de dos manuscritos aljamiados*. Madrid, Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas, Centro de Estudios Históricos.
- SOLVET, Ch. (1846) *Notice sur les successions musulmanes. Extrait de la Chrestomathie arabe-vulgaire*. Alger, Imprimerie du Gouvernement.
- SOLVET, Ch. (1857) *Notice sur les successions musulmanes (rite maleki et rite hanafi). Extrait de la 2<sup>e</sup> édition de la Chrestomathie arabe, par M. Bresnier*. Alger, Bastide Libraire-Éditeur.









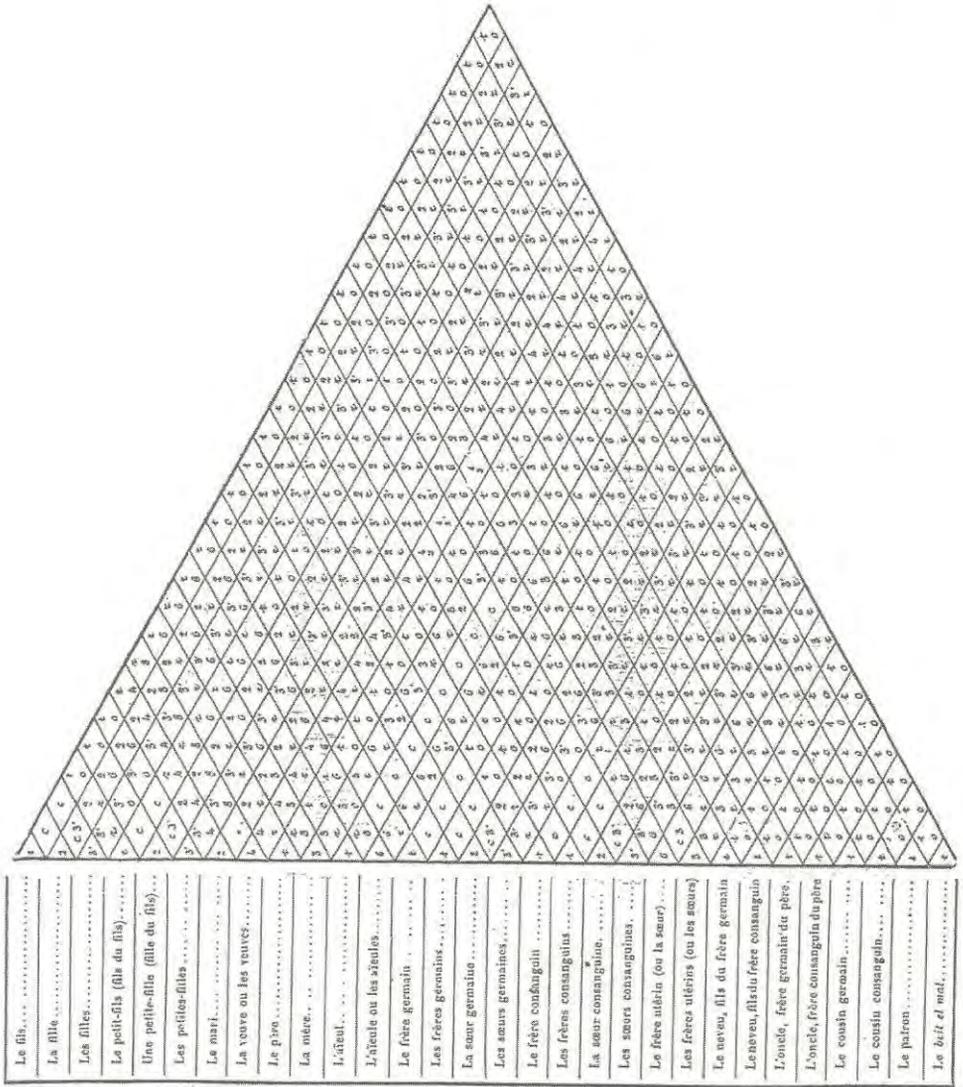


Fig. 5

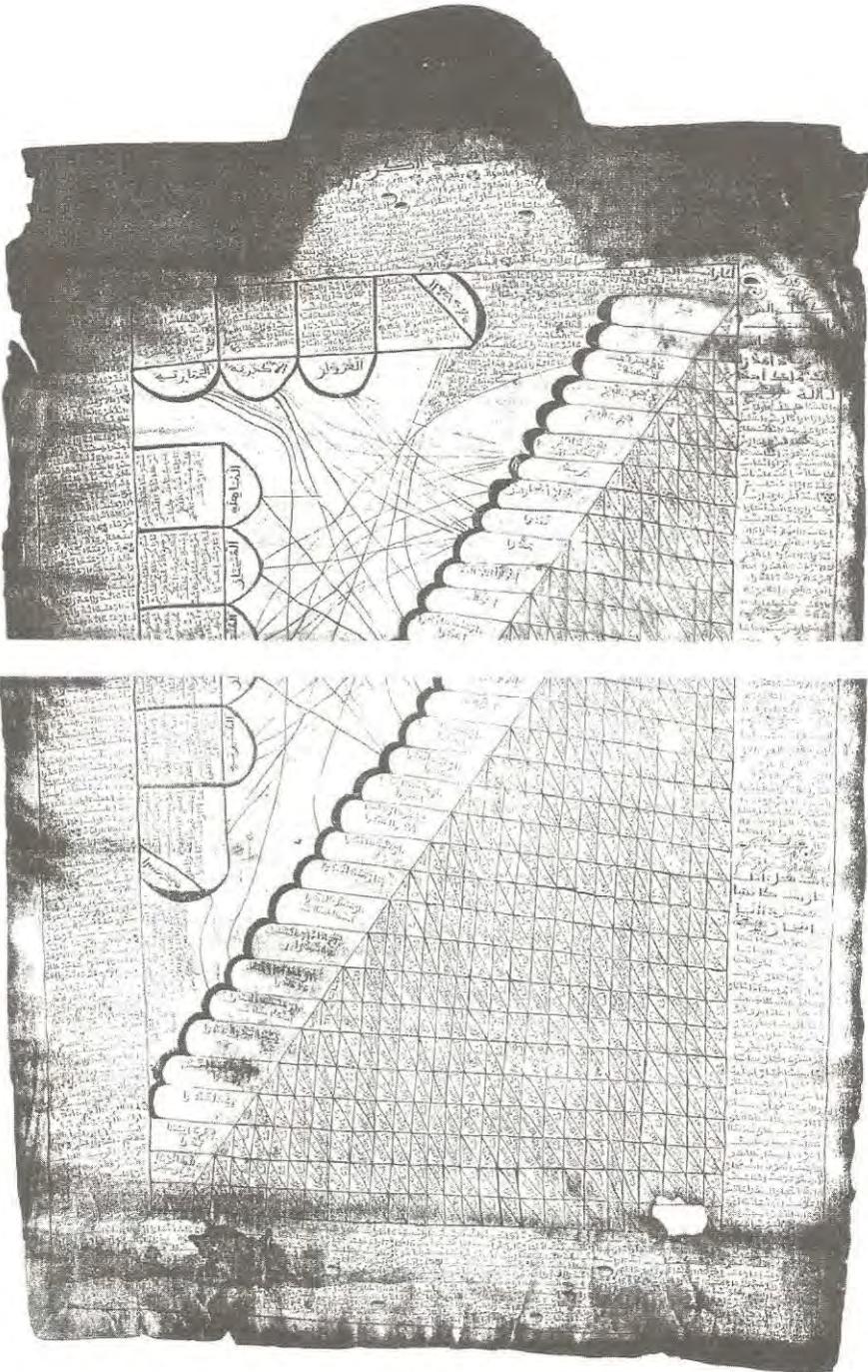


Fig. 6 - 7



**M** PARENTES HEREDEROS COLATERALES  
POR ORDEN DE PRELACION

- 1 Sobrino, hijo de hermano de doble vínculo
- 2 Sobrino, hijo de hermano de padre
- 3 Sobrino segundo, nieto de hermano de doble vínculo
- 4 Sobrino segundo, nieto de hermano de padre
- 5 Sobrino tercero, hermano de hermano de doble vínculo
- 6 Sobrino tercero, hermano de hermano de padre
- 7 Tío, hermano de doble vínculo del abuelo
- 8 Tío, hermano consanguíneo del padre
- 9 Nieto del hermano de doble vínculo del padre
- 10 Nieto del hermano consanguíneo del padre
- 11 Nieto del hermano de doble vínculo del abuelo
- 12 Nieto del hermano consanguíneo del abuelo
- 13 Hermano de doble vínculo del abuelo
- 14 Hermano consanguíneo del abuelo
- 15 Hijo del hermano de doble vínculo del abuelo
- 16 Hijo del hermano consanguíneo del abuelo
- 17 Nieto del hermano de doble vínculo del abuelo
- 18 Nieto del hermano consanguíneo del abuelo
- 19 Hermano de doble vínculo del tatarabuelo
- 20 Hermano consanguíneo del tatarabuelo
- 21 Hijo del hermano de doble vínculo del tatarabuelo
- 22 Hijo del hermano consanguíneo del tatarabuelo
- 23 Nieto del hermano de doble vínculo del tatarabuelo
- 24 Nieto del hermano consanguíneo del tatarabuelo
- 25 Hermano de doble vínculo del tatarabuelo
- 26 Hermano consanguíneo del tatarabuelo

**SIGNOS CONVENCIONALES**

- 1 significa todo
- 2 " " " " " "
- 3 " " " " " "
- 4 " " " " " "
- 5 " " " " " "
- 6 " " " " " "
- 7 " " " " " "
- 8 " " " " " "
- 9 " " " " " "
- 10 " " " " " "
- 11 " " " " " "
- 12 " " " " " "
- 13 " " " " " "
- 14 " " " " " "
- 15 " " " " " "
- 16 " " " " " "
- 17 " " " " " "
- 18 " " " " " "
- 19 " " " " " "
- 20 " " " " " "
- 21 " " " " " "
- 22 " " " " " "
- 23 " " " " " "
- 24 " " " " " "
- 25 " " " " " "
- 26 " " " " " "

Fig. 10 - 11

# ASPECTOS MATEMÁTICOS DE LA TEORÍA MUSICAL DEL SIGLO XVI

ALFONSO HERNANDO GONZÁLEZ  
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICAS Y COMPUTACIÓN, UNIVERSIDAD DE BURGOS

## RESUMEN

*La música teórica del siglo XVI utilizó ampliamente recursos matemáticos para elaborar sofisticados sistemas de escalas. Todos ellos se basaban en concepciones de lo numérico extraídas de las obras de Boecio y otros neoplatónicos que daba una gran importancia a las ideas numerológicas.*

*Aunque todos los teóricos musicales toman como base la numerología heredada, sus investigaciones les llevan en distintas ocasiones a romper parcialmente este marco.*

*En este trabajo sólo analizaremos dos casos: En el primero, Salinas se olvida de especulaciones numerológicas para llevar más allá del tercer término las series de potencias, lo que le conduce a la construcción del triángulo aritmético que investiga con bastante detalle.*

*El segundo caso se inserta en un proceso complejo que obligó a ampliar el tipo de intervalos musicales, incluyendo los significativamente llamados números sordos o irracionales que estaban explícitamente prohibidos en las teorías en uso en el siglo XVI. Salinas y Zarlino introducen este tipo de números para describir el temperamento igual. Sin embargo, sólo usan procedimientos geométricos sin poder dar valores aproximados de ningún tipo, por lo que no consiguen romper completamente los esquemas antiguos. Stevin es el primero que, ya en otro contexto, da valores numéricos propiamente dichos.*

**Palabras claves:** *Francisco de Salinas, Zarlino, teoría de la afinación, números irracionales.*

**ABSTRACT**

*During the XVIth century music theory made broad use of several mathematical techniques. In that period, every author was deeply committed with neoplatonism and numerology which limited any developments and research severely.*

*Nevertheless, on some occasions, several of the most prominent theorists, namely Salinas and Zarlino, tried to modify and widen this background in order to improve their theories.*

*In this paper, we only study two examples. In the first place we analyse how Salinas obtained the arithmetical triangle by putting aside some traditional ideas that did not allow to generalise certain sorts of relationships among different kinds of numbers.*

*The other example is more complex and it is related to the use of irrational numbers in tuning theory. Pythagorean theorists only permitted rational numbers, but during the Renaissance both Salinas (1577) and Zarlino (1588) had to introduce irrational numbers when they built equal temperament scales. Unfortunately they exclusively used geometrical techniques and were not able to give any quantitative value of those "new" numbers.*

*In spite of Salinas and Zarlino's efforts and achievements, they did not succeed in making a real breakthrough into modern ideas. Almost at the same time, Stevin, who discarded numerology, gave a numerical description of equal temperament by using new techniques and ideas.*

**Keywords:** *Francisco de Salinas, Zarlino, tuning theory, irrational numbers.*

## 1. INTRODUCCIÓN

El problema de buscar una escala musical “perfecta” fue el objetivo básico de la teoría de la afinación musical del siglo XVI. Durante este periodo se hicieron grandes esfuerzos y sustanciales avances en el tratamiento de este problema. En cualquier caso, la teoría musical, además de su interés intrínseco, proporciona mucha información sobre los cambios profundos que se estaban produciendo en la cultura occidental. Sin duda, algunas de las reflexiones de los músicos teóricos sobre aspectos de crucial importancia son de un gran calado. Por poner sólo un ejemplo, la forma en la que se articula la conjunción entre razón y experiencia en la elaboración de la teoría es un tema recurrente en los tratados de la época<sup>1</sup>. No obstante, aquí sólo nos ocuparemos, por evidentes razones de espacio, de dos aspectos ligados a las técnicas matemáticas del momento. El primero es el de la construcción del triángulo de Pascal que hace Salinas, y que no ha sido, que sepamos, objeto de ningún estudio<sup>2</sup>, pese a ser una de las primeras apariciones impresas en Occidente de esta herramienta. El segundo caso consiste en los esfuerzos realizados por Salinas y Zarlino para construir la escala temperada (con todos los intervalos iguales) por procedimientos geométricos. Problema que está relacionado con los cambios que se estaban produciendo en la forma de aplicar y manipular números en diferentes contextos, lo que, además, tenía como consecuencia la modificación y ampliación de la propia idea de número.

Ambos casos, aunque muy diferentes, tienen un denominador común: para abordarlos, sus autores tuvieron que desprenderse de parte de la ideología reinante que era la numerología y de la que ellos mismos, para más *inri*, eran conocidos representantes.

<sup>1</sup> Se puede consultar Goldáráz (1992) para una historia de la teoría de la afinación. Sobre las teorías de Salinas y de Zarlino hay un libro reciente: García (2003). En ambos trabajos hay información bibliográfica. Mis puntos de vista sobre algunos aspectos históricos están expuestos brevemente en Hernando (2004). De algún modo, este trabajo es una continuación del anterior.

<sup>2</sup> No he encontrado ninguna referencia a esta parte de la obra de Salinas, únicamente en mi comunicación Hernando (2004) aludo a ello, precisamente por razones de brevedad no me ocupé entonces de este problema con más extensión.

## 2. EL TRIÁNGULO DE PASCAL EN LA OBRA DE SALINAS

La investigación que lleva a cabo Salinas sobre lo que hoy llamamos el triángulo de Pascal tiene un nivel matemático muy superior al que cabe esperar en una obra sobre música, y es sin duda una de las investigaciones matemáticas más profundas que se pueden encontrar en los tratados de música del siglo XVI. Está situada al final del primer libro de sus *Musica libri septem*<sup>3</sup> que está dedicado al estudio de aspectos numéricos preliminares, antes de acometer el estudio de la estructura de la afinación.

Desde el punto de vista de la teoría musical, esta parte, como dice el propio autor, no es necesaria, y si la inserta es para constatar que muchas ideas que, por tradición, se tomaban como verdaderas, en realidad no lo eran. Para entender lo anterior, hay que recordar que la numerología de raigambre neoplatónica está en la base de toda la interpretación matemática de los tratados musicales de ese siglo. Sin embargo, en el punto tratado, Salinas trata de refutar parcialmente la numerología que subyacía. Para ello, muestra que unas reglas que se usaban para obtener tres y sólo tres términos de determinadas progresiones, se podían generalizar para obtener más términos de modo ilimitado. Con ello, se “rebaja” la creencia más o menos antigua de la importancia del número tres que se reforzaba en el cristianismo con la idea de la trinidad. De ahí que diga Salinas con cierta ironía: “Nosotros, sin embargo, sin quitar nada al misterio de la Trinidad, demostraremos que, no solamente de tres igualdades se puede sacar la desigualdad. Sino también de cualquier número de términos iguales”<sup>4</sup>.

Un lector moderno no puede comprender la alusión a que la desigualdad nace de la igualdad; pero, en ese momento, la aritmética se fundamentaba en las ideas ya indicadas, tomando como referencia inevitable la obra de Boecio y/o Nicómaco. Por eso, los dos títulos de los capítulos en los que trata de estos temas Salinas son los siguientes: “De cómo toda desigualdad se produce de cualesquiera términos iguales y no tan solo de los tres indicados”, y “De cómo nace la desigualdad de la igualdad”<sup>5</sup>. Esto conviene tenerlo en cuenta al leer obras de esta época ya que, donde ahora sólo vemos una tabla de números con relaciones entre ellos, ellos veían cómo, partiendo de la unidad, *surgían* series de números con relaciones entre ellos. No es accesorio reparar en que a la *unidad* no se la consideraba como número, sino como *generadora* de números.

Es este contexto, Salinas aborda el estudio del triángulo citado, y da el descubrimiento como propio, cosa que solo hace en muy contadas ocasiones<sup>6</sup> y que hace suponer que no conocía ninguna de las apariciones previas del triángulo de Pascal<sup>7</sup>. Para ver cómo

<sup>3</sup> Salinas (1577), I, 26-28. Son los tres últimos capítulos de la primera parte.

<sup>4</sup> Salinas (1577), I, 27, p. 92.

<sup>5</sup> En esta parte Salinas sigue claramente a Boecio, ya que en la obra sobre aritmética de este autor encontramos los mismos títulos: Libro I, XXXII, Demonstratio quemadmodum omnis inequalitas ab equalitate processerit.

<sup>6</sup> Salinas (1577), I, 21, p. 91. Se puede conjeturar que Salinas, orgulloso de su “descubrimiento”, lo introdujera de rondón al final de su primer libro sobre música; ya que, en realidad, no tiene relación con ninguno de los temas que se tratan en el resto de la obra, lo que, sin duda ha contribuido a que estos capítulos hayan pasado prácticamente desapercibidos. Un poco más adelante, daremos algunos detalles sobre la publicación del triángulo aritmético en obras anteriores a la de Salinas.

<sup>7</sup> Salinas sólo cita a matemáticos muy anteriores lo que da una idea de que no estaba muy al día de las tendencias

procede Salinas, seguiremos un orden diferente al de su exposición, ya que él empieza por constatar una serie de propiedades y termina por hacer un intento de demostración general.

El problema a resolver es, en términos actuales, la construcción de diferentes progresiones geométricas a partir de otras.

Iguales	1	1	1	1	1
Dobles	1	2	4	8	16
Triples	1	3	9	27	81
.....	.....	.....	.....	.....	.....
	$a^0$	$a^1$	$a^2$	$a^3$	$a^4$
	$(a+1)^0$	$(a+1)^1$	$(a+1)^2$	$(a+1)^3$	$(a+1)^4$

Para obtener los coeficientes de una determinada casilla a través de los de la fila precedente, se pueden utilizar los coeficientes binomiales ya que

$$(a+1)^n = \sum_{i=0}^n \binom{n}{i} a^i.$$

Esta fórmula es la que trata de demostrar Salinas (naturalmente sin usar la terminología actual). Como ya hemos visto, empieza por observar que la fórmula vale para cualquier lugar de la tabla. Así va dando las siguientes reglas:

- Para obtener el segundo de cada fila se suma el primero una vez más el segundo otra vez (de la fila anterior).
- Para obtener el tercero de cada fila se suma el primero una vez, el segundo dos veces y el tercero una vez (de la fila anterior).
- Para obtener el cuarto se suma el primero una vez, el segundo tres veces, el tercero tres veces, y una vez el cuarto (de la fila anterior).

Salinas constata que no hace falta detenerse en un punto determinado, sino que siempre se puede continuar. Esta *ruptura*, a la que ya hemos aludido, tiene su interés, dado que, como Edwards señala, la generalización de procesos similares no tuvo lugar en Occidente hasta el siglo XVI<sup>8</sup>, algunos años antes de que se publicara la obra de Salinas.

Para justificar la sucesión de reglas que obtiene, trata de dar una demostración por recurrencia que discurre del siguiente modo: Empieza por comprobar que la primera regla es

estudios contemporáneos sobre teoría musical, además de conocer las fuentes clásicas con mucho detalle, como reconoce Palisca en varias ocasiones, véase Palisca (1994).

<sup>8</sup> Edwards (2002), p. 5. Edwards se refiere a la generalización del esquema que reproducimos en la figura 2. El diagrama da en la primera fila números iguales; en la segunda da la serie de números (dimensión 1); en la tercera, los números triangulares (dimensión 2); y en la cuarta, los piramidales (dimensión 3). Y ya no se continúa. Lo anterior pone de manifiesto la rígida idea de dimensión de la antigüedad que exigía una analogía estrecha entre los números y algún referente geométrico. Como es evidente que sólo hay tres dimensiones en la realidad, no se seguía más allá. Este tipo de limitaciones son muy frecuentes por ejemplo en Euclides. Asimismo en la *aritmética* de Boecio se dan series de potencias, pero no se extienden más allá del tercer término (que son los cuadrados), razón por la que no puede construir la sucesión de reglas que encontramos en Salinas.

cierta, digo que lo comprueba, porque no llega a demostrarlo, sino que indica que siempre se cumple. En nuestros términos sería algo tan trivial como decir que si sumamos a cualquier número la unidad, obtenemos el siguiente número natural.

Posteriormente va dando las siguientes reglas, observando que para obtener el número de la columna siguiente basta con aplicar la regla inmediatamente anterior al primer y al segundo número de la fila anterior. En términos modernos lo que hace es aplicar:

$$(a + 1)^{n+1} = (a + 1)^n + a(a + 1)^n.$$

Así conociendo la regla para  $n$ , se obtiene sin dificultad la siguiente, construyendo de ese modo el triángulo de Pascal. Realmente, Salinas, a la hora de hacer la demostración (en la que siempre se limita a considerar números dobles), indica que cada nuevo número de una columna es igual a la suma de su "origen" y de su "simple". Volviendo a poner la fórmula anterior, pero añadiendo la terminología de Salinas, resulta

$$(a + 1)^{n+1} = (a + 1)^n + a(a + 1)^n = \text{"origen"} + \text{"simple"}.$$

Es decir, comprueba que, para ir a la columna siguiente, se puede proceder aplicando dos veces la regla anterior, primero al "origen" y luego al "simple". Ahora bien el "simple" no deja de ser el "origen" multiplicado por  $a$ . Lo que, siguiendo con el esquema de Salinas, equivale a decir que hay que hacer lo mismo para calcular el "simple" que para el "origen", pero corriendo una posición hacia la derecha (para sumar siempre una unidad a la potencia correspondiente). Por tanto, una vez que se conoce una regla, la siguiente se obtiene sumando dos veces esa regla, pero la segunda vez desplazando todos los números una posición hacia la derecha.

Salinas lo hace paso por paso. Por ejemplo, para dar la regla de los cuadrados, a partir de la anterior, construye el siguiente cuadro:

Serie de números	Primero	Segundo	Tercero
Posiciones primeras	Una vez	Una vez	
Posiciones segundas		Una vez	Una vez
Suma	Una vez	Dos veces	Una vez

Análogamente procede para la siguiente regla:

Serie de números	Primero	Segundo	Tercero	Cuarto
Posiciones primeras	Una vez	Dos veces	Una vez	
Posiciones segundas		Una vez	Dos veces	Una vez
Suma	Una vez	Tres veces	Tres veces	Una vez

Así continúa para formar las siguientes, repitiendo siempre dos veces la regla anterior, pero siempre desplazando hacia la derecha una casilla las posiciones segundas.

La estructura del razonamiento es bastante complicada. Salinas, que evidentemente no dispone de terminología suficiente, da todas las reglas hasta el orden 6, y en este punto se detiene diciendo que es fácil comprender que se puede seguir cuanto se quiera.

Aunque su argumentación está llena de lagunas y de limitaciones, teniendo en cuenta que no es una obra matemática y que el uso del triángulo de Pascal no debía estar demasiado extendido, es de un cierto interés y de un nivel nada despreciable, destacándose sobre todo esa voluntad de dar una *demostración* general, y no una mera ejemplificación de cómo obtener las reglas. Salinas remata el libro primero precisamente con esta “demostración”.

Si nos vamos hacia atrás, observamos que Salinas aplica este tipo de reglas no sólo a las progresiones geométricas de razón 1, 2, 3,...; sino que también lo aplica a progresiones con razones fraccionarias. Esto es así por el frecuente uso en la música de intervalos de este tipo. Para hacerlo se ayuda de progresiones decrecientes, cosa en la que no hace sino seguir a otros autores, empezando por Boecio<sup>9</sup>.

Por ejemplo, para construir la progresión geométrica de proporción sesquiáltera (de razón 3/2), utiliza lo que en términos modernos sería:

$$\left(\frac{3}{2}\right)^n = \left(\frac{1}{2} + 1\right)^n.$$

Y vuelve a aplicar las mismas reglas. Construye primero la progresión geométrica de razón 1/2, para lo cual utiliza primero la progresión de razón 2 y la pone patas arriba.

En su esquema

Iguals	1	1	1	1	1	1	
Dobles		1	2	4	8	16	32
Inverso		32	16	8	4	2	1
Sesquialt.		32	48	72	108	162	243

Resulta que, tal y como quiere Salinas, se utiliza la misma regla para pasar de la primera a la segunda fila, que de la tercera a la cuarta.

De este modo, y siempre a través de progresiones decrecientes, va obteniendo progresiones de razones distintas. Salinas, sin embargo sólo indica que eso se cumple en el segundo de los términos, y no trata de demostrar que es así siempre, aunque lo da por comprobado y lo toma como regla general.

Siguiendo hacia atrás podemos comprobar que Salinas da el triángulo de Pascal en dos modos diferentes: (véase figuras)<sup>10</sup>. El de la primera figura es el que utiliza para

<sup>9</sup> Como ilustración se pueden ver en Boecio, I, 32 ejemplos de generación de progresiones iguales a las que usa Salinas. Quizá no esté de más recordar que Boecio en su *Aritmética* y en su *Música* utiliza prácticamente los mismos recursos matemáticos, de este modo se trataba de enfatizar una (supuesta) relación estrecha entre la música y la matemática que se puede seguir hasta el *Timeo*, pero que tiene un tono muy alejado del de las grandes teorías que aparecen en los clásicos de la matemática griega: Euclides, Apolonio, Arquímedes, Diofanto, etc.

<sup>10</sup> Salinas (1577), I, 27, p. 94 y p. 96. Se comprueba que el triángulo aritmético actual conoció muchas formas que se repiten a lo largo de los siglos.

visualizar las reglas que ya hemos visto, y el de la segunda lo emplea para estudiar las propiedades del triángulo de Pascal y era de uso frecuente en la matemática que trataba con estos problemas.

1	Regula prima.					
1	1	Regula secunda.				
1	2	1	Regula tertia.			
1	3	3	1	Regula quarta.		
1	4	6	4	1	Regula quinta.	
1	5	10	10	5	1	Regula sexta.
Primus	Secundus	Tertius	Quartus	Quintus	Sextus	

Figura 1. En este esquema aparecen las seis reglas que "deduce" Salinas conformando el triángulo aritmético en una forma bastante familiar y de uso frecuente en los libros actuales.

Longitudo							
Latitudo	1	1	1	1	1	1	Primi
	1	2	3	4	5	6	Secundi
	1	3	6	10	15	21	Tertij
	1	4	10	20	35	56	Quarti
	1	5	15	35	70	126	Quinti
	1	6	21	56	126	252	Sexti
							Numeri Polygonum.

Figura 2. En este esquema se observa como cada número de una fila se puede obtener sumando todos los números de la fila anterior hasta llegar a la columna correspondiente. Es lo que llama Edwards *figurate numbers*, que fueron usados desde la antigüedad tardía, pero sólo llegando hasta la cuarta fila. Se ve fácilmente que es igual al triángulo aritmético colocado de forma inclinada.

Salinas observa que se pueden obtener los coeficientes de muchos modos<sup>11</sup>. En particular señala las siguientes propiedades, que, puestas en términos modernos, quedan de la siguiente forma.

La primera es

$$\sum_{i=0}^r \binom{i+a}{i} = \binom{r+a+1}{r}$$

Esta propiedad se ve muy bien con el esquema usado por Salinas. En efecto, equivale a decir que la suma de los números de una fila nos dan el número de la siguiente fila que está debajo del último sumando.

<sup>11</sup> Salinas (1577), I, 28, pp. 96-97.

La segunda propiedad que resulta es mucho más conocida:

$$\binom{n}{i} + \binom{n}{i+1} = \binom{n+1}{i+1}$$

El tercer modo de obtener los números es mucho más directo y se basa sencillamente en que, para pasar de un número combinatorio al siguiente, hay que multiplicar por los números adecuados, lo que en términos modernos se pone como

$$\binom{n}{i+1} = \frac{n-i}{i+1} \binom{n}{i}$$

De todo ello se deduce que Salinas estudia con bastante cuidado y atención las propiedades de los números combinatorios, y que, si no se detiene más en ello, es porque considera que tal cosa le alejaría demasiado del propósito de su obra.

Salinas de este modo se libera por un momento de la estricta observancia de la ideología boeciano neoplatónica que impregna toda su obra, y la de toda la teoría musical de la época<sup>12</sup>.

En lo que se refiere al famoso triángulo, dejando a un lado los hallazgos de los matemáticos chinos que son anteriores, se sabe que a lo largo del siglo XVI aparecen en varias obras occidentales, la primera de la que se tiene noticia es la geometría de Apianus (1527). Posteriormente Stifel en 1544 publica una obra en la que ya aparecen sus términos. Por otro lado Tartaglia, en 1556, lo da como invención propia, a la vez que incide en su uso dentro de problemas relacionados con la combinatoria, cosa que supone un cambio de orientación. A partir de estos años se generaliza su uso en diferentes contextos matemáticos<sup>13</sup>.

### 3. EL TEMPERAMENTO IGUAL Y LOS NÚMEROS IRRACIONALES

Uno de las dificultades más graves de la teoría musical del siglo XVI era que partía de un fondo teórico (el de Boecio) que sólo permitía el uso de números racionales en la afinación musical, hasta el punto de que los números que no eran racionales eran llamados *sordos*. A pesar de esa limitación, progresivamente se hizo más frecuente el uso de intervalos que incorporaban números irracionales, a los que al principio sólo se llegaba a partir de construcciones geométricas. A diferencia de lo que ocurre en el caso anterior, y dada la com-

<sup>12</sup> Se pueden recordar los ejemplos que se dan en Hernando (2004), a los que se pueden añadir varios más. Así, en Salinas (1577), V, 13, pp.447-452, tras enumerar (correctamente) todos los patrones rítmicos que se pueden hacer con unos determinados elementos, ve con satisfacción que son 64, o sea, 4<sup>3</sup>, cubo perfecto, hecho que viene a reforzar, según Salinas, la profunda armonía entre las cosas de la música y las de la matemática.

<sup>13</sup> Estos datos han sido tomados de Smith (1958), II, pp. 508-512 y Struik (1986), pp.21-26. Más detalles sobre la historia del triángulo se pueden ver en Edwards (2002) que está íntegramente dedicado a su historia. En esta obra se señala que en Hughes (1989) se indica que en algunos manuscritos de la *Aritmética* de Jordano Nemorarius aparece el triángulo de Pascal, lo que puede tener importancia, toda vez que Salinas menciona a Jordano en varias ocasiones. De todos modos Edwards puntualiza que la edición impresa de la obra citada no contiene el triángulo. Por otro lado, Salinas, como ya hemos dicho, da el descubrimiento como propio, mientras que, en otras ocasiones señala el origen de lo que escribe. Aunque también es verdad que no siempre lo hace.

plejidad del tema, aquí sólo abordaremos algunos de estas apariciones en la obra de Salinas y de Zarlino<sup>14</sup>.

Todos los teóricos de la época empezaban por considerar una cuerda (un monocordio) con una longitud determinada que daba una nota de referencia, y, a continuación, modificaban la longitud para que sonaran otras notas. Estas divisiones se hacían buscando siempre números sencillos y, por supuesto, racionales. Así, por ejemplo, para subir una octava hay que dividir la longitud por dos<sup>15</sup>.

La división de un intervalo musical en dos o más partes iguales fue una estrategia que se fue utilizando cada vez más durante el siglo XVI. En principio se hacía por razones puramente pragmáticas, o sea, para simplificar escalas muy complicadas en las que aparecían dos notas bastante juntas. En estos casos, lo que se hacía es sustituirlas por una que estuviera justo en medio de las dos. Uno de los primeros tratadistas que da importancia a esta técnica es Fogliano (que reduce a una sola dos notas muy juntas que viene a hacer las veces del re en la escala usual).

En términos modernos, esto equivale a calcular la raíz cuadrada del intervalo considerado, cosa que en la época se hacía siempre por medios geométricos, usando un sistema con regla y compás que aparece en Euclides. Lo malo es que en ocasiones era necesario hacer una división de un intervalo en más de dos partes iguales, lo que equivalía a realizar una raíz del orden correspondiente. En general, eso obliga a utilizar procedimientos más potentes que la regla y compás que sólo permite hacer raíces cuadradas y las que se pueden reducir a éstas. El recurso geométrico más usado era el *mesolabio* que tenía la ventaja de que se podía extender a tantas medias proporcionales como se quisiera (o, lo que es lo mismo, a hacer una raíz de orden cualquiera).

En este contexto Salinas (1577) describe la escala temperada de doce semitonos iguales que es la que, al final, acabó por imponerse. El estudio de Salinas es el primero conocido sobre el temperamento igual<sup>16</sup>. No podemos discutir las razones con detalle, pero lo cierto es que los teóricos, con buen sentido, estudiaron este tipo de escalas que eran más fáciles de manejar; ya que las basadas únicamente en intervalos racionales, eran extremadamente complicadas y, en la práctica, inservibles.

El problema residía en que la construcción del temperamento igual (aunque hoy en día, cuando se habla de temperamento, siempre nos referimos al temperamento igual, en el siglo XVI la situación era justamente la contraria, por eso conviene puntualizarlo) exigía hacer una raíz de orden 12. Salinas indica que eso se puede hacer con el *mesolabio*, procedimiento geométrico conocido desde la antigüedad, y que era correcto, al menos en teoría; pero ciertamente poco exacto y difícil de hacer en la práctica.

<sup>14</sup> Estos aspectos están estudiados en diferentes obras. Especialmente interesante para nuestros propósitos son los trabajos de Palisca y Goldáraz (véase bibliografía). Un estudio reciente y bien documentado sobre la parte matemática de la obra de Salinas y Zarlino es el ya citado García (2003).

<sup>15</sup> Tanto Zarlino como Salinas se basan en la idea de número sonoro que toman de Fogliano. Por razones de brevedad, no entraremos en el detalle, bastante complejo, de las escalas que obtienen, remitiendo a las obras citadas en la nota anterior.

<sup>16</sup> Salinas (1577), III, 29-32. En mi anterior comunicación, Hernando (2004), ya señalé esta prioridad sobre la que llamó la atención en Goldáraz (1992) con una argumentación bien fundamentada. También en García (2003) se insiste en esto mismo, y yo humildemente me sumo a este reconocimiento.

Además expone otro método que, indica, es reciente, o sea que lo había *aprendido* de otra persona. Este sistema hace uso de la razón áurea y, por tanto, puede hacerse con regla y compás. Lógicamente, es fácil darse cuenta de que no puede ser correcto, ya que la raíz de orden 12 no se puede hallar con regla y compás<sup>17</sup>. Sin duda, esto nos habla de que los conocimientos geométricos de Salinas tenían limitaciones (recordemos que era ciego).

Algunos años más tarde, Zarlino (1588) aborda el mismo problema que Salinas, cuya obra conocía<sup>18</sup>, pero lo hace de forma mucho más elaborada. De hecho, es la parte de su obra en la que aparecen construcciones geométricas más sofisticadas.

Zarlino da tres construcciones geométricas y las tres son correctas<sup>19</sup>. El primer procedimiento al que alude es el clásico del mesolabio. Aquí no hay ninguna novedad, aunque Zarlino lo explica con algún detalle. El segundo procedimiento es más original ya que no se había utilizado en tratados musicales con anterioridad, no obstante, era bien conocido en la geometría antigua. La idea de Zarlino es muy sencilla. Una raíz de orden 12 se puede poner como dos raíces cuadradas y otra cúbica. Las dos cuadradas se hacen con regla y compás, pero la raíz cúbica, como ya hemos señalado, no se puede hacer sólo con regla y compás. Esta dificultad ya era conocida en la antigüedad, y, aunque no podían saber la razón última de esta limitación, eran perfectamente conscientes de que para hacer una raíz cúbica por procedimientos geométricos había que recurrir a recursos más potentes. Eutocio<sup>20</sup> recoge varios de estos procedimientos explicándolos con detalle y especificando el autor al que se atribuye. Entre ellos está el del mesolabio y otros muchos. También está el que usa Zarlino en su tratado, atribuido a Filón de Alejandría. No sabemos si Zarlino conoció otros métodos geométricos, pero el de Filón es uno de los más aseguibles.

<sup>17</sup> Por desgracia, este error, que está en Salinas (1577), III, 31, es una de las cosas que más se recuerdan de él. Por ejemplo, Merenne (1636) lo pone de manifiesto, lo que no le impide también reconocer que la escala enharmónica de Salinas era la más completa de cuantas se habían realizado hasta la fecha. En García (2003) se analiza con detalle este error señalando sus posibles causas. En la obra de Salinas se deslizan también algunos otros errores que no han tenido, que yo sepa, ninguna repercusión. Por ejemplo, supone que 511 es primo (cuando es múltiplo de 7) en su discusión de los números perfectos, Salinas (1577), I, 8, pp. 46-47. Otro error que recoge Salinas de Jordano es la suposición de que el primer número impar que cumple que la suma de sus divisores es mayor que él mismo es 45045. En realidad, el primer número que cumple esa condición es 945. Es fácil comprender que es imposible escribir sin meter la pata.

<sup>18</sup> En Zarlino (1588) se cita a Salinas, p. 191, en conexión con las escalas mesotónicas que aparecen pocas páginas antes que la escala temperada, por lo que es más que probable que conozca la obra de Salinas aunque no lo diga explícitamente. Por otro lado, en su obra anterior, Zarlino (1571) se refiere únicamente a las escalas mesotónicas, sin que aparezca nada que indique que estaba considerando la posibilidad de una escala con temperamento igual. Finalmente, no deja de ser curioso que Zarlino (1588) sea en gran medida una discusión polémica con Vincenzo Galilei (1581), ya que éste (que era el padre de Galileo) veía con buenos ojos las escalas de intervalos iguales, aunque sin precisarlos, y con una nula descripción matemática. Así resulta que Zarlino, por un lado, discute con Galilei, pero, por otro, estudia *bien* la escala temperada de doce semitonos iguales. Además Zarlino cita a un autor, Girolamo Roselli, que dice que había construido la escala con temperamento igual, refiriéndose con algún detalle a su obra. No hay ninguna otra referencia, por lo menos que yo sepa, a este autor. En cualquier caso, e independientemente del desconocido trabajo de Roselli, se puede afirmar con casi total seguridad que Zarlino conoce la obra de Salinas, se da cuenta de la utilidad de la introducción de la escala temperada, y, finalmente, también se da cuenta del error de Salinas que subsana de forma muy concienzuda. Tampoco puede extrañar mucho que no se citen las fuentes, cosa frecuente en la época; ya que casi siempre que se citaba a alguien era para criticarlo. Para ilustrarlo, podemos volver a referirnos al "carriño" con el que Zarlino y Galilei se citaban únicamente para señalar los "errores" del otro.

<sup>19</sup> Se puede consultar directamente Zarlino (1588), IV, o bien, García (2003), donde se explican las tres construcciones de forma sencilla pero detallada.

<sup>20</sup> Hay una reciente traducción española, Eutocio (2005), de esta obra de gran interés historiográfico.

Finalmente indica otro procedimiento con el que seguramente trataba Zarlino de obtener mejores resultados en la práctica. El sistema se articula en dos partes. En la primera, construye seis tonos iguales de razón  $9/8$ . Como seis tonos son algo más que una octava, el sobrante lo reparte en seis utilizando el mesolabio, finalmente cada tono temperado lo divide en dos con regla y compás. Se puede pensar que este sistema no añade nada nuevo, pero desde el punto de vista práctico le permitía tomar como referencia el tono ( $9/8$ ) bien conocido y ampliamente usado en teoría, y así, haciendo unas pequeñas correcciones (seguramente a ojo), pasar a la escala temperada. No es ocioso señalar que Salinas describe algo sustancialmente idéntico, cuando explica cómo se puede comprender el temperamento igual, partiendo de los intervalos perfectos<sup>21</sup>.

Tanto las soluciones de Salinas como las de Zarlino presentan un serio inconveniente: no pueden ofrecer valores numéricos de los intervalos. El mundo de la teoría musical del siglo XVI no permitía más que el uso de números enteros y, sólo ocasionalmente, el de fracciones sencillas.

Cuando Salinas y Zarlino estudian escalas cada vez más complicadas se ven obligados a usar cada vez números más grandes y de difícil manejo. Supongo que, si a un músico práctico de la época, se le dijese que reprodujera, mediante una serie de cuerdas, la escala enharmónica de Salinas no sabría ni por donde empezar<sup>22</sup>.

Hoy pensamos que la solución obvia está en el uso de números decimales, que resultan de visualización inmediata, pero que, entonces, simplemente no existían. También se pueden hacer aproximaciones mediante fracciones, lo que hubiera sido farragoso. Además Zarlino apenas usa fracciones y Salinas las utiliza menos todavía. Es decir, el problema que tenía la escala recién inventada es que no se podía caracterizar cuantitativamente.

Zarlino aborda esta dificultad hablando explícitamente de las raíces. Tras hacer las construcciones geométricas ya aludidas, señala un método para poner los intervalos temperados en función de raíces de diferentes grados de las que, por otra parte, no se atreve a dar aproximación ninguna de tipo numérico (se vuelve a echar en falta la notación decimal). Pero además, tampoco lo resuelve bien, seguramente debido al uso de conceptos que sólo era capaz de manejar a medias<sup>23</sup>.

En efecto, suponiendo que la cuerda completa tenga una longitud de 60 unidades y que la octava se consiga con una longitud de 30, Zarlino indica los valores que corresponden a determinadas alturas temperadas: Al *fa sostenido* le corresponde una longitud de  $\sqrt{1800}$ , lo que es correcto; al *re sostenido* lo pone como  $\sqrt{10800}$ , que no es correcto ni de lejos; y el *la* lo calcula como una raíz cuarta, de forma también incorrecta<sup>24</sup>.

Zarlino no trata tampoco de dar valores numéricos de las raíces ya que no son exactas, lo que contrasta con lo que hace en su primer tratado sobre música, donde expone un

<sup>21</sup> Véase Salinas (1577), III, 29. Puede ser una casualidad, pero lo que hace Zarlino es explicar con más detalle y precisión algo que ya había presentado Salinas, lo que va en apoyo de lo dicho en la nota 18.

<sup>22</sup> En efecto, la escala enharmónica de Salinas, véase Salinas (1577), III, 8, utiliza números enteros comprendidos entre 28800 y 57600 (justo el doble el uno del otro como corresponde a una octava). Estos sutiles arreglos teóricos no eran desde luego muy manejables.

<sup>23</sup> Véase Zarlino (1588), IV, 31, p.213. Zarlino describe este método que dice tomar de otro autor, sin prestarlo tampoco mucha atención.

<sup>24</sup> El fallo es bastante comprensible, lo único que ocurre es que no sabe cómo operar cuando hay una raíz dentro de otra, lo que da lugar a los errores que comete, que son más bien descuidados.

método para calcularlas que es más o menos equivalente al que se suele usar hoy en día en la escuela<sup>25</sup>. En cualquier caso, Zarlino, al no disponer de notación decimal, no hace ninguna aproximación de ningún tipo, y opta por decir que las raíces no resuelven el problema en acto y sólo lo hacen en potencia, adoptando la famosa teoría aristotélica que, dicho sea de paso, presta grandes servicios a Zarlino. En otras palabras, las raíces, por muy ingeniosas que sean, no son útiles.

Zarlino en otra obra anterior<sup>26</sup> discute si se puede o no dividir el tono pitagórico (que corresponde a un cociente 9/8) en partes iguales. En realidad, en varias obras antiguas se hace la demostración de que tal cosa es imposible, pero claro, siempre que nos limitemos a los números racionales<sup>27</sup>. Zarlino vuelve a repetir que eso no es posible, pero en la discusión subsiguiente (la obra tiene estructura dialogada) incluye argumentos tomados de Stifel y de Tartaglia, en los que se deja traslucir que el problema resultaba más bien oscuro. De hecho, se cita la solución de Stifel en forma de raíz que es correcta; mientras que también se recuerda que Tartaglia insiste en que lo que resulta es un número que no es racional. Al final, los participantes se muestran de acuerdo en que no es posible la división utilizando términos racionales, aunque sí lo sea cuando se permite el uso de números irracionales, que son, al decir de Zarlino, *incerti*. O sea, se vuelve a incidir en que los irracionales eran “entes” en último término inútiles.

Zarlino, a lo largo de los lugares citados, pone de manifiesto la dificultad del problema y la confusión que había en ese momento. La noción de aproximación decimal de un número cualquiera, que hoy nos parece algo elemental, estaba entonces en proceso de formación, y debía resultar chocante porque se oponía frontalmente a la ideas hegemónicas sobre lo numérico, que provenían de la obra de Boecio.

Es interesante comprobar cómo, pese a la actitud ambigua de Zarlino y de otros muchos autores, se van haciendo cambios en la forma de enfocar los problemas. En efecto, durante el Renacimiento, se pasa poco a poco de la división antigua de las *cantidades* en conmensurables e inconmensurables (en Euclides los números son siempre números enteros), a la separación de números en racionales y en otros que no lo son. El resultado hoy nos parece equivalente, pero el enfoque es muy diferente; ya que, entre otras cosas, la geometría empezaba a perder sus posición privilegiada. Esto último facilita la entrada de las raíces y, finalmente, su aproximación como números decimales.

Sin entrar en un tema tan complejo, se puede recordar que el propio Stifel utiliza signos específicos para las raíces y que Stevin al introducir números decimales da un paso

<sup>25</sup> Zarlino (1558), I, 38, p. 50. En esta época ya había varios sistemas para aproximar raíces cuadradas. A diferencia de las otras dos obras sobre música de Zarlino, esta primera conoció varias ediciones en vida del autor con algunas modificaciones. Aquí se cita siempre por la primera edición. Sea dicho como coincidencia, Stifel, véase Edwards (2002), pp.6-7, cuando obtiene el triángulo aritmético (con anterioridad a Salinas) lo hace precisamente con idea de diseñar un método para calcular raíces de cualquier grado. Stifel que es un excelente matemático consigue operar bien con las raíces.

<sup>26</sup> Zarlino (1571), III, pp.158-160. Resulta claro que Zarlino estaba mucho más al día de los desarrollos matemáticos que Salinas, como se desprende de sus alusiones a matemáticos contemporáneos.

<sup>27</sup> En Barker (1989) se encuentra la traducción de los textos más importantes de teoría musical griega, y se puede consultar, por ejemplo, el tratamiento que se hace en la *Sectio Canonis* del problema. También Boecio se refiere a este mismo aspecto. En realidad, lo que se demuestra es que un intervalo superparticular, o sea del tipo  $n+1/n$ , no podía dividirse en dos partes iguales con números racionales.

más<sup>28</sup>. Stevin es además singularmente importante en la teoría de la afinación por ser el primero que da aproximaciones numéricas con varios decimales de la escala de doce semitonos temperada. Su cómputo es correcto salvo algunos errores menores y lo hace mediante cálculo directo de raíces, combinándolas adecuadamente y usando de modo complementario reglas de tres<sup>29</sup>, es decir, procedimientos elementales.

Esta aplicación práctica tiene su significación histórica, porque evidencia que las viejas técnicas geométricas (con sus magnitudes inconmensurables) tenían muchas limitaciones, mientras que las nuevas raíces permitían seguir más fácilmente los razonamientos, a la vez que daban resultados más sencillos. Tampoco creo que sea casualidad que Stevin argumente que los números irracionales eran tan aceptables como cualquier otro, y que, claro, la unidad tampoco tiene nada de particular, con lo que se opone de una forma clara y explícita a las ideas antiguas sobre los números, y las sustituye por otras mucho más modernas<sup>30</sup>.

Mersenne ya en el siglo XVII seguirá el mismo procedimiento de cálculo directo de raíces, reproduciendo además resultados de otros autores. Finalmente, también en el siglo XVII, el uso de los logaritmos hará posible el cálculo de intervalos temperados de todos tipos de forma muy sencilla.

#### 4. CONCLUSIÓN

En esta comunicación hemos visto como dos grandes teóricos musicales, pese a moverse dentro del contexto de la numerología heredada, hacen investigaciones que les lleven más allá de este paradigma. Así, por un lado, Salinas, dejando de lado las limitaciones usuales, construye el triángulo de Pascal. Por otro lado, la necesidad de usar escalas más manejables les conduce a abandonar los números racionales y a hacer uso de números irracionales de una forma cada vez más libre. Tampoco nos debemos extrañar de los errores que cometen uno y otro; después de todo, no eran expertos en la matemática de su momento. Más bien, no dejan de ser meritorias sus aportaciones y argumentos, teniendo en cuenta que su interés prioritario estaba en otro punto.

La obra de Salinas y de Zarlino ilustra algo bastante frecuente en la historia. Una investigación, partiendo de un marco teórico, inicia un desarrollo que hace que se vaya ensanchando ese marco, pero que, a la larga, debilita sus fundamentos, produciéndose una situación compleja, en la que se mezclan los avances con una crítica que los pone en duda. Así, Salinas y Zarlino partiendo de la numerología neoplatónica ponen en marcha una serie de investigaciones que amplían el conocimiento de la teoría de la afinación a la vez que

<sup>28</sup> Para ver más detalles sobre la introducción de los números decimales véase Tatón (1966), II, p. 61. Está claro que Stevin no es el primero en utilizar este sistema, ni tampoco le da su forma definitiva, pero la importancia de Stevin (1585) es indudable, ya que en esta obra, que, en realidad, es la traducción al francés de una obra anterior, se explican las enormes ventajas del uso de los números decimales. Ventajas bien visibles en el caso del cálculo de los valores numéricos de la afinación temperada.

<sup>29</sup> Véase Rasch (2002), pp. 205-207. Stevin no redondea y eso hace que alguno de sus resultados pierdan precisión, de todos modos hay que puntualizar que el redondeo no empezó a utilizarse hasta mucho después.

<sup>30</sup> Véase Tatón (1966), II, p. 62. Se cita por la edición española de 1988.

ponían en entredicho el propio paradigma del que se partía. Por esa misma razón, la propia lógica de la historia hace que sea otra generación de científicos la que rompa definitivamente el paradigma.

Finalmente, no se debe dejar de reconocer que hacían falta otros pasos para llegar a una explicación del fenómeno sonoro en términos más modernos. En particular, era necesaria una mayor comprensión física del fenómeno, cosa que Zarlino trata de forma muy somera, y Salinas sencillamente evita.

## BIBLIOGRAFÍA CITADA

- BARKER, A. (1989), *Greek Musical Writings. II. Harmonica and Acoustic Theory*. Cambridge, Cambridge University Press.
- BOECIO, *De institutione arithmetica*. Hay edición española (2002), Universidad de León. Traducción de M. A. Sánchez.
- *De institutione musica*. Se cita por la traducción inglesa (1989), Yale University Press, New Haven, Ed. de C.V. Palisca. Traducción de C. M. Bower.
- EDWARDS, A.W. F. (2002), *Pascal's Arithmetical Triangle*. Baltimore y Londres, Johns Hopkins University Press. Es la segunda edición con cambios de la primera de 1987.
- EUTOCIO (2005), Traducción española de P. Ortiz García, Madrid, Editorial Gredos. En el mismo volumen se incluyen obras de Arquímedes.
- FOGLIANO, LUDOVICO (1529), *Musica theorica*, Venecia.
- GARCÍA PÉREZ, A. (2003), *El número sonoro, la matemática en las teorías armónicas de Salinas y Zarlino*. Salamanca, Caja Duero.
- GALILEI, VINCENZO (1581), *Dialogo della musica antiqua e moderna*. Florencia.
- GOLDÁRAZ GAINZA, J. JAVIER (1992), *Afinación y temperamento en la música occidental*. Madrid, Alianza.
- HERNANDO GONZÁLEZ, A. (2004), "Francisco Salinas: La teoría musical en la encrucijada entre lo antiguo y lo moderno", en J. J. Escribano, L. Español y M<sup>a</sup> A. Martínez (coordinadores) *Actas del VIII congreso de la SEHCYT*. Logroño, Universidad de la Rioja, II, 961-975.
- HUGHES, B. (1989), "The Arithmetical Triangle of Jordanus de Nemore", *Historia Mathematica* 16, 213-223.
- PALISCA, C. V. (1985), *Humanism in Italian Renaissance Musical Thought*. New Haven y Londres, Yale University Press.
- (1994), *Studies in the History of Italian Music and Music Theory*. Oxford, Oxford University Press.
- RASCH, RUDOLF (2001), "Tuning and Temperament", incluido en *The Cambridge History of Western Music* (2001), pp. 193-222. Editado por Christensen, Thomas. Cambridge, Cambridge University Press.
- SALINAS, FRANCISCO de (1577), *De musica libri septem*. Salamanca. Se cita por la traducción española de I. Fernández Cuesta (1983), Madrid, Alpuerto.
- STEVIN, S. (1585), "On decimal Numbers", en Smith (1958), 20-34.

SMITH, D. E. (1958), *History of Mathematics*. Nueva York, Dover.

STRUIK, D. J. (1986), *A Source Book in mathematics*. Princeton, Princeton University Press.

TATON, R. (1966), Editor. *Histoire Generale des Sciences*. Paris, Presses Universitaires de France. Se cita por su versión española de 1988, Barcelona, Orbis, traducción de Manuel Sacristán. Es una obra colectiva, el autor de los capítulos citados es A. Koyré con revisión de Tatón.

ZARLINO, G.(1558), *Institutiones harmoniche*. Venecia.

--- (1571), *Dimostrationsi harmoniche*. Venecia.

--- (1588), *Sopplimenti musicali*. Venecia.

# UN MANUSCRITO DE FINALES DEL SIGLO XVI: EL ÁLGEBRA DE DIEGO PÉREZ DE MESA

FÀTIMA ROMERO VALLHONESTA

INSPECCIÓ DEL DEPARTAMENT D'EDUCACIÓ DE LA GENERALITAT DE CATALUNYA

## RESUMEN

*Las matemáticas experimentaron en Europa en general, y en la Península Ibérica en particular, cambios muy profundos a lo largo del siglo XVI. Cabe destacar entre ellos el desarrollo del álgebra a partir de las aritméticas mercantiles, como un instrumento potente para la resolución de problemas.*

*El objetivo de esta comunicación es analizar el álgebra de Diego Pérez de Mesa, texto del siglo XVI que forma parte del manuscrito 2292 de la Biblioteca Universitaria de Salamanca.*

*El estudio de la obra de Pérez de Mesa, autor nacido en Ronda (Málaga) en 1563, puede aportar elementos de reflexión sobre el lugar que ocupaban las matemáticas dentro del currículum universitario en la España del siglo XVI, y también sobre el papel que corresponde a la España de esa época en la construcción de la ciencia moderna.*

**Palabras clave:** *Diego Pérez de Mesa, siglo XVI, álgebra, proporción geométrica, resolución de ecuaciones.*

## ABSTRACT

*Mathematics underwent profound changes in Europe, in general, and on the Iberian Peninsula in particular, during the sixteenth century. Among them, it is important to point out the development of algebra from mercantile arithmetic, as a powerful tool for problem solving.*

*The aim of this paper is to analyse the algebra of Diego Pérez de Mesa, a text from the sixteenth century which is part of the manuscript 2292 that can be found in the University of Salamanca's library.*

*The study of the work of Pérez de Mesa, who was born in Ronda (Málaga) in 1563, can contribute to help our understanding of the role that mathematics played in the university curriculum in Spain during the sixteenth century and also to understanding the role that was played by Spain in building modern science.*

**Keywords:** *Diego Pérez de Mesa, sixteenth century, algebra, geometric proportion, equation solving.*

## INTRODUCCIÓN

En el siglo XVI las matemáticas experimentaron en Europa profundos cambios, favorecidos en parte por la invención de la imprenta en el siglo anterior que transformó el sistema de transmisión de la cultura. Uno de estos cambios fue el desarrollo del álgebra a partir de las aritméticas mercantiles como un instrumento potente para la resolución de problemas.

La algebrización de las matemáticas no fue aceptada con igual entusiasmo en todos los países y, si bien, en algunos como Italia hubo un numeroso grupo de algebristas en la primera mitad del siglo XVI, en otros países se recibió el álgebra con reticencias e incluso hubo quienes consideraron sus procedimientos impropios del pensamiento matemático.

En España, si nos remitimos a la obra de Rey Pastor [1934, p. 148], después de estudiar las producciones impresas de los matemáticos del siglo XVI y compararlas con las de los extranjeros contemporáneos, llega a la conclusión de que, si bien en la primera mitad del siglo XVI florecieron en España importantes aritméticos, a partir de entonces la matemática española dejó prácticamente de existir.

Teniendo en cuenta la dificultad para el acceso a la imprenta en España<sup>1</sup> y el peso en este país de la actividad inquisitorial, no es de extrañar que quedaran muchos originales manuscritos, algunos de los cuales no han sido aun estudiados en profundidad. Su estudio podría aportar nuevos elementos de reflexión sobre el papel que correspondió a las matemáticas en la España del siglo XVI.

Uno de estos manuscritos es el 2292 de la Universidad de Salamanca de Diego Pérez de Mesa, que vamos a describir en esta comunicación después de valorar brevemente la situación del álgebra en el siglo XVI en la Península Ibérica y de proporcionar unas notas biográficas del autor.

<sup>1</sup> Para más información, véase NAVARRO [1999, pp. 29-39].

## EL ÁLGEBRA EN LA PENÍNSULA IBÉRICA EN EL SIGLO XVI

En las últimas décadas del siglo XV y las primeras del XVI hay en Europa una proliferación de obras matemáticas que alcanzan un público muy amplio. Son las llamadas aritméticas mercantiles, escritas en su mayoría en lengua vernácula. En la segunda mitad del siglo XVI, empiezan a aparecer tratados dedicados a divulgar las reglas básicas del álgebra que irá evolucionando hasta convertirse en una disciplina autónoma.

El primer libro que se puede considerar de álgebra impreso en la Península Ibérica lleva el título: *Despertador de ingenios. Libro Primero de Arithmetica Algebratica* y se publicó en Valencia en 1552. De su autor, Marco Aurel, no se sabe casi nada salvo que era alemán, que se había afincado en Valencia para enseñar matemáticas prácticas y que es autor de una aritmética mercantil. Según Rey Pastor [1934, pp. 100-101], el contenido del libro es un compendio muy aceptable de la parte algebraica contenida en la *Summa de arithmetica, geometria, proportioni e proportionalita* (1494) de Luca Pacioli (Sansepolcro, 1445 - Sansepolcro, 1517); en unos puntos mejorada y en otros empeorada. La mejora se refiere a las notaciones y, en cambio, significa un retroceso en lo que se refiere a las reglas para resolver ecuaciones de segundo grado, que aparecían demostradas en la *Summa* y, en cambio, en la obra de Marco Aurel aparecen escuetas y sin justificación ninguna. Según Malet [2000, 207], el libro de Aurel parece haber sido una de las fuentes principales del libro de álgebra más popular que se escribió en la Península Ibérica en este siglo, la *Arithmetica practica y speculativa* (Salamanca, 1562) de Juan Pérez de Moya (n. 1513), que llegó a tener unas 30 ediciones. Al mismo género de exposiciones introductorias a la aritmética y al álgebra pertenece la *Arithmetica* del catalán Antic Roca (fl. 1564-1578), publicada en Barcelona en castellano en 1564. Roca menciona varias decenas de autores como fuentes de su texto, pero según Rey Pastor [1934, p.112], se limita a exponer lo ya conocido en España por las obras de Pérez de Moya, Marco Aurel, Juan de Ortega<sup>2</sup>, etc.

Seguramente el matemático más destacado de la Península Ibérica en el siglo XVI fue el portugués Pedro Núñez (1502-1578) que estudió medicina y matemáticas y fue profesor de matemáticas durante seis años en la universidad de Salamanca y después en Coimbra<sup>3</sup>. Su libro *De algebra en arithmetica y geometria*, escrito en portugués en la década de los treinta, no apareció publicado hasta 1567 y en castellano y quizás sea el primer tratado de álgebra tal como entendemos ahora esta disciplina, escrito con una preocupación por el rigor y por justificar todas las reglas que utiliza.

### DIEGO PÉREZ DE MESA

Diego Pérez de Mesa nació en Ronda (Málaga) en 1563 y estudió artes en la Universidad de Salamanca (1577-1581). En esta ciudad siguió los cursos que impartía

<sup>2</sup> Palentino de origen, es autor del *Tratado subtilissimo de Arismetica y Geometria*, que conoció diversas ediciones, la primera de las cuales en 1512.

<sup>3</sup> En esta universidad tuvo como discípulo a Clavius, quien después fue un destacado matemático y participó activamente en la reforma gregoriana del calendario.

Jerónimo Muñoz (Valencia 1520- Salamanca 1592) desde su cátedra de astronomía y matemáticas.

Hacia 1586 ocupó la cátedra de matemáticas y astronomía de Alcalá y en 1591 se presentó a las oposiciones a la cátedra de Salamanca que había dejado vacante Jerónimo Muñoz. Ganó la cátedra pero no tomó posesión de la misma y decidió quedarse en Alcalá. En 1595 y, al parecer por mandato del rey, se trasladó a Sevilla a ocupar una cátedra. Fue consejero de Gaspar de Borja, y probablemente residió en Nápoles y en Roma, acompañando a éste cuando fue embajador en esta ciudad (1616-1618) y virrey de Nápoles (1620). Escribió varios trabajos de náutica, astrología, astronomía y matemáticas, ninguno de los cuales llegó a publicarse. En 1590 publicó una nueva edición del Libro de grandezas y cosas memorables de España de Pedro de Medina, que corrigió y amplió.

No se sabe qué razones pudieron llevar a Pérez de Mesa a no publicar su manual de álgebra ni ningún otro relacionado con las matemáticas y a publicar, en cambio, el Libro de grandezas y cosas memorables de España. Uno de los motivos que se apuntan es el de la censura. Aunque la disciplina más vigilada por el Santo Oficio era la Teología, la mayoría de profesores de astronomía de las universidades españolas en las que se enseñaba esta materia, no imprimieron sus manuales. Jerónimo Muñoz dejó sus tratados de astronomía manuscritos y Pérez Mesa defendió la competencia del astrónomo para tratar cuestiones cosmológicas y enseñó ideas semejantes a las tratadas por Muñoz en sus obras. Puede ser que intentaran evitar la censura por parte de filósofos por sus incursiones cosmológicas<sup>4</sup>.

## MANUSCRITO 2292 DE LA UNIVERSIDAD DE SALAMANCA

El álgebra de Diego Pérez de Mesa forma parte del manuscrito 2292 fechado en 1598 que se encuentra en la Biblioteca Universitaria de Salamanca y lleva por título *Libro y tratado del arismetica y arte mayor y algunas partes de astrología y matematicas compuestas por el eroyco y sapentissimo maestro El Licenciado Diego perez de mesa catredatico desta Real ciudad de Sevilla del año de 1598* y consta de 100 páginas a doble cara. El álgebra propiamente dicha, que el autor titula *Tratado y Libro de arte mayor o algebra*, empieza en la página 60 y se desarrolla a lo largo de 24 capítulos<sup>5</sup>. En la obra, el autor cita repetidas veces a Platón, Aristóteles y, sobre todo a Euclides. También cita a Pitágoras, Diofanto y algunos autores contemporáneos suyos como Tartaglia (1500-1557), Gemma Frisius (1508-1555), Oronce Finé (1494-1555), Pedro Ciruelo (1470-1548) o Pedro Núñez (1502-1578).

El primer capítulo está escrito a modo de introducción en la que el autor presenta el álgebra como una parte del aritmética a la que, según dice, los autores, principalmente los italianos, llaman “cosa”.

En los tres capítulos siguientes Pérez de Mesa trata de la naturaleza y propiedades de los números. Se refiere a los números abstractos como entes fabricados por el

<sup>4</sup> NAVARRO, V., 1999, [34-39].

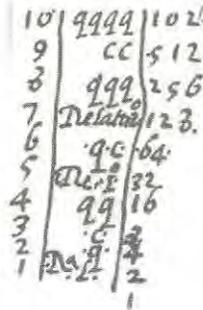
<sup>5</sup> Al primer capítulo le llama capítulo primero y proemio. La numeración propiamente dicha empieza en el siguiente: “Cap. I de las naturalezas y propiedades de los n<sup>o</sup>”.

entendimiento a los que llama también “numerantes”, y a los números concretos que llama “numerados”. Considera que los números pueden tener diferentes formas según cómo se dispongan sus unidades.

En el quinto capítulo establece los principios propios del álgebra: “es el intento y fin principal del álgebra descubrir o hallar algún número o números cualesquiera por algunas propiedades suyas las cuales propiedades no pueden ser otras que las que del mismo número se hallan. Éstas son: aumento o disminución, sumando o restando, multiplicando o partiendo, engendrando figuras o sacando raíces...”<sup>6</sup> [Pérez de Mesa, 1598, 65-66]. Hace referencia a las enseñanzas de Euclides y cita la octava proposición del libro IX: si tantos números como se quiera a partir de una unidad son continuamente proporcionales, el tercero a partir de la unidad será cuadrado, así como todos los que dejan un intervalo de uno, y el cuarto será cubo, sí como todos los que dejan un intervalo de 2, y el séptimo será al mismo tiempo cuadrado y cubo, así como todos los que dejan un intervalo de cinco.

$$1, a, a^2, a^3, a^4, a^5, a^6, a^7, a^8, a^9, a^{10}, \dots^7$$

Para Pérez de Mesa esta proposición es el fundamento del álgebra. Al segundo número le llama lado, línea o raíz y dice que es el medio universal que se toma en todas las operaciones del álgebra, es decir, “el número que se finge para hallar la verdad que se desea” [Pérez de Mesa, 1598, 66]. Pérez de Mesa sitúa a la incógnita en el segundo lugar de una progresión geométrica de primer término 1 y, por tanto, razón igual al valor de la incógnita. Cuando haya que resolver una ecuación habrá que encontrar algún término de la progresión y a partir de éste, el segundo. En el margen de la página 66 hace explícita la notación que va a utilizar según los grados de los términos, como se muestra en la figura siguiente:



(figura 1)

aunque no da ninguna explicación al respecto, simplemente está ahí y la va a utilizar cuando le convenga.

<sup>6</sup> Los textos entrecomillados referidos a Pérez de Mesa están escritos como en su obra, salvo la ortografía, que está adaptada a las normas actuales para facilitar la lectura.

<sup>7</sup> EUCLIDES, 1994, tomo II, p. 207. Esta progresión la hace explícita el autor de esta traducción de los *Elementos* para facilitar la comprensión del texto de Euclides.

En el sexto capítulo considera el autor que una de las cosas más importantes en la manera de operar del álgebra es el valor o dimensión que se da a cada uno de los términos de la progresión geométrica. Por ejemplo, en la progresión geométrica de primer término igual a 1 y razón 2, llama al 2 primera dimensión y así, su valor es uno, el 4 es segunda dimensión y su valor es 2 y sucesivamente va asignando valores de dimensión a los distintos lugares que ocupan los términos. Y puesto que la progresión geométrica es infinita “conviene tener presto para saber en cualquiera límite de los que se apartan lejos de la unidad que forma o figura o denominación deba ponerse” [Pérez de Mesa, 1598, 67]. Advierte que la denominación de cuadrado es 2, la de cúbico 3 y la de cuadrado de cuadrado 4 y se pregunta qué dimensión corresponde al término que ocupa el sexto lugar en la progresión y para averiguarlo descompone el 6 en factores. La denominación que corresponde al 3 es cúbico y al 2, cuadrado y, por tanto, la que corresponde al 6 es cuadrado de cúbico. Cuando los números correspondientes a los lugares que ocupan los términos corresponden a números primos, exceptuando el segundo y tercer lugar, entonces se denominan relatos. El quinto lugar corresponde al relato primero, el séptimo al relato segundo, el undécimo al relato tercero y así sucesivamente. Por tanto, el número que ocupa el décimo lugar es cuadrado de primero relato y el que ocupa el lugar vigésimo primero es cúbico de relato segundo y así infinitamente todos los demás. Y viceversa, dada una denominación, podemos saber qué lugar de la progresión le corresponde. Por ejemplo para saber qué lugar corresponde a la denominación cúbico de cuadrado de primero relato, se multiplican los números correspondientes, es decir, 3, 2 y 5 y se obtiene el número 30 que es el lugar que corresponde a esta denominación.

En el séptimo capítulo titulado “*De la diversidad de las operaciones arítmicas por la diversidad de las dimensiones*” Pérez de Mesa vuelve a insistir en que el fin del álgebra es hallar un número no conocido por algunas de sus propiedades a las que el autor también llama accidentes. Algunas de estas propiedades son particulares del número que se busca y otras generales a todos los números. Las propiedades generales nos bastan para hallar cualquier número que se busque y son seis: sumar, restar, multiplicar, partir, sacar raíces y, finalmente, constituir formas o figuras<sup>8</sup>. Pone como ejemplo que se pida un número cuyo cuadrado sea 36 y considera que en esta demanda se proponen dos propiedades, la una es general a todos los números que es multiplicarse a sí mismos, pues la multiplicación es accidente común a toda cantidad, pero la otra que es engendrar 36 no es accidente común a todos los números, sino sólo al 6 que es el único número que multiplicado por sí mismo engendra el 36. No tiene en cuenta, pues, la solución negativa.

Estas seis operaciones pueden efectuarse con figuras simples de una misma especie o con figuras simples de diversas especies. Se efectúan con figuras simples de una misma especie cuando se suman, restan, multiplican y dividen formas de una misma naturaleza y dimensión como cuando se suman  $3q^9$  con  $4q$ . Las mismas operaciones pueden efectuarse entre formas de diversas especies simples como cuando se resta una línea de un cuadrado o se multiplica un cúbico por un cuadrado, por ejemplo. La otra posibilidad es operar con figuras compuestas, esto es, cuando dos o más formas las consideramos una misma cantidad, es

<sup>8</sup> Cuando Pérez de Mesa se refiere a constituir formas o figuras, está hablando del cálculo de potencias.

<sup>9</sup>  $q$  es el símbolo que el autor utiliza para indicar el término de segundo grado.

decir que no se suma, por ejemplo, un cuadrado y un cúbico, sino que se concibe la suma de un cuadrado y un cúbico como una sola figura.

Los cuatro capítulos siguientes se refieren a la suma, resta, multiplicación y división de dimensiones o figuras. Veamos un ejemplo del noveno capítulo de resta de figuras compuestas:

$$\begin{array}{r} 2 \cdot q \cdot m \cdot 6 \cdot \{ \cdot y \cdot \} \\ 1 \cdot q \cdot y \cdot 3 \cdot \{ \cdot m \cdot n \} \\ \hline 1 \cdot q \cdot m \cdot 9 \cdot \{ \cdot y \cdot \} \end{array}$$

(figura 2)

Cada término tiene su signo más (y) o menos (m). A los primeros términos nunca les pone signo y siempre considera que son positivos. “Por ser primeros no tienen carácter más ni menos y siempre que fueren primeros se ha de obrar como si ambos tuviesen el carácter más” [Pérez de Mesa, 1598, 70-71]. Sabemos que resta porque él lo dice, no porque ponga ningún símbolo que lo indique. El primer término de la derecha corresponde al término independiente de la expresión algebraica y hace la operación:  $+3 - (-12) = +15$ . El segundo término corresponde al término lineal que el autor llama cosa, línea, raíz o lado. Aquí la operación correspondería a  $-6x - (+3x) = -9x$ . Finalmente, a la izquierda, tenemos el término cuadrático que, como hemos señalado antes, Pérez de Mesa indica con una q. Para nosotros la operación sería:  $2x^2 - 1x^2 = 1x^2$ .

En los capítulos que van del decimosegundo al decimoséptimo trata de la naturaleza de las fracciones, de las formas de reducirlas y de la suma, resta, multiplicación y división de expresiones fraccionarias tanto si éstas afectan a los coeficientes como a la indeterminada.

En el capítulo decimooctavo con título “*De la naturaleza de las raíces o lados*” se refiere a los números racionales e irracionales. Dice que una de las dimensiones de la progresión geométrica es la línea o lado o raíz que puede tener diversos valores ya que hay distintos tipos de progresiones y que cualquier número puede tener cualquier forma o dimensión. Por ejemplo, en la progresión “dupla”<sup>10</sup> tiene el valor 2, pero no solamente el 4 es cuadrado y el 8 cubo, sino que también el 5 se puede considerar como cuadrado y como cubo. La diferencia es que el cuadrado 4 y el cubo 8 se llaman formas racionales pero el cuadrado 5 y el cubo 12 se llaman formas irracionales.

El capítulo decimonoveno que Pérez de Mesa titula “*De las igualaciones en género*” trata de la resolución de ecuaciones a la que Pérez de Mesa llama “regla de la igualación”. Esta regla consiste en conocer en qué proporción geométrica están puestas las figuras

<sup>10</sup> Para Pérez de Mesa es la progresión de primer término 1 y razón 2. La tripla es la de primer término 1 y razón 3, la cuadrupla tiene primer término 1 y razón 4 y así sucesivamente.

o dimensiones o más claro, en un cierto conocimiento del valor de alguna figura o dimensión puesta en la progresión, es decir el valor de un cuadrado, o de una línea, o de un cubo, o de un relato, o de una potencia mayor, que puede descubrirse por el número que se supone conocido, como ya hemos apuntado al referirnos al capítulo quinto. Pone el ejemplo siguiente: “si dijese alguno que  $3q$  igualan a 12, entenderíamos que cada cuadrado es 4 o si dijeren que 2 relatos primos igualan a  $64^{11}$ , entenderíamos que un relato primo es 32, de manera que en esta ecuación<sup>12</sup> o ajustamiento de dos partes de dimensión a número o de dimensión a dimensión, unas veces se iguala una simple dimensión a otra simple y entonces se dice simple igualación y la regla para operar con tales números se llama regla de simple igualación. Otras veces en una parte hay dos dimensiones iguales a un número, como si dijéramos  $1c$  y  $4q$  igualan a 24 o un relato primo y  $2q$  igualan a  $5c$  y siempre que hubiere 3 cantidades o dimensiones igualando las dos a la una, llaman los autores igualación compuesta, aunque a veces hay más de 3 cantidades, y entonces se igualan las tres a una o tres a dos o de otras diversas maneras” [Pérez de Mesa, 1598, 89]. A continuación el autor pone diversos ejemplos que en el lenguaje actual corresponderían a las ecuaciones:  $x^3+4x^2=24$ ;  $x^4+2x^2=24$ ;  $x^5+2x^2=5x^3$ ;  $x^5+3x^3+5x^2=76$ ;  $x^5+3x^3=14x^2$ .

Diego Pérez de Mesa llama ecuación simple la que consta sólo de dos términos, uno a cada lado de la igualdad. Distingue el caso en el que las cantidades son inmediatas, es decir, no faltan dimensiones intermedias, como por ejemplo si  $6q$  igualan a  $3c$  del caso en que falten dimensiones intermedias como si igualásemos  $2c$  a 16 en la que faltarían los términos de primero y segundo grado. En este caso, para resolver las ecuaciones correspondientes hay que hacer una simple división y en algún caso sacar alguna raíz.

Vamos a ver ahora dos ejemplos del capítulo vigésimo titulado “*De algunas consideraciones y la igualación simple y el modo general de obrar en ella*”, uno de resolución de una ecuación simple y otro de resolución de una ecuación compuesta. “Supongamos que nos piden un número que multiplicado por 4 y partido el producto por 2 engendre 8. Supondremos que aquel número que nos demandan es un lado. Haremos todo lo que la cuestión propone que es multiplicarlo por 4 y el producto será  $4£^{13}$ . Partiendo  $4£$  por 2 salen de la partición  $2£$  el cual producto conforme a la demanda había de ser el número 8. Tendremos, pues, una igualación de dos cantidades inmediatas y ambas simples. Partiremos la menor dimensión que es el número 8 por la mayor dimensión que son 2 lados y vendrá el número 4 que es el valor de un lado y el número que se buscaba. Si en una de las dos partes de la igualación vinieren dos dimensiones juntas con la partícula más y aquella dimensión sobre la que caiga la partícula más fuere de la misma especie que la dimensión de la otra parte, quitando aquello que es de más de ambas partes, quedará hecha la igualación y reducida a dos términos o dimensiones simples como conviene. Pídesse un  $n^o$  que multiplicado por 4 y al producto añadiéndole 5 engendra 25. Supongamos ser el  $n^o$  que nos demanda un lado, multiplicándolo por 4 hacen  $4£$  a este producto  $4£$  añadiendo 5 hace el  $n^o$   $4£$  y más 5 todo el cual  $n^o$  según la cuestión es igual a 25. Dispondrémosle así:  $4£$  y 5 igualan a

<sup>11</sup> En el lenguaje actual sería:  $2x^2=64$

<sup>12</sup> Es la primera vez que aparece la palabra ecuación en el manuscrito. Hasta ahora había hablado de igualaciones.

<sup>13</sup> £ no es exactamente el símbolo que utiliza Pérez de Mesa para referirse al término de primer grado (véanse las figuras 1 y 2). He utilizado éste en el texto por cuestiones de simplificación tipográfica.

25 en la cual igualación hay tres números y en ellos el 5 de una parte tienen el carácter “y” que quiere decir más siendo de la misma especie del número 25 de la otra parte siendo pues verdad que  $4\text{£}$  y 5 igualan a 25. Si quitáremos de ambas partes cantidades iguales también las que quedarán serán iguales. Quito pues de aquella primera parte aquel más 5 y quito asimismo otro tanto del segundo  $n^\circ$  y así quedará la igualación en esta forma:  $4\text{£}$  iguales a 20. Parte veinte por cuatro y saldrá en el cociente 5 que es el que buscamos” [Pérez de Mesa, 1598, 90].

Añade que si en los casos anteriores, una vez ajustada la relación, quedan dos formas mediatas, se parte la menor dimensión por la mayor y del número que se obtiene hay que sacar alguna raíz cuadrada. Por ejemplo, “pídese un número que multiplicándose a sí mismo y al producto añadiéndole 6, haga 42. Quitaremos 6 de cada una de las partes y quedará  $1q$  igual a 36. Tomando la raíz cuadrada de 36 será 6” [Pérez de Mesa, 1598, 91].

En el capítulo vigésimo primero trata de las igualaciones compuestas que son las que se obtienen “cuando después de haber quitado lo superfluo que es lo que tiene con el carácter más y añadido lo diminuto, quedan tres dimensiones” [Pérez de Mesa, 1598, 92], es decir, las ecuaciones de segundo grado. Hace la siguiente clasificación de igualaciones compuestas:

- Primer canon:  $q$  y  $\text{£}$  igual a  $n^\circ$
- Segundo canon:  $\text{£}$  y  $n^\circ$  igualan  $q$
- Tercer canon:  $q$  y  $n^\circ$  se igualan a  $\text{£}$

Esta clasificación coincide con la que hace Pedro Núñez, aunque este autor llama “conjugaciones” a las igualaciones de Pérez de Mesa y la notación es distinta [Núñez, 1567, 5]:

- Censo y cosas iguales a número
- Cosas y número iguales a censo
- Censo y número iguales a cosas

Para resolver el primer canon, Pérez de Mesa dice que primero hay que calcular la mitad de las líneas, es decir, hay que dividir por dos el coeficiente del término lineal, después hay que elevarlo al cuadrado, sumarle el término independiente que está en este caso al otro lado de la igualdad, efectuar la raíz cuadrada de esta suma y finalmente restar la cantidad que hemos obtenido en el primer paso.

Si la ecuación es del tipo  $x^2+bx=c$ , el proceso que sigue equivale a aplicar la fórmula:  $\sqrt{\left(\frac{b}{2}\right)^2+c}-\frac{b}{2}$  que es la que se emplea actualmente cuando la  $a$  es 1 y con una sola solución, la que corresponde a la determinación positiva de la raíz.

Vamos a ver un ejemplo de resolución de este primer canon: “Pídese un número que sumados su cuadrado con  $4\text{£}$  de su mismo  $q$  y con siete mas monte 52. Supongamos que el  $n^\circ$  que nos demandan es un lado, el cuadrado de éste, será un cuadrado. Sumando este  $q$  más 7 será la suma  $1q$  y  $4\text{£}$  y 7 la cual es igual a 52. Igualando, quitaremos 7 de ambas partes y quedarán  $1q$  y  $4\text{£}$  iguales a 45 y no se podrán quitar los  $4\text{£}$  de la una parte porque no hay lados en la otra. Quedará pues la igualación en tres cantidades o dimensiones y porque de ellas el  $n^\circ$  está en la segunda parte y cuadrado y lado en la primera será la primera regla de las compuestas. Tomaremos pues la mitad de los lados que es 2. Cuadrarle hemos y será el

cuadrado 4. Juntaremos éste con el nº de la segunda parte y será la suma 49. De esta suma tomaremos la  $Rq^{14}$  que es 7 de la cual quitaremos la mitad de los lados que es 2 y quedará 5 que es el número que buscamos” [Pérez de Mesa, 1598, 92].

En el capítulo vigésimo segundo cuyo título es “*Como cualquier caso de igualdad simple o compuesta es inmediata*”, resuelve una ecuación de segundo grado buscando los divisores del término independiente en lugar de aplicar el método que había explicado en el capítulo anterior. Después dice que, fuera de los 3 cánones compuestos que nos dan los escritores, en todas las demás disposiciones de números que son infinitas y posibles, se procederá como en este ejemplo y resuelve algunas ecuaciones de distintos grados buscando divisores del término independiente.

Uno de los ejercicios que resuelve es: “pídese un número que multiplicado por si mismo y al producto añadiéndole 4 del mismo número y de la suma quitando 3 queden 18”. Es decir, se trata de resolver la ecuación:  $x^2+4x-3=18$ . El primer paso que hace es pasar el 3 al segundo miembro y tiene un ejemplo del primer canon compuesto, con término independiente 21. El 21 tiene los factores 3 y 7. Si se tratara de la progresión de razón 7, cada cuadrado equivaldría a 7 términos lineales, los cuales, junto con los cuatro harían 11, que no es divisor de 21. En cambio, en la progresión “tripla” un cuadrado equivale a 3 términos lineales, que junto con los 4 harán 7. Partiendo el 21 por 7 tendremos el valor de la cosa que buscamos que será el número 3” [Pérez de Mesa, 1598, 96]. En todos los ejemplos que pone hay soluciones enteras y solamente busca una.

En el capítulo vigésimo tercero titulado “*De la posibilidad e imposibilidad de las cuestiones*” considera que las cuestiones que se plantean en el álgebra, unas veces se verifican para un solo número, otras para algunos y otras para todos. Uno de los casos que cita es el caso en que la ecuación tenga dos términos del mismo grado y con distintos coeficientes. En este caso dice que la ecuación es imposible. Pone el ejemplo que para nosotros se escribiría:  $4x^3=3x^3$ . Aquí no tiene en cuenta el cero como solución de esta ecuación.

En el último capítulo que trata de la “regla de la cantidad”, Pérez de Mesa estudia la resolución de sistemas de ecuaciones lineales.

Uno de los ejercicios que resuelve es “pídense 3 números que el mayor con el tercio de los otros dos haga 17 y el segundo con el tercio de los otros 2 haga 15 y el tercero con el tercio de los otros haga 13” [Pérez de Mesa, 1598, 99]. Lo resuelve por reducción y en el planteo del sistema utiliza el símbolo  $\square$  para indicar la igualdad.

## A MODO DE CONCLUSIÓN

A lo largo de toda la obra Pérez de Mesa se ha referido a los “escritores” en general y también a algunos matemáticos reconocidos para reforzar algunas de sus afirmaciones. Algunos manuales de estos autores eran de referencia en las universidades de Salamanca y Alcalá y probablemente el álgebra de Pérez de Mesa está escrita con intención didáctica y con la finalidad de servir de manual para estudiantes universitarios.

<sup>14</sup> Símbolo que utiliza Pérez de Mesa para la raíz cuadrada.

Dedica muchos capítulos a las operaciones con expresiones algebraicas y, en cambio, pocos a la resolución de ecuaciones. Explica paso a paso las operaciones que plantea con expresiones algebraicas, aunque algunas de estas operaciones están escritas en los márgenes tal como las expresaríamos nosotros pero con otra notación. La resolución de ecuaciones y los sistemas, en cambio, es sólo retórica: aunque utiliza símbolos, no opera con ellos. En el caso de los sistemas de ecuaciones la escritura del planteo es similar a la actual pero se utilizan los símbolos “y” y “m” para indicar más y menos y  $\square$  en lugar del signo “=”. Comprueba todas las ecuaciones que resuelve y no tiene en cuenta más que una solución para las ecuaciones de segundo grado y para algunas de grado superior que también resuelve. Tampoco tiene en cuenta el cero ni los números negativos como solución de las ecuaciones.

Si bien esta parte del manuscrito no parece contener avances importantes para la época en la que fue escrito, su estudio puede ayudar a conocer el lugar que ocupaban las matemáticas en el currículum universitario en la España del siglo XVI, época de la que, debido quizás al escaso número de obras de álgebra publicadas por autores españoles, aun queda mucho por conocer.

## BIBLIOGRAFÍA

- BEAUJOUAN, G., “Manuscrits scientifiques médiévaux de l’Université de Salamanque et de ses «Colegios Mayores»” en *Bibliothèque de l’école des hautes études hispaniques (fascicule XXXII)*, 5.
- EUCLIDES, (1991), *Elementos*, Madrid, Editorial Gredos, tomo II.
- LÓPEZ PIÑERO, J. M.; GLICK, T.F.; NAVARRO, V.; PORTELA, E. (1983), *Diccionario Histórico de la Ciencia Moderna en España*, Barcelona, Ediciones Península, Volumen II pp. 160-162.
- MALET, A. (2000), “Mil años de matemáticas en Iberia” en A. J. DURÁN GUARDEÑO, *El legado de las matemáticas. De Euclides a Newton: los genios a través de sus libros*, Sevilla, Consejería de Cultura (Junta de Andalucía), Universidad de Sevilla, Real Sociedad Matemática Española, SAEM Thales, 193-224.
- MALET, A.; PARADÍS, J. (1984), *Els orígens i l’ensenyament de l’àlgebra simbòlica*, Barcelona, Publicacions i Edicions de la Universitat de Barcelona.
- MARTÍNEZ, M. (2000), “De la aritmética medieval al álgebra renacentista” en A. J. DURÁN GUARDEÑO, *El legado de las matemáticas. De Euclides a Newton: los genios a través de sus libros*, Sevilla, Consejería de Cultura (Junta de Andalucía), Universidad de Sevilla, Real Sociedad Matemática Española, SAEM Thales, 77-107.
- NAVARRO, V. (1992), “La actividad astronómica e la España del siglo XVI: perspectivas historiográficas” *Arbor CXLII*, (558-559-560), pp 185-216.
- NAVARRO, V.; RODRÍGUEZ, 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*, “Cuadernos Valencianos de Historia de la Medicina y

- de la Ciencia”, LIV, Valencia, Instituto de Estudios Documentales e Históricos sobre la Ciencia. Universitat de València-CSIC.
- NAVARRO, V.; SALAVERT, V. L.; ROSSELLÓ, V.; DARÁS, V. (1999), *Bibliographia physico-mathematica hispanica (1475-1900)*, “Cuadernos Valencianos de Historia de la Medicina y de la Ciencia”, LVI, Valencia, Instituto de Historia de la Ciencia y Documentación “López Piñero”. Universitat de València-CSIC. Volumen I.
- PÉREZ DE MESA, D. (1598), *Libro y tratado del arismetica y arte mayor y algunas partes de astrología y matematicas*. Manuscrito 2292 de la Biblioteca de la Universidad de Salamanca.
- NÚÑEZ SALACIENSE, P., *Libro de álgebra en arithmética y geometría*, Amberes, Herederos de Arnoldo Birckman, 1567.
- REY PASTOR, J. (1934), *Los matemáticos españoles del siglo XVI*, Madrid, Junta de Investigaciones Histórico-Bibliográficas, Monografía núm.1.



# LA ALGEBRIZACIÓN DE LAS MATEMÁTICAS. L'ALGÈBRE DE PIERRE HÉRIGONE (1580-1643)

M<sup>a</sup> ROSA MASSA ESTEVE  
CENTRE DE RECERCA PER A LA HISTÒRIA DE LA TÈCNICA.  
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

## RESUMEN

*Uno de los puntos cruciales en el proceso de algebrización de las matemáticas, que tuvo lugar desde finales del siglo XVI hasta principios del siglo XVIII, fue la publicación, en 1591, del texto *In Artem Analyticem Isagoge* de François Viète (1540-1603). En esta obra, Viète puso de manifiesto la ventaja de utilizar símbolos dentro de la matemática, no sólo para representar la incógnita, sino también para las cantidades conocidas. Este texto de Viète puso de relieve la utilidad de los procedimientos algebraicos para resolver ecuaciones en aritmética, en geometría, en trigonometría,...*

*La obra de Viète tuvo una gran difusión a través de otros muchos textos de álgebra. Un ejemplo singular son los seis volúmenes del *Cursus Mathematicus* (Paris, 1634-1637-1642) de Pierre Hérigone (1580-1643).*

*El objetivo de este artículo es examinar la parte del libro segundo del *Cursus Mathematicus* de Hérigone dedicada al álgebra. De hecho, Hérigone se basa en el texto de Viète pero no utiliza ni su método, ni su notación, ni su estilo de presentación. Además es notorio el uso de los *Elementos* de Euclides para justificar las operaciones algebraicas. Esta conjunción entre la matemática clásica y el nuevo arte analítico es posiblemente el rasgo que lo hace más original.*

**Palabras clave:** Pierre Hérigone, álgebra, *Cursus Mathematicus*, algebrización, Siglo XVII.

**ABSTRACT**

*One of the crucial points in the process of algebraization of mathematics, which took place from the end of the 16<sup>th</sup> century to the beginning of the 18<sup>th</sup> century, was the publication in 1591 of *In Artem Analyticen Isagoge* by François Viète (1540-1603). In this work, Viète used symbols, not only to represent the unknown quantities, but also the known ones. Viète's algebra showed the utility of algebraic procedures to solve equations in arithmetic, in geometry, in trigonometry,...*

*Viète's work had a big diffusion throughout a lot of other texts of algebra. A singular example is the six-volume *Cursus Mathematicus* (Paris, 1634-1637-1642) by Pierre Hérigone (1580-1643).*

*The aim of this paper is to discuss the part of the second book of Hérigone's *Cursus Mathematicus* which deals with algebra. In fact, Hérigone took Viète's algebra as a source, but he didn't use his method, neither his notation, nor his presentation's style. Besides it is noteworthy his use of Euclid's *Elements* to justify all algebraic operations. This conjunction between classic mathematics and the new analytic art is possibly his most original treat.*

**Keywords:** *Pierre Hérigone, algebra, Cursus Mathematicus, algebraization, 17<sup>th</sup> Century.*

## INTRODUCCIÓN

En el siglo XVII una de las principales características de la matemática es la articulación del álgebra y la geometría. Los dos grandes avances de este siglo, la geometría analítica y el cálculo infinitesimal, adquieren su excepcional potencial al establecer conexiones entre fórmulas y figuras, entre cálculos algebraicos simbólicos y operaciones y construcciones geométricas.

Lo cierto es que, durante aproximadamente un siglo, tuvo lugar un proceso, actualmente llamado de algebrización de las matemáticas<sup>1</sup>. Fue éste un período en el que de un modo de pensar en matemáticas casi exclusivamente geométrico se pasó a un pensamiento matemático más algebraico. Este proceso no fue lineal ni en el tiempo ni en el espacio, ya que no fue el mismo ni aún en cada país ni tan sólo en el seno de cada grupo de matemáticos. Algunos autores adoptaron las técnicas algebraicas en su obra y, a la vez, intentaron justificarlas o transformarlas de acuerdo con la matemática clásica. Otros, a pesar de conocer la existencia de estos procedimientos, los consideraron ajenos al pensamiento matemático e incluso los rechazaron y, por último, unos pocos aceptaron esta nueva manera de pensar como un complemento más para el desarrollo de sus técnicas matemáticas. Así, por ejemplo, Thomas Hobbes (1588-1679) en su *Examinatio* (1660) trivializaba el estilo simbólico y condenaba rotundamente la nueva álgebra [PYCIOR, 1997, p. 146]. La geometría y su subordinada, la aritmética, eran en su opinión ciencias, mientras que el álgebra, a la que veía esencialmente como un razonamiento simbólico, era un arte para registrar con brevedad y celeridad las invenciones de la geometría (pero no una ciencia) [JESSEPH, 1999, p. 189]. Isaac Barrow (1630-1677), que también tomó postura en contra del álgebra, consideraba la aritmética como una parte de la geometría, la geometría la única ciencia por excelencia y el álgebra como un instrumento de lógica. John Wallis (1616-1703), al contrario, no sólo la utilizó en *Arithmetica Infinitorum* (1655) sino que escribió un tratado *A Treatise of Algebra Both historical and practical showing the original progress and advancement thereof, from*

<sup>1</sup> Sobre el proceso de algebrización véase BOS [1998, 291-317], MANCOSU [1996, 84-86], PYCIOR [1997, 135-166] y MASSA [2001, 707-711].

*time to time, and by what steps it haht attained to the Heighth at which now it is* (Oxford, 1685) donde intentó esbozar una historia del álgebra analizando su evolución desde la época de Euclides<sup>2</sup>. Mientras Wallis<sup>3</sup> enfatizaba la economía, la claridad, la fertilidad e incluso el hecho de que el simbolismo algebraico permitiera a primera vista ver complejas relaciones matemáticas, Hobbes insistía en que era una pérdida de tiempo, ya que para comprender los símbolos primero éstos habían de ser trasladados a palabras y a números y después a ideas específicas. Por otra parte, Barrow, sin rechazar totalmente el simbolismo algebraico, parecía considerarlo como un sistema de abreviación más que como un sistema de resolución.

En una época en la que se estaba recuperando el pensamiento clásico a través de las traducciones de los textos griegos, se estaban introduciendo simultáneamente en el pensamiento matemático unas técnicas algebraicas muy fértiles cuyo significado, a veces, se oponía a la comprensión de las técnicas clásicas<sup>4</sup>. De acuerdo con Mahoney [1980, pp. 141-155], las características del nuevo pensamiento algebraico, que diferían substancialmente del pensamiento geométrico, quedarían determinadas por: primero, el uso de un simbolismo nuevo y operativo, es decir, un simbolismo que no sólo abrevia palabras sino que también representa los trabajos de operaciones combinadas y con el que se opera; segundo, un énfasis en las relaciones matemáticas más que en los objetos, como, por ejemplo, la clasificación de ecuaciones de un mismo grado, de curvas, de figuras; y, por último, el hecho de que el "modus" algebraico de pensamiento quede libre de compromiso ontológico, ya que es abstracto y no siempre comporta una interpretación física de las relaciones (por ejemplo, hay objetos como los números imaginarios que se introducen sin justificación geométrica explícita).

Esta comunicación, situada dentro de este contexto de algebrización de las matemáticas del siglo XVII, examina la obra de Pierre Hérigone (1580-1643): *Cursus Mathematicus* (Paris, 1634-1637-1642) y, en particular, analiza la parte del libro segundo que trata de álgebra. Se centra la atención en la notación singular de Hérigone y en el uso de su lenguaje especioso. Este primer análisis ya aporta algunos elementos de reflexión sobre el paso del lenguaje simbólico, entendido como conjunto de reglas lógicas utilizadas para operar, a la constitución del lenguaje algebraico formal que tuvo lugar en el siglo XVIII. Un breve recorrido histórico ayudará a situar la escena.

## PINCELADA HISTÓRICA

La evolución histórica del lenguaje simbólico viene condicionada por las posibles relaciones entre álgebra y geometría que, de hecho, habían sido muy diferentes en las etapas

<sup>2</sup> Sobre la controversia Barrow, Hobbes y Wallis véase MAIERU [1994, 99-105], PYCIOR [1997, pp. 135-166], MANCOSU [1997, pp. 86-88] y JESSEPH [1999, pp. 189-246]. Sobre el debate entre Leibniz, Arnauld, Prestet y Gottignies, véase MANCOSU [1997, pp. 88-91].

<sup>3</sup> Wallis escribió *Mathesis Universalis seu Opus Arithmeticum* (1657) donde intentó reflejar la evolución y el estado de la notación algebraica. Véase SCOTT [1981, pp. 65-82].

<sup>4</sup> Esta idea de oposición de los dos pensamientos perduró en algunos casos, así Cauchy en 1821 en la introducción al Cours d'Analyse de l'École Royale Polytechnique explica que para los métodos ha buscado todo el rigor de la geometría ya que los razonamientos algebraicos sirven para hacer presentir la verdad pero que no se ajustan a la exactitud de las matemáticas. Véase CAUCHY [1821, p. lj].

anteriores al siglo diecisiete. Podríamos separarlas en dos grandes bloques; el álgebra retórica y sincopada de los inicios, que resolvía esencialmente problemas de aritmética mercantil, donde apenas había conexión entre el álgebra y la geometría y, si la había, se limitaba a justificar de vez en cuando los resultados y, un segundo bloque, en el Renacimiento, cuando ya se intentaron las primeras clasificaciones de ecuaciones, según el grado y el signo, y se presentaron las soluciones elaborando constantemente diagramas y construcciones geométricas que las verificasen. Entre los matemáticos de este segundo bloque podemos citar Luca Pacioli (1445-1514), Girolamo Cardano (1501-1576) y Rafael Bombelli (1526-1573), algebristas del "cinquecento", que intentaban justificar de manera geométrica los resultados obtenidos por vía puramente ábaco-álgebraica [CARDANO, 1968 y BOMBELLI, 1966].

Por ejemplo, Bombelli en su obra *Algebra* (Bologna, 1572), que consta de cinco libros, realizaba, en el libro cuarto, una justificación geométrica de la solución algorítmica, expresada en el libro tercero, de una ecuación de segundo grado. En los tres primeros, Bombelli resolvía las ecuaciones de segundo grado y algunos casos particulares de tercer y cuarto grado y, en los dos últimos libros, publicados más tarde por Bortolotti (1929), presentaba aplicaciones de los métodos geométricos al álgebra (libro cuarto) y aplicaciones de los métodos algebraicos a las soluciones geométricas (libro quinto). Así, en el libro cuarto, para realizar la construcción geométrica, Bombelli exponía,

"[88] *Quiero dividir la línea .a.b. en dos partes tales que determinen un paralelogramo de área igual a la de una superficie .l.i.k.*"<sup>5</sup> [BOMBELLI, 1966, p. 572].

Este enunciado plantea la ecuación  $x(b-x) = c$  siendo  $b = \text{línea } ab$  y  $c = \text{área del cuadrado } ik$  o sea que  $ik = c^{1/2}$ . Bombelli dividía la línea  $ab$  en dos partes iguales ( $ac=cb$ ), obteniendo  $b/2$ , tomaba este valor como diámetro y dibujaba un semicírculo. Trazaba la cuerda  $c^{1/2}$  desde un extremo del diámetro ( $a$ ) y completaba el triángulo rectángulo dibujando la recta  $cd$  hasta el otro extremo. Aplicaba el teorema de Pitágoras y, por tanto, el cateto  $cd = [(b/2)^2 - c]^{1/2}$ . A continuación lo proyectaba sobre  $ab$  obteniendo el punto  $e$  y señalaba que las soluciones serían los segmentos  $ae=ac-cb$  y  $eb=cb+cd$ . Hay que destacar que Bombelli no planteaba la ecuación, utilizaba lenguaje retórico y, por supuesto, no identificaba los segmentos con las letras de la ecuación, de hecho, comprobaba el resultado con números.

En estas primeras álgebras renacentistas ya se puede apreciar un proceso inicial de maduración de la notación y de los métodos algebraicos concebidos cada vez más como herramientas para la resolución general de problemas. Sin embargo uno de los puntos cruciales en la evolución del lenguaje simbólico fue la publicación en 1591 de la obra *In Artem Analyticen Isagoge* de François Viète (1540-1603). En ésta se pusieron de manifiesto las ventajas de utilizar símbolos dentro de la matemática, no sólo para representar la incógnita, sino también para las cantidades conocidas y de esta manera se podía trabajar con ecuaciones de forma general. Viète intentaba explicar el camino que utilizaba para resolver las ecuaciones enmarcándolo dentro del análisis griego. El objetivo de su arte analítico era proporcionar un método para resolver todos los problemas mediante tres procesos. El primero consistía en transformar el problema en una ecuación compuesta de cantidades conocidas y

<sup>5</sup> "[88] Voglio dividere la línea .a.b. in due tal parti delle quali fattone un parallelogrammo sia pari alla superficie .l.i.k."

desconocidas (zetética). En el segundo a partir de la ecuación planteada se probaban los teoremas conocidos (porística). En el último proceso, que era el más importante para Viète, se trataba de estudiar la estructura de las ecuaciones planteadas para poder encontrar la solución (exegetica). Así resumía Viète estas ideas al final de su obra:

*"Finalmente, el arte analítico, dotado de sus tres formas zetética, porística y exegetica, reclama para él mismo la solución del problema más grande de todos que es SOLUCIONAR TODOS LOS PROBLEMAS."*<sup>6</sup> [VIETE, 1970, p. 12].

Viète resolvía las ecuaciones creando un lazo con la geometría a través de la teoría de proporciones de Euclides; identificaba ecuación con proporción y conectaba el álgebra con la geometría mediante construcciones geométricas de las soluciones de las ecuaciones.<sup>7</sup>

El álgebra de Viète fue la guía para resolver ecuaciones en aritmética, en geometría, en trigonometría,... La obra de Viète tuvo una gran difusión a través de muchos textos de álgebra. En Inglaterra, William Oughtred (1575-1660) publicó *Clavis Mathematicae* (1648), obra capital para difundir el álgebra de Viète fuera del continente<sup>8</sup>. En Francia, Jean Beaugrand (1595-1640)<sup>9</sup> publicó su *In Artem Analyticem Isagoge* (1631), que era, en realidad, la obra de Viète ampliada con unos escolios y un compendio matemático. También se difundió a través de libros de texto como el que nos ocupa *Cursus mathematicus* de Hérigone que consta de seis volúmenes, entre ellos uno de álgebra [CIFOLETTI, 1990, p. 129].

## PIERRE HÉRIGONE: *CURSUS MATHEMATICUS* (1634-1637-1642)

No se conoce casi nada de la vida de Hérigone, excepto que tenía origen vasco y enseñaba en París. También se sabe que formaba parte del comité que juzgaba el método de determinación de las longitudes del movimiento de la luna juntamente con Étienne Pascal, Mydorge, Beaugrand y otros.

Se conocen dos obras de Hérigone: *Cursus mathematicus* (1634-1637-1642) y *Les six premiers livres des éléments d'Euclide* (1644).

En 1634-1637 Hérigone publicó en latín y en francés los cinco volúmenes del *Cursus Mathematicus* como libro de texto, titulándolo

*Cursus Mathematicus nova, brevi et clara methodo demonstratus, Per NOTAS reales & universales, citra usum cuiuscumque idiomatis, intellectu, faciles.*

*COURS MATHEMATIQUES DEMONSTRÉ D'UNE NOUVELLE BRIEVE ET CLAIRE METHODE, Par NOTES reelles & universelles, qui peuvent estre entendues facilement sans l'usage d'aucune langue.*

En el prefacio sin numerar dedicado "Al lector" Hérigone explicaba que había inventado un nuevo método para hacer las demostraciones breves e inteligibles sin el uso de

<sup>6</sup> "Denique fastuosum problema problematum ars Analyticae, triplicem Zeteticas, Poristicas & Exegeticas formam tandem induta, jure sibi adrogat, quod est, NULLUM NON PROBLEMA SOLVERE."

<sup>7</sup> Sobre esta relación entre ecuación y proporción en Viète, véase GIUSTI, 1992, p. 319.

<sup>8</sup> William Oughtred (1571-1660) matemático inglés muy influyente, se decía que su obra era la mejor álgebra del momento. Más información en SCOTT [1981, p. 207].

<sup>9</sup> Jean Beaugrand (1595-1640) era matemático; el año 1635 lo pasó en Italia donde visitó a Cavalieri en Bolonia. Más referencias en CIFOLETTI [1990, pp. 114-128].

ningún otro lenguaje. Parece que el proyecto de Hérigone era introducir un lenguaje universal para trabajar todas las partes de la matemática y, con este fin, utilizaba sus singulares notaciones algebraicas.

El primer volumen, titulado: «*Tome premier Du Cours Mathematique, contenant Les XV Livres des Elements d'Euclide. Un Appendix de la Geometrie des Plans. Les Dates d'Euclide. Cinq livres d'Appolonius Pergeus du lieu resolu. La Doctrine de la Section des Angles.*» se ocupa de los *Elementos* y los *Data* de Euclides y de las *Cónicas* de Apolonio.

El segundo versa sobre Aritmética y Álgebra y su título es: «*Tome seconde Contenant l'Arithmetique pratique: le Calcul Ecclesiastique: & l'Algebre, tant vulgaire que specieuse, avec la methode de composer & faire les demonstrations par le retour ou repetition des vestiges de l'Analyse.*»

Los volúmenes tercero y cuarto están dedicados a matemática mixta, es decir a la matemática utilizada en las construcciones de las fortificaciones, en la navegación,... como se desprende de los títulos: «*Le troisieme, la construction et usage des tables des sinus et logarithmes, la Geometrie Pratique, les Fortifications, la Milice et les Mechaniques. La quatriesme, la Doctrine de la Sphere du monde : la Geographie et l'Art de naviger.*»

El quinto (publicado en 1637) trata de trigonometría esférica y música. Su título es: «*La cinquiesme: la Dioptrique, la Perspective, Trois livres des Spheriques de Theodose, avec un traité de la mesure des Triangles Spheriques: la Theorie des Planetes, la Gnomonique et la Musique.*»

Cuando en 1642 volvió a publicar la obra, añadió un sexto y último volumen que contenía: "un suplemento de álgebra" de 73 páginas y "isagoge (introducción al) de álgebra", que ocupa de la página 74 a la 98, haciendo hincapié en el hecho de que volvía a explicar los principios del álgebra ya que era la parte más difícil de entender. Este suplemento del *Cursus Mathematicus* se titulaba: «*Tome sixiesme et dernier, ou supplement du Cours Mathematique, contenant les Effections Geometriques des equations cubiques, pures & affectees. L'Isagoge de l'Algebre. La methode de mettre en perspective toutes sortes d'objectes par le moyen du Compas de proportion. La Theorie des Planetes, distinguee selon les hypotheses de la terre immobile & mobile. L'Introduction en la Chronologie, avec une table des choses plus notables par ordre alphabetic: Et un Catalogue des meilleurs Auteurs des Mathematiques.*»

Como se puede observar, se encuentran representadas en el libro todas las partes de la matemática así como sus aplicaciones. Hérigone señalaba que su método era sencillo, claro y con la ordenación conveniente para su comprensión. Exponía que, aunque los pitagóricos dividían la matemática en cuatro partes, a saber, Aritmética, Geometría, Astronomía y Música, otros dividían la matemática en pura y mixta especificando que la primera reconocía la cantidad separada de la materia. Así consideraba que la matemática pura se dividía en Geometría y Aritmética y la mixta en Óptica, Mecánica, Astronomía y Música. Hérigone señalaba que en sus cinco tomos estaban todas las partes separadas para que cada uno pudiera utilizar las que le fueran necesarias. Respecto al orden, explicaba que en los primeros tomos se incluía aquello que era necesario para la comprensión de los siguientes y que en cada volumen agrupaba temas afines.

## EL ÁLGEBRA DE PIERRE HÉRIGONE

En el segundo libro del *Cursus Mathematicus*, Hérigone incluyó, después de la *Aritmética*, un apartado que ocupa 296 páginas, titulado *Algebra* y compuesto de veinte capítulos. La descripción de la notación ocupa el primer capítulo; en el segundo y en el tercero se detallan las operaciones con expresiones algebraicas simples y combinadas. En el capítulo cuarto se describen las operaciones con razones, en el quinto se presenta una colección de diversos teoremas. A partir del capítulo sexto y hasta el catorceavo se trata de la resolución de las ecuaciones de primer, segundo y tercer grado, en el capítulo quince se resuelven problemas sobre cuadrados y cubos, y a partir del capítulo dieciséis trata sobre los números irracionales.

Hérigone introdujo una nueva notación “notes” con muchos símbolos y abreviaciones nuevas, e intentó mostrar como con el lenguaje algebraico se podían solucionar fácilmente los problemas. Así, trató las ecuaciones y sus soluciones utilizando unas notaciones algebraicas propias. En realidad, estaba claramente inspirado en Viète, al que citaba constantemente, pero empleó una presentación muy distinta y una notación original.

Cabe señalar que a diferencia de Viète, Hérigone distinguió entre álgebra vulgar, que trata con números, y álgebra especiosa, que trata con especies. Así definió *Algebra*:

*“La doctrina analítica, o el álgebra es el arte de encontrar la magnitud desconocida (incógnita), tomándola como si fuera conocida, y encontrando la igualdad entre ella y las magnitudes dadas. Se distingue en vulgar y en especiosa. El álgebra vulgar o numerosa es aquella que se practica con números. El álgebra especiosa es aquella que ejerce su lógica en las especies o formas de las cosas designadas por las letras del alfabeto. El álgebra vulgar sirve únicamente para encontrar las soluciones de los problemas Aritméticos sin demostraciones. Pero el álgebra especiosa no está limitada por ningún género de problema, y no es menos útil para inventar toda clase de teoremas que para encontrar las soluciones y demostraciones de los problemas.”* [Hérigone, 1644, p.1]<sup>10</sup>

Desde la página 4 a la 9 del primer capítulo, Hérigone describió la notación: la incógnita la designó por la letra *a*, el cuadrado y las potencias, en general, escribiendo el número de la potencia a la derecha de la letra (así, el cuadrado lo escribía *a2*, el cubo *a3*, etc).<sup>11</sup> Las raíces las escribió con la letra *V* y el número de la raíz a la derecha (así, la raíz cuadrada la escribió *V2*, la cúbica *V3*, etc).<sup>12</sup>

<sup>10</sup> «La doctrine analytique, ou l'Algebre est l'art de trouver la grandeur incognee, en la prenant comme si elle estoit cognee, & trouvant l'egalite entre icelle & les grandeurs donnees. Elle se distingue en la vulgaire & en la specieuse. L'Algebre vulgaire ou nombreuse est celle qui se pratique par nombres. L'Algebre specieuse est celle qui exerce sa logique par les especes ou formes des choses designees par lettres de l'alphabet. L'Algebre vulgaire sert seulement à trouver les solutions des problemes Arithmetiques sans demonstrations. Mais l'Algebre Specieuse n'est pas limitee par aucun genre de probleme, & n'est pas moins utile à inventer toutes sortes de theoremes, qu'à trouver les solutions & demonstrations des problemes.»

<sup>11</sup> «Significations des caracteres cossiques.» «a» llati: latus seu radix, le costé ou racine. «a2», quadratum, le quarré. «a3», cubus, le cube. «a4», quadrato-quadratum, le quarré-quarré. «a5», quadrato-cubus, le quarré-cube. «a6», cubo-cubus, le cube-cube. «a7», quadrato-quadrato-cubus, le quarré-quarré-cube. [HERIGONE, 1644, p.4]

<sup>12</sup> «Significations des signes radicaux» V, U V2. radix quadra, la racine quaree. VC, U V3. radix cubica, la racine cube. [HERIGONE, 1644, p.4]

Los signos los representó del siguiente modo: el de la suma con la cruz, el de la resta con una curva y el del resultado de la diferencia con un punto a la izquierda y dos puntos a la derecha.<sup>13</sup> Los productos los representó poniendo una letra al lado de la otra, mientras que Viète usaba la expresión *in*.<sup>14</sup> Hérigone representó el signo “igual” con “2/2”, el signo “mayor que” con “3/2” y el signo “menor que” “2/3” y la razón la representó con la letra “□”. Al igual que Viète, Hérigone representó las incógnitas con vocales y los datos con consonantes.

Particularmente interesante es el capítulo IX titulado «*De l'office de la Rhetique ou Exegetique*» que disertaba sobre los tipos de ecuaciones y sus soluciones. Concluye el capítulo con dos reglas: una para la ecuación  $x^2-bx=c$  y otra, para la ecuación  $bx-x^2=c$ . Por ejemplo, la primera regla enuncia el algoritmo de resolución de la ecuación de segundo grado de la siguiente manera,

*“Si la negación no es inversa sea añadido al término independiente el cuadrado de la mitad del coeficiente y de la suma sea sacada la raíz cuadrada, después a la raíz encontrada sea añadida o restada (dependiendo del signo del coeficiente) la mitad del coeficiente, la suma o la diferencia será la solución.”* [HÉRIGONE, 1644, p.104]<sup>15</sup>

Le siguen como ejemplo la resolución de las ecuaciones:  $x^2-6x=27$ ;  $x^4-6x^2=27$ ;  $x^6-6x^3=994000$  y  $x^2+5x=66$ .

Otra característica del álgebra de Hérigone es el uso de referencias a proposiciones de los *Elementos* de Euclides, en el margen en las demostraciones, para justificar las operaciones algebraicas. Así, en el volumen sexto, cuando se refiere a la importancia del álgebra Hérigone especificaba que para resolver las ecuaciones son necesarias las proposiciones euclidianas,

*“Y no es necesario otros preceptos particulares que la comprensión de los elementos de Euclides para hallar el valor de una raíz expresada como base.”* [HÉRIGONE, 1644, p.1]<sup>16</sup>

## CONSTRUCCIONES GEOMÉTRICAS DE VIÈTE Y HÉRIGONE

Para familiarizarse un poco más con los procedimientos algebraicos que utilizaba Hérigone se presenta como ejemplo una proposición del capítulo XII donde trataba de las

<sup>13</sup> «Explication des signes d'affection» + plus ~ minus, U moins. ~ : differentiam, U difference. [HERIGONE, 1644, p.5]

<sup>14</sup> «Explicatio notarum»

ab A in B, A multiplie par B.  
a2b A quadratu in B, le quarre d'A multiplie par B.  
ab2 A in B quadratum, A multiplie par B quarre.  
«ap A planum, A plan. [HERIGONE, 1644, p.5]

<sup>15</sup> “Si la negation n'est inverse, soit adjousté à l'homogene le quarre de la moitié du coefficient, & de la somme soit extraite la racine quarree, puis à la racine trouvée soit adjoustée ou soustraicte (suivant la signification contraire du signe du coefficient) la moitié du coefficient, la somme ou le reste sera le nombre du degré parodique.”

<sup>16</sup> “Et n'est pas besoin d'autres preceptes particuliers, que de l'intelligence des elements d'Euclide pour trouver la valeur d'une racine constituée en sa base.”

ecuaciones de segundo grado y de la construcción geométrica de sus soluciones. Comparándola con la resolución y construcción geométrica de Viète, se pueden apreciar los diferentes razonamientos y distinta presentación. Esta ecuación de Viète se hallaba en su obra *Zeteticorum libri quinque* (1593) que constituía la ejemplificación y la aplicación del método propuesto en la *Isagoge* entendida como una nueva forma de cálculo. El enunciado de la proposición en Viète era:

*“Libro III. Proposición I. Dada la media proporcional de tres líneas rectas y la diferencia entre los extremos, hallar el extremo más pequeño.”*<sup>17</sup> [VIÈTE, 1970, p. 56]

La ecuación se planteaba a través de la proporción:  $A:Z=Z:(A+B)$  siendo A la incógnita y Z la media proporcional dada,  $A.(A+B)=Z^2$ . Para solucionarla se basaba en una proposición del libro II, “dada el área de un rectángulo ( $Z^2$ ) y la diferencia de los lados (B), hallar los lados”. Para resolver esta proposición Viète explicaba que si al cuadrado de la diferencia de los lados, se le añade cuatro veces el rectángulo (el área), se hallará el cuadrado de la suma. En lenguaje actual:

$$[(A+B)-A]^2+4.A.(A+B)=[(A+B)+A]^2.$$

A continuación, Viète especificaba que de esta manera se conocía la suma y la diferencia de los dos lados y, por lo tanto, se podían conocer los lados, como ya había demostrado en el primer teorema del libro I.

Más tarde, Viète publicó *Effectioinum Geometricarum Canonical Recensio* donde construyó geoméricamente las soluciones de las ecuaciones de segundo y cuarto grado. Veamos la construcción de Viète que corresponde al ejemplo anterior,

*“Proposición XII. Dada la media proporcional de tres cantidades y la diferencia de los extremos, hallar los extremos.”*

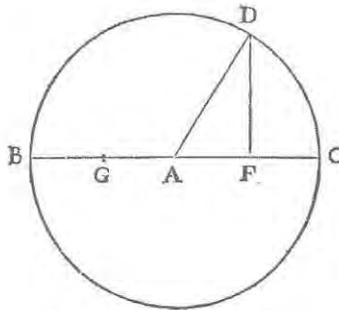


FIGURA 1. Construcción de Viète.

*[Esta proposición trata de] la solución geométrica de un cuadrado más un lado  $[x^2+bx=c]$ . Sea FD la media proporcional de tres y sea GF la diferencia entre los extremos. Hallar los extremos.*

*Trazaréis GF y FD formando ángulo recto y dividiréis GF por la mitad en A. Describiréis un círculo de centro A y intervalo AD y extenderéis la circunferencia AG y AF obteniendo los puntos B y C.*

<sup>17</sup> “Data media trium proportionalium linearum rectorum, & differentia inter extremas, invenire minorem extremam.”

*Digo que hecho esto los extremos que buscamos son BF y FC, entre los cuales la media proporcional es FD. Y los mismos BF y FC difieren en FG, ya que AF y AG son iguales por construcción y AC y AB son también iguales por construcción. Luego restando los iguales AG y AF de los iguales AB y AC, quedan los iguales BG y FC. Y también GF es la diferencia entre BF y BG o bien FC. La cual cosa era la que queríamos demostrar*<sup>18</sup> [VIÈTE, 1970, p. 234].

Aquí Viète planteó la ecuación mediante una proporción, en lenguaje actual,  $(x+b):c^{1/2}=c^{1/2}:x$ . Trazó  $b$  y  $c^{1/2}$  formando un ángulo recto y dividió  $b$  por la mitad  $AF=b/2$ . Describió un círculo de radio la hipotenusa del triángulo formado por  $b/2$  y  $c^{1/2}$  o sea radio  $AC=\sqrt{(b/2)^2+c}$ . Luego las soluciones serían los segmentos  $FC=AC-AF$  y  $BF=BA+AF$  siendo  $BA=AC$ =radio (Ver fig. 1).

Hérigone también planteó una ecuación de segundo grado, similar a la de Viète, en la cuestión III del capítulo XII. Pero Hérigone, como podemos observar, resolvió la ecuación y realizó la construcción geométrica de la solución al mismo tiempo, sin ninguna explicación retórica, con lenguaje simbólico, en unas pocas líneas y con referencias constantes a los *Elementos* de Euclides. El enunciado de Hérigone era:

*«Dado el rectángulo contenido bajo los lados y la diferencia de los lados, hallar los lados  $[x^2 + bx = c]$ »*[HÉRIGONE, 1644, pp.145-146].<sup>19</sup>

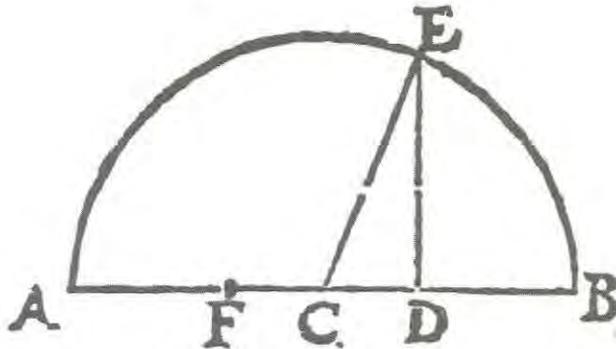


FIGURA 2. Construcción de Hérigone

<sup>18</sup> «Propositio XII. Data media trium proportionalium & differentia extremarum, invenire extremas. Mechanice quadrati adfecti sub latere. Sit data FD media trium proportionalium, data quoque GF differentia extremarum. Oportet invenire extremas. Inclinentur GF, FD ad angulos rectos, & secetur GF bifariam in A. Centro autem A intervallo AD, describatur circulus, ad cuius circumferentiam producantur AG, AF, in punctis B, C. Dico factum esse quod oportuit. Extremas enim inveniundas esse BF, FC inter quas media proportionalis est FD. Et ipsae BF, FC differunt per FG, quandoquidem AF & AG constructae sunt aequales, & AC, AB constructae quoque aequales. Itaque ab aequalibus AB, AC subducendo aequales AG, AF, remanent BF, FC aequales. Est autem GF differentia inter BF & BG, seu FC. Quod erat demonstrandum.»

<sup>19</sup> «Dato rectangulo sub lateribus, & differentia laterum, invenire latera», «Estant donné le rectangle contenu sous les costez, & la difference des costez, trouver les costez».

Hypoth.	$\square .adb \ 2/2 \ \square .de$	[Lenguaje actual: Hipótesis]
	$fd \ 2/2 \ ad \sim db,$	[rectángulo $adb =$ cuadrado $de$ ]
	$b \ 2/2 \ de, \ d \ 2/2 \ fd \ \text{snt } D.$	$[fd = ad - db]$
Req. Snt	$ad \ \forall \ db.$	$[b = de, \ d = fd \ \text{son datos}]$
Analys.		[Las incógnitas son $ad$ y $db$ ]
Suppose	$a \ 2/2 \ db, \ \sqcup \ af,$	[Análisis]
Hyp.	$a + d \ 2/2 \ ad,$	[Suponemos $a = db$ o $af$ ]
AEquat.		[Hipótesis $a + d = ad$ ]
Hyp.	$a^2 + ad \ 2/2 \ b^2,$	[Ecuación]
	16.6 $a + d \ \sqcap \ b \ \sqcap \ a,$	[Hipótesis $a^2 + ad = b^2$ ]
9.c.alg.	$a \ 2/2 \sim \ 1/2 \ d + \sqrt{\frac{1}{4}d^2 + b^2}$	16.6 $a + d : b = b : a$
Constr.		[9.c.alg. $a = -1/2 d + \sqrt{1/4 d^2 + b^2}$ ]
11.1	$de \ \hat{o} \ fd,$	[Construcción]
10.1	$fc \ 2/2 \ cd. \ \alpha$	[11.1 $de$ perpendicular $fd$ ]
3.p.1	$ceab \ \text{est } o,$	[10.1 $fc = cd$ ]
2.p.1	$afdb \ \text{est--},$	[3.p.1 $ceab$ es un círculo]
Symp.	Req. Snt $ad \ \forall \ db.$	[2.p.1 $afdb$ es una línea recta]
Demonstr.		[Las incógnitas son $ad$ o $db$ ]
$\alpha.3.a.1$	$af \ 2/2 \ db, \ \beta$	[Demostración]
1.concl.		$[\alpha.3.a.1 \ af = db]$
f.13.6	$\square .de \ 2/2 \ \square .adb,$	[1 conclusión]
2concl.		[f.13.6 cuadrado $de =$ rectángulo $adb$ ]
$\beta.19.a.1$	$fd \ 2/2 \ ad \sim db.$	[2 conclusión]
		$[\beta.19.a.1 \ fd = ad - db]$

Hay que destacar la expresión original de la solución por radicales de la ecuación de segundo grado con la notación de Hérigone. Igual que Viète, Hérigone, después de hacer la construcción geométrica de la solución, comprobaba que las rectas dibujadas cumplieran las hipótesis del problema. De hecho, aunque para resolver la ecuación Hérigone no usa el mismo razonamiento que Viète, el hilo conductor de la construcción geométrica es el mismo. Sin embargo, Hérigone justificaba las instrucciones simbólicas en el margen con proposiciones de los *Elementos* de Euclides.

## CONSIDERACIONES FINALES

Como ya hemos señalado al principio del artículo el proceso de algebrización de las matemáticas fue desigual dentro de cada país y de cada comunidad de científicos. Los grandes difusores e investigadores de este "arte analítico" con un lenguaje y métodos nuevos tomaron postura y lo defendieron frente a los que lo ignoraban o atacaban. No se aprecia una ruptura clara pero, en un siglo aproximadamente, se acabó imponiendo el álgebra como una parte útil de las matemáticas para resolver problemas que de otra manera no se conseguían solucionar.

En este proceso de algebrización uno de los puntos clave fue el establecimiento de la logística especiosa como un lenguaje nuevo de símbolos y técnicas. Aunque con Viète, y más tarde con Descartes, la notación de las expresiones algebraicas fue evolucionando, no había unanimidad respecto a la simbología. Durante muchos años todavía se utilizaron diferentes notaciones en las obras de álgebra. La utilización de un lenguaje propio por parte de los distintos matemáticos originó que estos nuevos métodos analíticos no fuesen considerados una nueva ciencia bien fundamentada, aunque fueran herramientas de cálculo muy potentes frente a la síntesis geométrica.

Respecto a la contribución de Hérigone, hay que señalar que presentó un nuevo sistema de símbolos y notaciones propio para plantear y resolver un gran abanico de problemas y de ecuaciones. Hérigone quería mostrar un lenguaje universal capaz de sustentar por sí mismo las demostraciones y la resolución de los problemas sin necesidad de explicar eloquentemente las justificaciones geométricas. En un momento en el que álgebra y geometría se presentaban como antagónicas el texto de Hérigone muestra que podía coexistir la justificación geométrica con un potente lenguaje simbólico, sin explicaciones retóricas, sólo con símbolos y letras. Hérigone no constituyó un álgebra de segmentos, pero identificaba los segmentos con las letras que podían representar incógnitas o datos; con ellas, planteaba las ecuaciones, resolvía las ecuaciones y, finalmente, construía geoméricamente la solución con instrucciones simbólicas y justificando los razonamientos con las proposiciones que aparecen en los *Elementos* de Euclides. Esta conjunción entre la matemática clásica, representada por Euclides y el nuevo arte analítico, representado por el lenguaje especioso de Viète, es quizás el rasgo más notable del álgebra de Hérigone.

A nuestro entender, la importancia de la obra de Hérigone también radica en la influencia que ejerció sobre otros matemáticos de su época gracias a la difusión del *Cursus Mathematicus* como libro de texto. Así, influyó en Pietro Mengoli (1625-1686), matemático boloñés discípulo de Cavalieri, que no solamente utilizó parte de la notación de Hérigone (en concreto, las potencias) sino que en su obra utilizó el lenguaje y los procedimientos algebraicos creando una “geometría especiosa” basada en el “álgebra especiosa” de Viète<sup>20</sup>.

Para finalizar, se podría argumentar que la contribución de Hérigone pertenece a un estadio intermedio en el desarrollo del álgebra y, en concreto, es un eslabón más en el paso de las notaciones algebraicas, usadas como herramientas para resolver todo tipo de problemas, a la constitución del lenguaje algebraico formal del siglo XVIII que fue la base de la geometría analítica y el cálculo infinitesimal.

<sup>20</sup> Sobre la “geometría especiosa” de Mengoli se puede consultar Massa [1998, pp.1-300] y Massa [2006, pp.82-112].

## REFERENCIAS BIBLIOGRÀFICAS

- BOMBELLI, R. (1966) *L'Algebra*, Bortolotti, E. (ed.), Milano, Giangiacomo Feltrinelli Editore.
- BORTOLOTTI, E. (ed.) (1929) *L'Algebra opera di Rafael Bombelli da Bologna: Libri IV e V comprendenti la parte geometrica inedita tratta dal manoscritto B.1569 della Biblioteca dell'Archiginnasio di Bologna*. Bologna, Zanichelli.
- BOS, H. J. M. (1998) "La structure de la *Géométrie* de Descartes". *Revue d'Histoire des Sciences*, 51, 291-317.
- CARDANO, G. (1968) *The Great Art or the Rules of Algebra*. Witmer, T. Richard (ed., trans.), Cambridge, Mass., & London: M. I. I. Press.
- CAUCHY, A. L. (1821) *Cours d'Analyse de l'École Royale Polytechnique*. Paris, Imprimerie Royale.
- CIFOLETTI, G. C. (1990) *La méthode de Fermat: son statut et sa diffusion*. "Cahiers d'histoire et de philosophie des sciences" nouvelle série, 33. Paris, Société française d'histoire des sciences et des techniques.
- HÉRIGONE, P. (1644) *Cursus Mathematicus nova, brevi et clara methodo demonstratus, Per NOTAS reales & universales, citra usum cuiuscumque idiomatis, intellectu, faciles*. Paris, Simeon Piget.
- HÖYRUP, J. (1996) "A New Art in Ancient Clothes. Itineraries chosen between Scholasticism and Baroque in order to make algebra appear legitimate, and their impact on the substance of the discipline". *Filosofi og Videnskabsteori pa Roskilde Universitetscenter*. 3. Raekke: Preprints of Reprints 1996 Nr 1.
- JESSEPH, D. M. (1999) *Squaring the circle. The war between Hobbes and Wallis*. Chicago & London, The University of Chicago Press.
- MAHONEY, M. S. (1980) "The beginnings of algebraic thought in the seventeenth century". *Descartes' philosophy, mathematics and physics*, Gaukroger, S. (ed.), Totowa/Brighton, Barnes and Noble/ Harvester, 141-156.
- MAIERU, L. (1994) *Fra Descartes e Newton, Isaac Barrow e John Wallis*. Messina, Rubbettino.
- MANCOSU, P. (1996) *Philosophy of Mathematics and Mathematical Practice in the Seventeenth Century*. Oxford, Oxford University Press.
- MASSA, M<sup>a</sup> R. (2001) "Las relaciones entre el álgebra y la geometría en el siglo XVII", *Llull*, vol. 24,705-725.
- MASSA, M<sup>a</sup> R. (1998) *Estudis matemàtics de Pietro Mengoli (1625-1686): Taules triangulars i quasi proporcions com a desenvolupament de l'àlgebra de Viète*. Tesi Doctoral, Barcelona, Universitat Autònoma de Barcelona.
- MASSA, M<sup>a</sup> R. (2006) "Algebra and Geometry in Pietro Mengoli (1625-1686)", *Historia Matemática*, 82-112.
- PYCIOR, H. M. (1997) *Symbols, Impossible Numbers, and Geometric Entanglements: British algebra through the commentaries on Newton's Universal arithmetik*.

Cambridge, Cambridge University Press.

SCOTT, J. F. (1981) *The Mathematical Work of John Wallis, D. D., F. R. S. (1616-1703)*. Nueva York, Chelsea.

VIÈTE, F. (1970) *Opera Mathematica*. F. A. Schooten (ed.), Nueva York, Georg Olms Verlag Hildesheim.

WALLIS, J. (1685) *A Treatise of Algebra both Historical and Practical showing original, progress and advancement thereof, from time to time; and by what steps it hath attained to the heighth at which now it is*. Londres.



## 算數書

*Suan Shu Shu*

(A Book on Numbers and Computations)

### TWO PROBLEMS IN COLLATING, INTERPRETING AND TRANSLATING THE *SUAN SHU SHU*

Joseph W. Dauben (IHNS and CUNY)  
Institute for History of Natural Science  
Chinese Academy of Sciences  
137 Chao Nei Street  
Beijing 100010 Peoples Republic of China

Herbert H. Lehman College  
and Ph.D. Program in History  
The Graduate Center  
City University of New York

**In honor of Mariano Hormigón, to whose memory and with thanks for his many contributions to the international appreciation of the history of mathematics, across all cultures and times, this study is respectfully dedicated.**

#### ABSTRACT

*In December and January of 1983-1984, a team of archaeologist excavating an early Han dynast tomb at Zhangjiashan in Hubei Province, China, discovered the earliest yet-known mathematical work from ancient China, the Suan Shu Shu (on Numbers and Computations). This work, on nearly 200 bamboo strips, reflects largely the state of mathematics in pre-Qin China, and includes more than 60 problems dealing with various matters of arithmetic and geometry. Two of these have been open to diverse and especially divergent interpretations, namely a pair of seemingly related problems, 以·材方 Yi Yuan Cai Fang and 以方材 Yi Fang Cai Yuan, which have generated considerable disagreement about whether they are inverse or quite different problems. Virtually everyone who has approached these two problems has understood them differently in trying to account for the statements, answers, and methods as given in the Suan Shu Shu. This paper, which I am pleased to dedicate to the memory of Mariano Hormigón, would have pleased him, I would like to think, because it shows that there may not always be a single, mathematically consistent interpretation of a given historical document. What follows is devoted to discussion of the various collations and explanations offered for these especially challenging parts of the Suan Shu Shu, and what they may tell us about early Chinese mathematics in general.*

---

#### Squaring Circles: Two Problems, Inverses or Not?

Among the most challenging problems given in the *Suan Shu Shu* for collation, interpretation, and translation are two that come very near the end of the presently accepted editions, one devoted (apparently) to the dimensions of a square either cut from or inscribed in a circle, the other devoted (apparently) to the dimensions of a circle either cut from or inscribed in (or possibly circumscribed around) a square.<sup>1</sup> This is how the two problems were first published in the journal of Chinese culture, *Wenwu*, in 2000, hereafter referred to as [WW 2000, p. 83]:

---

<sup>1</sup> The first publication of the complete text of the *Suan Shu Shu* in the journal *Wenwu* in 2000 did not number the problems, but in its collation of that same year, the Tongxun group did, and here the numbering of the problems to be found in [Tongxun 2000] is followed. None of the later collations has numbered all of the problems, so the Tongxun numbering is still the most convenient for easy reference.

[61] 以·材方以·材為方材，曰大四韋二寸廿五分寸十四，為方材幾何？曰：方七寸五分寸三。  
術曰：因而五之為實，令七而一四…

(For now, what follows is as literal a translation of the above as possible):

[61] From a circle cut a square: in order to turn a circular (piece of) wood into a square (piece of) wood, say its size is  $4\text{ wei } 2\frac{14}{25}\text{ cun}$ , how large is the square (piece of) wood? (The answer says: the square is  $7\frac{3}{5}\text{ cun}$ . The method says: (obtain) the result by multiplying by 5 as the dividend, and divide by 7, 4 (note the 4 at the end of this line is not followed with any final punctuation, nor are there any instructions as to what its role in the problem should be).

[62] 以方材·以方為·曰材，方七寸五分寸三為·材幾何？曰：四韋二寸廿五分十四。·術曰：方材之一面即·材之徑也，因而四之以為實，令五而成一。

[62] From a square cut a circle: in order to turn a square into a circle, say the wooden square is  $7\frac{3}{5}\text{ cun}$ , how large is the circular (piece of) wood? (The answer says:  $4\text{ wei } 2\frac{14}{25}\text{ cun}$ . The method says: one side of the square (piece of) wood is the diameter of the circular (piece of) wood; (obtain) the result by multiplying by 4 as the dividend, and divide by 5.

Based upon the [WW 2000] version of the text, a team of scholars at National Taiwan Normal University issued one of the first interpretations of the *Suan Shu Shu* in 2000, as did Guo Shirong of Inner Mongolia Normal University and Guo Shuchun of the Institute for History of Natural Science in Beijing, both of the latter in 2001. Their interpretations of these two passages now follow, after which we consider their various points of view and the subsequent versions of the text issued by Peng Hao, along with his interpretation of these passages and the later, definitive edition of the text as published by the Zhangjiashan editorial group, also in 2001. These are followed by a synoptic overview of all these interpretations of the two problems, along with yet another interpretation of their meaning offered by Duan Yaoyong and Zou Dahai in 2003, after which are offered yet another two possible interpretations of the texts in question.

### HPM 通訊 *HPM Tongxun* (2000)

In November of 2000 the first detailed study of the text of the *Suan Shu Shu* was presented in *HPM Tongxun* (HPM Newsletter of Taiwan Normal University) by a team of seven scholars: Su Yiwen, Su Junhong, Su Huiyu, Chen Fengzhu, Lin Cangyi, Huang Qingyang, and Ye Jihai (hereafter referred to as the Tongxun group, or [Tongxun 2000]). Numbering these problems as [61] and [62] following the ordering of the problems as given in the original *Wenwu* 2000 publication of the *Suan Shu Shu*, the group only makes one emendation of the text as published in *Wenwu*, namely at the end of Problem 61 where they say the abandoned “4” should mean “divide by 4” (“in order to conform with the reasoning of the original problem,” [Tongxun 2000, p. 17, note 175]), and thus they revise the original text to read as follows:

[Tongxun 61] From a circle cut a square: in order to turn a circular (piece of) wood into a square (piece of) wood, say its size is  $4\text{ wei } 2\frac{14}{25}\text{ cun}$ , how large is the square (piece of) wood? (The answer says: the square is  $7\frac{3}{5}\text{ cun}$ . The method says: (obtain) the result by multiplying by 5 as the dividend, and divide by 7, [then] divide by 4.

In note 174, explaining the meaning of Problem [61] and its solution procedure, the Tongxun group interprets the situation as follows: “This problem discusses the relation between the lengths of the circumference of a circle and the perimeter of its inscribed square. Its method of calculation is:  $42\frac{14}{25} \times 5 \times 1/7 \times 1/4 = 7\frac{3}{5}$ ; probably this is a mistake with respect to the relation between the side and diagonal of the square in the ratio 5:7 (side 5 diagonal 7), and a miscalculation of the ratio of the perimeter of the inscribed square and the circumference of the circle, in order to reach the length of the side of the (inscribed) square which is sought (and calculated in the answer to be)  $7\frac{3}{5}$ . What is important to pay attention to here is that the correct calculation should proceed from a ratio of the (circumference of the) circle to the perimeter of its inscribed square of  $7\pi:20$  (at that time  $\pi$  was approximated as 3)” [Tongxun 2000, p. 17, note 174].

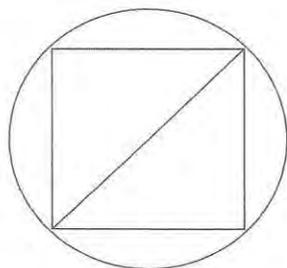


Figure 61a

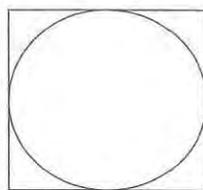


Figure 62a

With respect to Figure 61a, the Tongxun group's interpretation of this problem seems to be as follows, based upon everything said above: given a circle of circumference  $C = 42 \frac{14}{25}$  *cun*, what is the length of the edge of the inscribed square and correspondingly its perimeter? The group does not directly address the significance of the final "4" or the instruction as they revise it, "divide by 4," but their commentary suggests that the original author or copyist of Problem 61 mistook the ratio of the circumference of the circle and the perimeter of its inscribed square to be 7:5, rather than the correct ratio 21:20 (assuming  $\pi=3$ ). Had this ratio been used, then the calculation,  $(42 \frac{14}{25})(20/21)$  would have given the perimeter of the inscribed square, and 1/4 of that would have given the correct value of the length of the edge of the inscribed square.

To put this another way, proceeding from their suggestion that this problem is about a comparison of the circumference of the circle and the perimeter of its inscribed square, and assuming that  $\pi = 3$ , the diameter  $d$  of the circle would then be  $(1/3)(42 \frac{14}{25})$ . Since the ratio of the diagonal  $d$  to the side  $s$  of the square is taken as approximately  $d/s = 7:5$  (a fair approximation to  $\sqrt{2}$  if  $\pi = 3$ ), then the side of the inscribed square would be  $(5/7)(1/3)(42 \frac{14}{25})$ , and the perimeter of the inscribed square would be four times this, or  $(4)(5/7)(1/3)(42 \frac{14}{25})$ , and this of course gives the ratio the Tongxun group notes is correct for  $P:C = 20/21$ , taking  $\pi = 3$ . If all of these assumptions are accepted, then the correct solution to the problem should have been an inscribed square with a perimeter of  $40 \frac{8}{15}$  *cun*, or an edge of  $10 \frac{2}{15}$  *cun*. Rather than carry out this calculation based upon its understanding of the problem, the Tongxun group instead gives what it takes to be the incorrect calculation as only partially described in the method of the problem (as amended above), with a note to the effect that had the correct ratio been applied for computing the perimeter of the inscribed square from the given circumference of the circle, this would have led to the correct answer, which the group also does not specify.

However, the major difficulty with the Tongxun group's interpretation of Problem 61 is that nowhere does the text refer explicitly to either the circumference of a circle (· 的周· *yuan de zhou chang*) or to the perimeter of an inscribed square (方的周· *fang de zhou chang*). This is problematic given the immediately following Problem 62, which refers specifically both to the diameter of a circle and to the side of a square, but not to circumferences or perimeters. At this point, there are too many open questions about exactly what dimensions of the square and circle are meant to be understood in Problem 61 to say more about it here; but this is a matter to which we shall shortly provide a very different interpretation.

As for Problem 62, the Tongxun group offers the following explanation of the problem and its method of solution: "The original problem discusses the relation of a square figure and the circumference of its inscribed circle. Its method of calculation is the inverse of the calculation of Problem 61:  $7 \frac{3}{5} \times 4 \times \frac{1}{5} \times 7 = 42 \frac{14}{25}$ ; nevertheless, because the original problem discusses the relation of a square figure and its inscribed circle, and Problem 61 discusses the connection between a circle and its inscribed square figure, these are definitely not similar or inverse (problems); it may be because the author or whomever copied the book did not understand the meaning of this problem that they could give this kind of a calculation procedure" [Tongxun 2000, p. 17, note 176].

This, however, does not really offer an explicit interpretation of Problem 62. Although the Tongxun group says that it does not regard the two Problems 61 and 62 as inverse problems, it does

seem to regard them as similar in relating perimeters, i.e. Problem 62 is based on the ratio of the lengths of the perimeter of the square to the circumference of its inscribed circle, even if the ratio used in the *Suan Shu Shu* is incorrect (mistaken this time as  $7/5$ ). The Tongxun group does explicitly give the instructions for solving the problem given in Problem 62 as they reconstruct it, which is exactly the inverse of the method given for Problem 61:  $7 \frac{3}{5} \times 4 \times 1/5 \times 7 = 42 \frac{14}{25}$ . Judging from this and the Tongxun group's interpretation of Problem 61, the problem here seems to be understood as: given the edge of the square, find the circumference of its inscribed circle. Thus if  $7 \frac{3}{5}$  is the edge of the square,  $7 \frac{3}{5} \times 4$  gives the length of its perimeter; applying the correct ratio for the perimeter of the square to the circumference of its inscribed circle,  $4:3$ , requires multiplication by  $3/4$  to provide a correct solution to this problem, i.e.  $7 \frac{3}{5} \times 4 \times 3/4 = 22 \frac{4}{5}$ . However, since the method of Problem 62 says explicitly that "one side of the square (piece of) wood is the diameter of the circular (piece of) wood," and since throughout the *Suan Shu Shu* the ratio of the diameter to the circumference of the circle is taken as 3, the solution to Problem 62, if the  $7 \frac{3}{5}$  is the edge of the square, means that to find the circumference of the inscribed circle should only require multiplication of the length of the edge by 3. So there are a number of problems here with respect to Problem 62 that the Tongxun group does not address.

This is complicated by the fact that the Tongxun group does not provide its version of either what it takes to be the correct procedure or answer for Problem 62. (Figure 62a captures the essence of the Tongxun group's interpretation of the problem, although neither Figure 61a nor 62a is given with the Tongxun discussion of either problem.) Furthermore, concerning Problem 62, the Tongxun group warns that at the end of the problem "the original text is definitely not complete, perhaps there is a missing part" [Tongxun 2000, p. 17, note 177]. In the absence of any indication of exactly what the Tongxun group believes to be missing, it is perhaps best not to guess further how the Tongxun group might render a corrected collation for Problem 62. In its edition of the text, despite its interpretation of the problem as reflected in the above discussion, the Tongxun collation offers no changes from the original text for Problem 62 from that given in the *Wenwu* 2000 publication; the following is Problem 62 as it appears in [Tongxun 2000, p. 17].

One very direct if not very interesting interpretation of Problem 62 is that it is really no more complicated than its statement would suggest, although the author or copyist certainly got the answer and procedure entirely wrong. But if the problem should proceed directly as stated, from the length of the edge of a square to find the diameter of the inscribed circle, then as the problem says, since the edge and diameter are the same, the answer follows directly, and the diameter of the circle is  $7 \frac{3}{5}$  *cun*. Making the problem only slightly more interesting would be to ask for the circumference  $C$  of the inscribed circle, which would seem to be the solution for which the Tongxun group opts. But we already know from the above that based on the assumption that  $\pi = 3$ , the circumference of the inscribed circle is simply equal to 3 times the edge of the square, or  $3(7 \frac{3}{5}) = 22 \frac{4}{5}$  *cun*. This does not seem to amount to much of a problem mathematically. In any case, none of these alternatives manages to account for the computation as prescribed in the method of solution for Problem 62 as it appears on the surviving bamboo slips. There are, however, more interpretative possibilities to consider.

### Guo Shirong (2001)

Writing in the third number of the *Journal of Inner Mongolia Normal University* for 2001, Guo Shirong offered "A Collation to the *Suan Shu Shu* (A Book of Arithmetic)." As noted in his English abstract, "Based on analyses in mathematical principles of the text, the author collates the text and corrects all kinds of mistakes in the original bamboo text, such as mistakes of formulas, mistakes in calculation, swapping combinations of bamboo slips, missing and redundant words, transposition of words, errors in copy, and so on. Meanwhile, 53 Chinese characters in some fragments of the text that could not be identified before have been restored" [Guo Shirong 2001, 285]. Guo Shirong does not consider every problem or section of the *Suan Shu Shu*, and he numbers consecutively only those he does treat, following the order of the original text as published in [Wenwu 2000]. Consequently the problems dealing with the inscribed squares and circles occur as Problems 43 and 44 in his collation.

Guo Shirong begins his analysis of Problem 61/43 with the following comment:

In this question the problem and data in the answer contain copyist errors, and the method is also problematic. The meaning of the original problem is: wishing to turn a

column-shaped circular (piece of) wood into a square-shaped (piece of) wood, and knowing ‘the *da si wei* is  $2\frac{14}{25}$  *cun*,’ the question is how much is the side of the square (piece of) wood? The problem’s assumed condition is that the amount of the difference between the diameter of the circular (piece of) wood and the side of the square (piece of) wood should be understood to be  $2\frac{14}{25}$  *cun*. According to the text of the method, it is known that (the square) inscribed in the circle is determined in accordance with the approximate computational formula ‘side 5 diagonal 7,’ but the difference between the computational result and the answer is too large.<sup>2</sup> This author thinks that ‘ $2\frac{14}{25}$  *cun*’ is wrong (and should be) ‘ $2\frac{24}{25}$  *cun*,’ and that the answer ‘the square is  $7\frac{3}{5}$  *cun*’ is wrong (and should be) ‘the square is  $7\frac{2}{5}$  *cun*,’ both of which are copyist errors. In the method, “divide by 7, 4” should be “multiply by 7, and divide by 14.” If  $x$  represents the edge of the square, then  $(2\frac{24}{25} + x) \times 5/7 = x$ , namely  $x = (2\frac{24}{25}) \times 5/7 \times 7/2 = (2\frac{24}{25}) \times (5 \times 7)/(7 \times 2) = 7\frac{2}{5}$  *cun*. In this way, the question, answer, and method, all three square with one another” [Guo Shirong 2001, p. 283, note to Problem 43].

In light of the above, Guo Shirong revises the original text as follows:

[Guo Shirong 61/43] From a circle cut a square: in order to turn a circular (piece of) wood into a square (piece of) wood, say its *da si wei* is  $2\frac{24}{25}$  *cun*, how large is the square (piece of) wood? (The answer) says: the square is  $7\frac{2}{5}$  *cun*. The method says: (obtain) the result by multiplying by 5 as the dividend, [then] **multiply by 7, and divide by 14**.

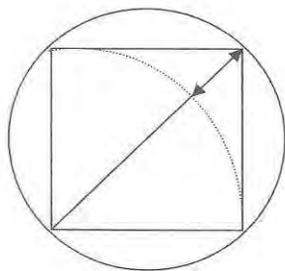


Figure 61b

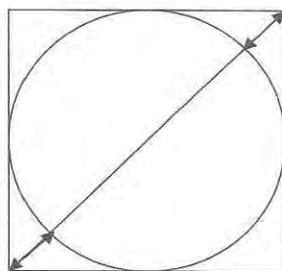


Figure 62b

Now this is a very ingenious interpretation of Problem 61, but it also makes a number of assumptions, the most unconventional being the interpretation of “*da si wei* is  $2\frac{24}{25}$  *cun*.” Neither the Tongxun group nor Guo Shirong comments on exactly how 大四章 *da si wei* should be understood here, so we shall leave this aside for now, but note that on Guo Shirong’s interpretation of the rest of this problem, what should be at issue here is the difference between the length of the diameter of the circle and the side of the inscribed square, which Guo Shirong takes to be  $2\frac{24}{25}$  *cun* in his revised reading of the problem [Figure 61b]. But what is there in the logic of the problem and its solution that would explain the reading of the method: “divide by 7, 4,” as “multiply by 7, and divide by 14”? There is nothing in the general character of this problem to compel a division by 14 (and for that matter, if instructed to multiply by 7 and divide by 14, why not just say “divide by 2”?) This of course is what Guo Shirong wants to get at, namely the numbers given in the method for solution of the problem are 5, 7 and 4. On his reading of the problem, the method should boil down to multiplying the given “difference” between the diagonal and edge of the square by  $5/2$  to give the length of the edge of the square. But the method as given in the bamboo text says to multiply by 5, divide by 7, and then there is the lonesome “4.” But if we take care of the 7 and 4 by saying it is all a

<sup>2</sup> Approaching the problem as Guo Shirong does, the length of the side of the square should be  $5/2$  the difference of the diagonal and side of the square, or  $(5/2)(2\frac{14}{25}) = 6\frac{2}{5}$  *cun*. Regarding this as too large a difference from the given answer,  $7\frac{3}{5}$  *cun*, it seems that Guo Shirong then tried  $2\frac{24}{25}$  as the difference and obtained a result nearer to that given in the text, namely  $(5/2)(2\frac{24}{25}) = 7\frac{2}{5}$  *cun*, and so he emended the text accordingly.

mistake for “multiply by 7 and divide by 14,” then what we have done in effect is to multiply the “difference” of  $2 \frac{24}{25}$  by  $\frac{5}{2}$ , which gives the needed result.

This, however, is completely arbitrary, and there is nothing that would explain why in the general statement of the method for working out such problems a general method should say “multiply by 7 and divide by 14.” Given this apparent level of arbitrariness and the fact that there is nothing in the language of the text *per se* to indicate that this problem concerns the difference between the lengths of the diameter/diagonal and side in question, we are left with a number of open questions concerning this reading of Problem 61. Moreover, the number of changes subsequently required in the data given in this problem in order to reach the author’s conclusion also raises questions about whether this interpretation is really as faithful to the original meaning of the problem as might be wished.

With these questions in mind, let us now turn to the companion Problem 62/44. Guo Shirong interprets this as follows:

This problem and the “Yi Yuan Cai Fang” problem are mutually converse. Here “si wei” refers to the part in excess of the difference between the diagonal<sup>3</sup> of the square and the diameter of the circle. And as in the “Yi Yuan Cai Fang” problem, “ $\frac{3}{5}$  *cun*” is wrong and should be “ $\frac{2}{5}$  *cun*”; in “ $2 \frac{14}{25}$  [*cun*]” the “14” is wrong and should be “24,” not to mention that there is a character missing for “*cun*.” Moreover, in the method “multiplying by 4” is wrong for “multiplying by 2.” Also, in the phrase “yi fang wei yuan yue cai” the two characters “yue cai” are reversed, and should be “cai yue.” The punctuation should be: “yi fang [cai] wei yuan cai, yue fang qi cun wu fen cun san.” If *y* represents the “si wei,” the equation for this problem is  $y = (7 \frac{2}{5}) \times 5/7 - 7 \frac{2}{5} = (7 \frac{2}{5}) \times (2/5) = 2 \frac{24}{25}$  (*cun*) [Guo Shirong 2001, p. 284].<sup>4</sup>

In light of the above, Guo Shirong has made the following changes in the original text, to conform primarily to his understanding of the meaning of the problem:

[Guo Shirong 44/62] From a square cut a circle: in order to turn a square **[piece of wood]** into a circular **[piece of wood]**, say the square is  $7 \frac{2}{5}$  *cun*, how large is the circular (piece of) wood? (The answer) says: 4 *wei*  $2 \frac{24}{25}$  *cun*. The method says: one side of the square (piece of) wood is the diameter of the circular (piece of) wood; (obtain) the result by multiplying by  $\frac{2}{5}$  as the dividend, and divide by 5.

This interpretation for Problem 62 is just as ingenious as that given for the previous problem, and here Guo Shirong makes explicit that he takes “si wei” to refer somehow to the difference between the diagonal of the square and the shorter length of the diameter of the inscribed circle, those portions of [Figure 62b] indicated by the bold double-ended arrows. But no rationale is offered for why “si wei” should be understood here as a difference, let alone the difference between the diagonal and edge of the square in this problem, whereas “da si wei” was taken to represent the difference between the diagonal and edge of the square in the previous problem. In fact, given the identity of the edge of the square and the diameter of the circumference of the inscribed circle, both Problems 61 and 62 are really the same problem, namely one dealing with the inverse relations between the side and diagonal of the square.

This time, given the (revised) length of the side of the square as  $7 \frac{2}{5}$  *cun*, we are to find the difference between this and the diagonal of the square, which is simply  $\frac{2}{5}$  that of the edge. Given that the original method for this problem is explicit in directing that the edge be multiplied by 4, then divided by 5, Guo Shirong has no choice here but to say that the “4” is wrong and should be a “2,” which immediately gives the necessary ratio,  $\frac{2}{5}$ , needed to determine the difference between the length of the diagonal and side of the square. Nevertheless, this is just as arbitrary a change as before in order to make the method suit the interpretation of the problem given here.

<sup>3</sup> Note that here there is a misprint in the text; instead of *qian* (money), the text clearly intends *xian* (diagonal) [Guo Shirong 2001, p. 284, comments on Problem 44 [Problem 62].

<sup>4</sup> At this point, Guo Shirong mistakenly reverses the ratio that is needed between the side/diagonal of the square, which here should be  $\frac{7}{5}$ , not  $\frac{5}{7}$ .

Again, considering the extent to which Guo Shirong's version of Problem 62/44 has to tamper with the numbers, we are left with the same questions as pertain to his interpretation of the preceding problem. On these matters Guo Shuchun's approach to both Problems 61 and 62 offers further help in understanding what may be involved.

### Guo Shuchun (2001)

Basically, Guo Shuchun agrees with Guo Shirong's understanding of Problems 61 and 62 of the *Suan Shu Shu*, but he interpolates four new characters into the text and makes some slightly different changes to the given data. Where the original statement of Problem 61 gives the answer for the length of the side of the inscribed square as  $7\frac{3}{5}$  *cun*, and Guo Shirong emends this to  $7\frac{2}{5}$  *cun*, Guo Shuchun corrects the text to  $6\frac{2}{5}$  *cun*.<sup>5</sup> Guo Shuchun also maintains that there are four missing characters following announcement of the method, "shu yue: zhi da si wei," a change which serves to bring the method into a form consistent with the original statement of the problem. Guo Shuchun then offers the following explanation for his understanding of the problem in general:

Both Guo Shirong and I think this problem is, knowing that the diameter of the circle is greater than the length of the side of its inscribed square by  $2\frac{14}{25}$  (or  $2\frac{24}{25}$ ), and using/depending on (the ratio) square 5 diagonal 7 (approximating  $\sqrt{2}$  or the side/diagonal ratio), find the length of the edge of the square. Su Yiwen *et al.* [Tongxun 2000] after the "4" add two characters, 而— *er yi* (divide by)" [Guo Shuchun 2001, p. 215, note 3 to "Yi Yuan Cai Fang"].

Guo Shuchun ends his comment by quoting the interpretation of the problem given by Su Yiwen *et al.* above, noting that in [Tongxun 2000] the problem is taken to involve the relation of a circle to the perimeter of its inscribed square. He also gives the method of solution along with the Tongxun group's explanation of where the text seems mistaken, but with no further comment by Guo Shuchun as to why he disagrees with this particular approach to the problem. Taking all of Guo Shuchun's comments on Problem 61 into account, his version reads as follows:

[Guo Shuchun 61] From a circle cut a square: in order to turn a circular (piece of) wood into a square (piece of) wood, say its *da si wei* is  $2\frac{14}{25}$  *cun*, how large is the square (piece of) wood? (The answer) says: the square is  $6\frac{2}{5}$  *cun*. The method says: given the da si wei, (obtain) the result by multiplying by 5 as the dividend, [then] multiply by 7 divided by 14.

While Guo Shuchun's reading of this problem in a sense improves upon Guo Shirong's interpretation—it requires only a change in the data concerning the length of the edge of the inscribed square as given in the answer, leaving the other numbers as in the original text—there is still no rationale offered for why "da si wei" should be interpreted as the difference between the diagonal of the square and its edge. And while he resists the need to emend the end of the text, the "hanging" 4 is still a problem, since by ending the phrase "ling qi er yi si" with a period, the method concludes with the instruction "divide 7 by 14." Thus Guo Shuchun's version of Problem 61 works out as:  $(2\frac{14}{25})(5)(7/14) = 6\frac{2}{5}$  *cun*. While this indeed gives an answer consonant with Guo Shirong's reading of the text, and gives the answer Guo Shuchun has anticipated, it runs into the same sort of difficulties as noted above with the statement of the method, for there is no reason why it should end with an instruction to "divide 7 by 14" as a natural result of the relation between circles and squares (or the diagonal and side of a square). If Guo Shirong and Guo Shuchun are correct in their approach to this problem, the method should simply direct immediately, "multiply by 5, divide by 2." Working out the problem as Guo Shuchun understands it shows where all this comes from, since on his reading of the problem it requires multiplication of the given edge of the square by a factor of  $5/2$ , i.e.:  $(5)(7)(1/14) = 5/2$ , but this seems to be working backwards from the numbers, rather than

<sup>5</sup> Whereas Guo Shirong, calculating from the given "difference" of  $2\frac{14}{25}$  *cun* that the result  $6\frac{2}{5}$  *cun* was too far from the given answer of  $7\frac{3}{5}$  *cun* to be correct, therefore changed the given "difference" to  $2\frac{24}{25}$  *cun*, Guo Shuchun seems to have preferred accepting the original data as given, and then changing instead the answer from  $7\frac{3}{5}$  to  $6\frac{2}{5}$  *cun*.

giving an explanation that follows from some general method that could be used to solve all such problems. Nevertheless, if the numbers Guo Shuchun introduces are computed as indicated, the result is indeed  $(5/2)(64/25) = 32/5 = 6 \frac{2}{5}$  *cun*.

Although there is nothing inherent in this problem to explain why the method should call for multiplication by 7 and division by 14. Guo Shuchun's reading does leave the end of the problem intact as stated, albeit the reading of *yi si* as 1-4, which should properly be *shi si* 14, must be explained away either as a copyist's error, or perhaps as the copyist's shorthand for what one would have read off from the counting board if this problem were actually being calculated, i.e. "one in the ten's place, and four," hence "one-four," i.e. 14, rather than "ten-four," i.e. 10+4, or 14. This still leaves unexplained why the method should call for 7/14, and why the problem should concern the *difference* between the diagonal and edge of the square, and not the diameter of the circle and the edge of its inscribed square, a possibility we shall consider shortly.

With Guo Shuchun's interpretation of Problem 61 in mind, consider now his approach to Problem 62. As expected, he reads the given length of the square as  $6 \frac{2}{5}$  *cun*, although he notes that Guo Shirong has changed the text to read  $7 \frac{2}{5}$  *cun*, and also changes the following part of the text to read "2  $\frac{24}{25}$  *cun*" rather than leaving it as "2  $\frac{14}{25}$  *cun*," a reading that Guo Shuchun retains. He does follow Guo Shirong's emendation of the method to "multiplying by 2" rather than by "4," and then offers the following comment: "This problem is, knowing the length of the edge of a square, to find the part in excess between its diagonal and the diameter of its inscribed circle" [Guo Shuchun 2001, p. 215]. He then goes on to quote from the Tongxun solution to this problem, but again with no indication as to why he disagrees with the group's interpretation. Given the above, Guo Shuchun's reading of Problem 62 may be rendered as follows:

[Guo Shuchun 62] From a square cut a circle: in order to turn a square into a circle, say the wooden square is  $6 \frac{2}{5}$  *cun*, how large is the circular piece of wood? (The answer) says: 4 *wei*  $2 \frac{14}{25}$  *cun*. The method says: one side of the square (piece of) wood is the diameter of the circular (piece of) wood; (obtain) the result by multiplying by 2 as the dividend, and divide by 5.

Again, Guo Shuchun's interpretation of Problem 62 has the advantage that it does not involve a change in the answer given in the text, although it does require a change in the given length of the edge of the square, and adopts the same change in the method that Guo Shirong recommends. (Even so, the other changes Guo Shirong offers are purely cosmetic and do not really affect the substance of the problem or its solution.) But in a sense there is only a slight trade-off between the solutions offered by Guo Shirong and Guo Shuchun. Assuming with Guo Shuchun that the edge of the square is  $6 \frac{2}{5}$  *cun*, then to find the difference between the diagonal which is  $\frac{7}{5}$  of the edge and the edge itself, is simply a matter of computing  $\frac{2}{5}$  of the edge, i.e.  $(2/5)(6 \frac{2}{5}) = (64/25) = 2 \frac{14}{25}$  *cun*. Again, where the original method given clearly instructs "multiply by 4, divide by 5," all that need be done is to change the "4" to a "2" and we have the necessary reading to yield a correct solution. As before, however, this all has a feeling of artificiality about it, clever though this solution may be. But there are too many changes in the data of the original text, even in Guo Shuchun's slightly different reading of the numbers, to be convincing that the problem really is about differences between diagonals and edges, and not more essentially about circles and squares as the titles of both Problems 61 and 62 seem to suggest. But before considering this further, Peng Hao offers yet another interpretation of these two problems.

### Peng Hao (2001)

In the same year that Guo Shirong and Guo Shuchun presented their collations with commentaries of the *Suan Shu Shu*, Peng Hao, a member of the team responsible for the original study, arrangement and first publication of the bamboo text in 2000, published his own collation with commentary. Some texts were also revised, considerably more punctuation was added, and in Peng Hao's collation there are three color plates of 9 of the bamboo strips, with black-and-white reproductions of 63 more, but not including the strips 153, 154 and 155 on which Problems 61 and 62 are written.

Peng Hao's reading of the two problems does not follow the approach taken by either Guo Shirong or Guo Shuchun, and resembles more the analysis offered by the Tongxun group, although with some major differences. Peng Hao begins with an explanation of his reading of the first problem as follows: "The original problem is a calculation involving a circular (piece of) wood transformed into a

square (piece of) wood. This could be, already knowing the length of the circumference of the circle, to find the length of the side of the square inscribed in the circle” [Peng Hao 2001, p. 111, note 1 to “Yi Yuan Cai Fang”]. To help visualize what this problem involves, Peng Hao offers a diagram no different from that given in [Figure 61a].

As for the answer, Peng Hao notes that it is mistaken, and says that it should be “10 14/105 *cun*,” a number we have not as yet seen in connection with this problem [Peng Hao 2001, p. 111, note 2 to “Yi Yuan Cai Fang”]. He then goes on to elaborate several additional changes he has to make in the original text:

At the end of the sentence, “wei fa” is missing. The “4” at the end of the sentence should be made into a “3.” Because the circumference of the circle is already known, to find the diameter should follow using the ratio for the circumference of the circle, at that time approximated by taking the value of 3. The “5” and “7” in the method are the relation<sup>6</sup> for the side and hypotenuse of an (isosceles) right triangle. Both *Zhang Qiuqian’s Mathematical Manual* and *Master Sun’s Mathematical Manual* include “knowing the diagonal, to find the side, multiply by 5 and divide by 7,” the same as in this problem (in the *Suan Shu Shu*).<sup>7</sup> Nevertheless in comparison with the *gou-gu* theorem, this is (only) a rough approximation.<sup>8</sup> But as a result of this problem (in the *Suan Shu Shu*), it permits us to understand how the *Suan Shu Shu* relates to the level of knowledge of the *gou-gu* relation. On the basis of changes at the end of the (part of the) text on method, the calculation proceeds as follows, following the earlier example (where) 1 *wei* is 1 *chi*, the length of the circumference of the circular (piece of) wood is 42 14/25 *cun*. (The calculation):  $(42 \frac{14}{25}) \times \frac{1}{3} \times 5/7 = 10 \frac{14}{105}$  (*cun*) [Peng Hao 2001, p. 111, note 3 to “Yi Yuan Cai Fang”].

Thus, with all of the above in mind, the original Problem 61, as Peng Hao understands it, should read as follows:

[Peng Hao 61] From a circle cut a square: in order to turn a circular (piece of) wood into a square (piece of) wood, say its *da si wei* is 2 14/25 *cun*, how large is the square (piece of) wood? (The answer) says: the square is 10 14/105 *cun*. The method says: (obtain) the result by multiplying by 5 as the dividend, [then] divide by 7, (with) 3 as the divisor.

Something Peng Hao does not discuss here, but notes earlier in his edition of the *Suan Shu Shu*, is how the character *wei* should be understood—as a technical term for a measure of the circle in *chi*, thus 4 *wei* translates to 4 *chi* or 40 *cun*, so we now know that what we have here is a measure for the

<sup>6</sup> Here Peng Hao uses the word *bi* (compare/relate/differ), as opposed to the word we might expect to find here, *li* (ratio), which would express the mathematical relation between the side and diagonal of the square, or as Peng Hao prefers to describe it, the side and hypotenuse of an isosceles right triangle.

<sup>7</sup> Both the *Zhang Qiuqian Suan Jing* and the *Sun Zi Suan Jing* were later counted among the “ten classics” of ancient Chinese mathematics. The former is usually dated to the 5<sup>th</sup> century CE, the latter to the 3<sup>rd</sup>-4<sup>th</sup> century CE. Why Peng Hao should refer here to right triangles in relation to the *Suan Shu Shu*, however, is problematical; nowhere in this text are there any examples of problems dealing with right triangles, and this seems to have been an innovation that was first given any comprehensive treatment in Chapter 9 of the *Nine Chapters*, the chapter devoted to problems whose solutions depend upon properties of right triangles and the *gou-gu* (“Pythagorean”) relation of the sides and hypotenuse of such triangles [Qian 1963, vol. 1, pp. 241-258]. Right triangles also appear in the astronomical treatise, *Zhou Bi Suan Jing* [Qian 1963, vol. 1, pp. 11-90]. For studies in Chinese, see Guo 1990 and 2001. For translations of the *Nine Chapters*, see Berezkina 1957, Chemla 2004, Shen 1999, and Vogel 1968; for the *Zhou Bi*, see Cullen 1996. For studies of both, see Martzloff 1987, 1997; and Li and Du 1987.

<sup>8</sup> It was indeed clear to Liu Hui—fully cognizant in 263 CE, when he completed his commentary on the *Nine Chapters*, of how mathematically unacceptable “3” was as a value for  $\pi$  or the ratio of the circumference to the diameter of the circle—that 7/5 was only a very “rough” approximation for  $\sqrt{2}$ . Given his thorough understanding of the properties of right triangles, Liu Hui’s commentary on the relation between squares and circles makes clear he understood the ratio 5:7 for the side:diagonal of the square would have been too small, and that the resulting ratio of the areas of the square and that of its hypotenuse should be 1:2 or 25:50, not 25:49 as would be the case assuming the 5:7 as the ratio between the side and diagonal of the square. But again, given the fact that there is absolutely no evidence of any appreciation of the mathematical properties of right triangles in the *Suan Shu Shu*, this discussion seems anachronistic and does not really help to understand the *Suan Shu Shu* on its own terms.

circle not of  $2 \frac{14}{25}$  *cun* but of  $42 \frac{14}{25}$  *cun*.<sup>9</sup> And if Peng Hao is correct in understanding the problem to involve determining the edge of the square inscribed in a circle of circumference  $42 \frac{14}{25}$  *cun*, then his solution of the problem and conclusion that it yields a square of side  $10 \frac{14}{105}$  *cun* follow accordingly. It should be noted, however, that this is not the most simplified solution; that would have been given as  $10 \frac{2}{15}$  *cun*, a more appealing answer. But again, the fact that neither Problem 61 nor 62 mentions circumferences of circles explicitly is troublesome. Moreover, if the problem were to begin with the circumference of the circle in question, shouldn't it have been immediately obvious to the author or copyist of the book that the first thing to be determined would be the diameter of the circle, which would require division by 3 at the outset. As Peng Hao reconstructs the problem, the method begins with the circumference of the circle, multiplies by 5 and divides by 7 (to determine the length of the edge from the diameter of the circle) and only then divides by 3 (to recover the diameter from the given length of the circumference). Why go from the circumference of the circle to only the edge of the inscribed square? The problem would seem much more satisfying if it were about the computation of the *perimeter* of the inscribed square given the circumference of a circle. But then we are back with the inconsistency of the numbers given in the method of solution for this problem. Nevertheless, Peng Hao's solution is as yet the most straightforward, even if it requires significant changes in the data.

What about his solution for the difficulties concerning Problem 62? He begins by explaining the problem as “knowing the length of the edge of a square, find the area of its inscribed circle” [Peng Hao 2001, p. 112, note 1 to “Yi Fang Cai Yuan”]. Unlike the Tongxun group, which interprets this problem as one of finding the circumference of the inscribed circle, Peng Hao opts for the area of the circle. Now, based on the calculation procedure itself, he makes the following changes in data: the “2 *cun*” should be “3 *cun*,” the “14” should be “8,” and the character *cun* is missing after the *fen*. The answer should be  $4 \text{ wei } 3 \frac{8}{25}$  *cun* [Peng Hao 2001, page 112, note 2 to “Yi Fang Cai Yuan”]. Peng Hao offers the following diagram to accompany his explanation [Peng Hao 2001, p. 112, note 3 to “Yi Fang Cai Yuan”]:

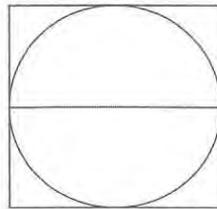


Figure 62c

Next Peng Hao relies upon the *Jiu Zhang Suan Shu* (The Nine Chapters) for its formula for the area of a circle: “multiply the diameter by itself, multiply by 3, divide by 4.” Peng Hao suggests that with this in mind, in the *Suan Shu Shu* bamboo text, there are four characters missing: “multiply the diameter by itself.” The bamboo text is also wrong in instructing to “multiply by 4,” which should be “multiply by 3” according to Peng Hao [2001, page 112, note 4 to “Yi Fang Cai Yuan”].

<sup>9</sup> The term *wei* occurs only in one other problem in the *Suan Shu Shu*, Problem 36, *Qu Xi Cheng* (Norms for Getting Hemp), in which a “3 *wei*” bundle of hemp is described. Peng Hao there relies upon a commentary by the Jin Dynasty scholar, Li Yi, on the ancient classic text, the *Zhuang Zi*, to argue that *wei* should be taken to mean “diameter in *chi*,” that is, “the diameter in *chi* is equivalent to *wei*.” This is thoroughly in keeping with the statement and data given in the rest of the problem, which makes it clear that as a technical term, *wei* is related to the diameters in question, not the circumferences. For details, see [Peng Hao 2001, p. 82, note 2]. We leave aside for now the fact that Peng Hao here conflates *wei* with the circumference of the circle in his interpretation of Problem 61. It should be noted, however, that in his consideration of Problem 36, Guo Shuchun explains that *wei* is a unit of measure for the circumference of tree trunks, with a reference to the appearance of the character in the *Zihui bu* (*wei bu*), but without any indication of a technical or mathematical meaning for the term *wei*. See [Guo Shuchun 2001, p. 211, note 2 for “Qu Xi Cheng”]. Guo Shirong also takes *wei* to be a measure of length in relation to the circle in his reading of Problem 36, specifically 1 *wei* = 10 *cun*, i.e. 3 *wei* = 30 *cun*, but again in terms of diameters rather than circumferences; there is no mention in his discussion that *wei* should be understood as the difference between diagonals/diameters and the edge of a square [see Guo Shirong 2001, p. 284, note to (his numbering) Problem 25: *Qu Xi Cheng* (Norms for Getting Hemp)]. But in discussing Problem 36, Guo Shirong makes no mention of any further distinctions either between *si wei* or *da si wei*.

Peng Hao's final comment and summary of the problem is as follows:

According to the logic of the calculation, the "5" is wrong for "4." Throughout the *Suan Shu Shu* the ratio for the circumference of the circle ( $\pi$ ) is always 3, and from this it can be deduced that the ratio of the areas of the square to its inscribed circle is 4:3. In this work and in other writings we have not seen anything else. Thus we conclude that the copyist of the bamboo text has made some errors. At the end of the text *wei fa* (as divisor) is missing. Thus the sentence should be: "multiply the diameter by itself, multiply the result by 3 and use it as the dividend, let 4 be the divisor and then divide." The text for the method of this problem is, from the ratio of the areas of a square and its inscribed circle, find the area of the circle [Peng Hao 2001, page 112, note 5 to "Yi Fang Cai Yuan"].

Peng Hao then refers to [Figure 62c] to explain how the ratio of the perimeter  $P$  of the square to the circumference  $C$  of the circle follows as  $P:C=4:3$ . From the data stated in Problem 62, that the given length of the side of the square is  $7\frac{3}{5}$  *cun*, Peng Hao calculates that the area of the inscribed circle must then be  $(\frac{3}{4})(38/5)^2 = 4332/1000 = 43\frac{8}{25}$  *cun*<sup>2</sup>. He further notes that given the terminology of Problem 36 and the use of *wei* there, this answer could also be given as 4 *wei*  $3\frac{8}{25}$  *cun*<sup>2</sup> (note a minor error in the printed text, where in writing out the fraction in Chinese, it mistakenly writes this as  $4/25$  instead of  $8/25$  [Peng Hao 2001, p. 113, note 5 to "Yi Yuan Cai Fang"]). He also adds that since the problem uses a value of 3 for  $\pi$ , the calculation gives only an approximately correct value.

Peng Hao concludes his commentary on Problem 62 with the following general observation: "From this problem it is possible to see that at that time (when the *Suan Shu Shu* was written), there was already a preliminary understanding of the relation between the square and its inscribed circle, and was a good basis from which to advance to a more precise determination of the ratio of the (diameter) and circumference of the circle" [Peng Hao 2001, p. 113, note 5 to "Yi Yuan Cai Fang"].

With all of the above in mind, we can now rewrite Peng Hao's interpretation of Problem 62 as follows:

[Peng Hao 62] From a square cut a circle: in order to turn a square into a circle, say: the wooden square is  $7\frac{3}{5}$  *cun*, how large is the circular (piece of) wood? (The answer) says: 4 *wei*  $3\frac{8}{25}$  *cun*. The method says: one side of the square (piece of) wood is the diameter of the circular (piece of) wood, multiply the diameter by itself, (obtain) the result by multiplying by 3 as the dividend, and divide by 4 as divisor.

Thus far, Peng Hao is the only author to suggest that Problem 62 is concerned with a square and the area of its inscribed circle. That this is not unreasonable is suggested by the fact that from the given edge of the square in Problem 62,  $7\frac{3}{5}$  *cun*, we know the answer as given in the problem is rendered in terms of a fraction in 25<sup>th</sup>s, and this could certainly arise naturally from squaring the length of the edge of the square (which as the problem notes is also the diameter of the inscribed circle), to give the area of the circle. Among the rules given in the *Nine Chapters* for determining the area of a circle is to square the diameter, and then take  $3/4$  of the result, and indeed,  $(\frac{3}{4})(7\frac{3}{5})^2 = (\frac{3}{4})(38/5)^2 = 5332/100 = 43\frac{8}{25}$  *cun*<sup>2</sup>. But the 25 of the denominator in the answer could as easily have come from applying the ratio of the length of the diagonal to the side of the square as 7:5, which might also be interpreted as yielding the diameter of a circle, but in this case it would have to be the circle *circumscribed* around the square in question. But we shall consider this possibility shortly. For now, given nothing in the language of Problem 62 to suggest that it is concerned with the area of the inscribed circle, and considering the number of changes in the given data that Peng Hao must make in order for his interpretation to provide consistent results between his interpretation of the problem and the working out of its solution, we go on to consider yet another interpretation of this twin set of problems, one that follows almost exactly the analysis just provided by Peng Hao.

### Zhangjiashan 2001 (Study Group for the Bamboo Text of the *Suan Shu Shu*)

It was also in 2001 that a definitive edition was published of all six of the bamboo texts discovered in Han tomb 247 at Zhangjiashan in December 1983–January 1984, including the *Suan Shu*

*Shu*. Not only does this edition reproduce photographs of all the bamboo slips, but it transcribes the text (as does Peng Hao's version) indicating where every break between bamboo slips occurs. The reading this collation of the *Suan Shu Shu* gives for Problem 61 is as follows [ZJS 2001, p. 268]:

[Zhangjiashan 61] From a circle cut a square: in order to turn a circular (piece of) wood into a square (piece of) wood, say its *da si wei* is  $2 \frac{14}{25}$  *cun*, how large is the square (piece of) wood? (The answer) says: the square is  $10 \frac{14}{105}$  *cun*. The method says: (obtain) the result by multiplying by 5 as the dividend, [then] **divide by 7, (with) 4 as the divisor**.

Although the Zhangjiashan collation of the text offers no indication of how in general the problem should be interpreted, since the corrections in the data given follow Peng Hao's collation of the text so closely, we may assume that the understanding here is similar, that this is taken to be a problem about the circumference of the circle, which is given as  $42 \frac{14}{25}$  *cun*, from which the length of the side of the inscribed square is to be found. The corrections made to the original text are virtually the same as Peng Hao's version of this problem, except at the very end where it does not change the "4" to "3," but seems to instruct "let  $14/7$  be the divisor." Since this makes no sense, we might supply a missing "," suggesting that what is meant is that after multiplying the circumference of the circle by 5 and dividing by 7, to then take 4 as the divisor, from which the answer would follow as  $(14 \frac{14}{25})(5/7)(1/4)$ , but this gives the wrong answer,  $7 \frac{3}{5}$  *cun*, according to the revised answer given above, but remarkably, this is the correct answer according to the original problem! We shall consider the significance of this shortly, but for now, consider the version of Problem 61 in the Zhangjiashan version on its own terms. What has clearly happened, since the "correct" answer of  $10 \frac{14}{105}$  *cun* follows from division by "3" instead of "4" is that the Zhangjiashan collation has forgotten to make the additional change that Peng Hao makes in his reading of the text, and that indeed, the above should read "divide by 7, (with) 3 as the divisor." The objections to this interpretation of the problem, however, are the same as those already made concerning Peng Hao's virtually identical understanding of Problem 61.

As for Problem 62, the Zhangjiashan collation is as follows [ZJS 2001, p. 268]:  
[Zhangjiashan 62] From a square cut a circle: in order to turn a square [piece of wood] into a circular [piece of wood], say the square is  $7 \frac{3}{5}$  *cun*, how large is the circular (piece of) wood? (The answer) says: 4 *wei*  $3 \frac{8}{25}$  *cun*. The method says: one side of the square (piece of) wood is the diameter of the circular (piece of) wood; (obtain) the result by multiplying by  $\frac{3}{4}$  as the dividend, and divide by  $\frac{4}{3}$  as divisor.

The major difference between this version of the text and Peng Hao's is that the four characters Peng Hao added to the text in the third sentence, "multiply the diameter by itself," are not included here, and so the Zhangjiashan collation offers no hint as to how the area of the circle should be computed. In fact, no interpretation of the text is offered, so it is not immediately clear that this reading in fact assumes that the problem is about computing the area of the inscribed circle from the area of the given square. But the method as given in [ZJS 2001] says to take  $3/4$  of the data given for the square, and we know from the above discussion that this is almost the formula given in the *Nine Chapters* for computing the area of the inscribed circle from the area of its circumscribed square—but this requires first that the side of the square, i.e. the diameter of the circle be squared, of which  $3/4$  gives the desired result, the area of the circle.

In fact, the procedure described in the Zhangjiashan collation cannot be right, because it calls for multiplying the  $7 \frac{3}{5}$  *cun* given for the square by  $3/4$ , and then dividing by 4, which not only gives the wrong answer (which according to the revised collation above should be  $43 \frac{8}{25}$  *cun*<sup>2</sup>), but in fact computing as instructed,  $(7 \frac{3}{5})(3/4) = 5 \frac{7}{10}$  *cun*, the dimension of the answer in *cun* is also wrong for an area, so this too indicates that something is in error. The correct answer according to the emended text does follow in fact from  $(7 \frac{3}{5})^2(3/4) = 43 \frac{8}{25}$  *cun*<sup>2</sup>. Again, the Zhangjiashan collation has not followed Peng Hao's interpretation of the text closely enough, and should have included the instruction to "multiply the diameter (i.e. the side of the square) by itself." This would indeed yield the area of the square,  $3 \frac{1}{4}$  of which would then give the area of the inscribed circle.

The same objections apply to this reading of the text as do above to Peng Hao's interpretation of this problem, for there is no evidence within this text itself that makes clear this problem is about the relation between the *areas* of a given square and its inscribed circle. And there is too much tampering here with the data of the text to give sufficient confidence that this is a correct reading of the actual intention of the original problem. There is, however, one final set of interpretations of these two problems that we need to consider before venturing to offer some final conclusions of our own.

**Duan Yaoyong and Zou Dahai 2003**

In 2003 Duan Yaoyong and Zou Dahai published a careful study of all the collations of the two Problems 61 and 62 discussed above, and then offered their own, quite different reading of the two problems, with the advantage as they acknowledged of what they had learned from all of the various solutions they had examined. Duan and Zou begin their analysis of the details of the various approaches that have been taken to Problems 61 and 62 by quoting the assessment of the situation offered by Horng Wann-Sheng and Lin Cang-Yi in their survey of the *Suan Shu Shu* published in 2002. Given the various scholars who had approached the two problems and their lack of agreement, Horng and Lin conclude that: “different collation tactics and different features emerge, but as to which is right and which is wrong, which is good and which is bad, at present there is as yet no final conclusion” [Horng and Lin 2002, quoted from Duan and Zou 2003, p. 171]. Pointing out that Horng and Lin offer no concrete analysis of their own as to what may be reasonable or unreasonable in the various approaches taken as yet to these problems, nor do they offer any new ideas about how to collate the two texts, Duan and Zou venture to offer their own concrete analysis of each of the collations introduced thus far.

Beginning with the Tongxun group and Peng Hao, they note that each understands the term “wei” in both problems as a unit of length. And both understand “Yi Yuan Cai Fang” as knowing the circumference of the circle, to find the length of the side of its inscribed square. But while the Tongxun group takes the ratio 7:5 as mistaken for the ratio of the circumference of the circle to the perimeter of its inscribed square, Peng Hao assumes this is the ratio of the diagonal to the side of a square, which Duan and Zou take to be the more reasonable assumption.

As for Problem 62, Duan and Zou only say that the Tongxun group understands it as a problem involving the length of the side of a square, to find the circumference of its inscribed circle. They note that the ancient mathematicians mistakenly thought the two problems 61 and 62 were converse problems, and therefore, according to the Tongxun group, they gave the methods and data for both problems as inverses of each other, which was wrong. But Duan and Zou do not say whether they agree or disagree with this interpretation. In part 1.1 of their article, Duan and Zou point out that the Tongxun group believed the end of the problem was incomplete, and that there was something missing from the end of the text, which is why the Tongxun group offered no collation for this problem, and perhaps why Duan and Zou offer no further critique of the Tongxun group’s presentation of Problem 62.

Instead, they go on to criticize Peng Hao’s reading of Problem 62. They rightly point out that he assumes the problem is based on knowing the length of the side of a square, from which one is asked to calculate the area of its inscribed circle. As Duan and Zou note, this requires him to change both the answer and the text describing the method to follow in solving the problem. “But the characters in the original texts of the answers and methods of solution of the two problems are exactly the inverse of each other, and the surviving parts of the texts of the method also have dividends and divisors that are inverses, but according to Peng Hao’s collation, it seems that the ancients did not regard these two problems as related, but unfortunately there is clearly a discrepancy between this and the ancients’ original understanding of these problems” [Duan and Zou 2003, p. 171].

Almost in passing (in part 1.2 of their article) Duan and Zou point out that the [Zhangjiashan 2001] collation of the text basically adopts Peng Hao’s reading of the two problems, but fails to change the final “4” in Problem 61 to a “3,” which leads them to admit “we don’t know if this is a printing error or not” [Duan and Zou 2003, p. 170]. Indeed, offering virtually no commentary at all for either of these problems, the Zhangjiashan group does not make clear what it may take these problems to mean; nor do Duan and Zhou say anything about the even more serious problem in the collation of Problem 62 given in [Zhangjiashan 2001, p. 268]. The omission there of the step required to calculate the area of the inscribed circle cannot have been a printer’s error, but at best, an omission of the editorial group in working from Peng Hao’s text, which offers at least a completely satisfactory reading of the problem, even if he is required to make “very many changes in the characters in the text,” [Duan and Zou 2003, p. 170].

The last part of their detailed critique of their predecessors is devoted to the interpretations of Problems 61 and 62 by the “two Guos’s,” Guo Shirong and Guo Shuchun, both of whom assume that the problems in question are concerned with the differences in length between the diameter of a circle

and the lengths of the side of its inscribed or circumscribed square [Duan and Zou 2003, p. 171]. The only real difference is in their treatment of the data; whereas Guo Shuchun only changes the data for the answer in Problem 61, and based upon the answer of Problem 62, only changes the data for working out the problem, Guo Shirong by contrast changes the given data as well as the answers and the details of the solution procedures for both problems. As Duan and Zou conclude:

Moreover, Guo Shuchun understands *ling qi er yi si* as meaning “divide 14 by 7,” whereas Guo Shirong changes this to *ling qi cheng, er shi si cheng yi* (“multiply by 7, then divide by 14”). And although both Guo’s say that in Problem 61 *da si wei* (“size four wei”) should be understood as referring to the difference between the diameter of the circle and the length of the side of its inscribed square, which is quite strange, in Problem 62 *si wei* is taken to mean the difference between the diagonal of the square and the diameter of its inscribed circle, which is difficult to comprehend [Duan and Zou 2003, p. 171].

Indeed, earlier they had already said in part 1.3 of their paper concerning Guo Shuchun’s analysis, that: “[t]his way of understanding [the problems] is somewhat peculiar, and the collator does not offer any precedents for this point of view,” [Duan and Zou 2003, p. 170].

Having thus considered all the variations of their predecessors, Duan and Zou turn to their own interpretations of Problems 61 and 62. Given the inverse nature of the answers and the computational procedures, including what survives of the texts of the methodological procedures of the two problems, they assume that the ancients regarded these two problems as inversely related. Although they maintain we now know this is not the case, they nevertheless say that simply on the basis of the computations, the data of the two problems should not be changed. They point out that the Tongxun group’s interpretation did not require any changes in the data of the answer or the set-up of the problem, and thus their interpretation of the problem is very appealing. Consequently, Duan and Zou accept the Tongxun 2000 collation of Problem 61, and their interpolation of two characters, *er yi* (divide by), at the end of the problem, and conclude that this means there must be a missing slip to account for the incompleteness of Problem 61, although it is possible to restore what must have been on the missing part of this text, namely the additional “divide by 4.” This also accords nicely, as they point out, with the inverse instruction in Problem 62 to “multiply by 4,” [Duan and Zou 2003, 171].

On similar grounds, assuming the reciprocal nature of the two problems, they take the instruction to “divide by 7” in Problem 61 to mean that in Problem 62, “multiply by 7” needs to be included as part of the method [Duan and Zou 2003, p. 172]:

[Duan and Zou 61] From a circle cut a square: in order to turn a circular (piece of) wood into a square (piece of) wood, say its size is 4 *wei* 2 14/25 *cun*, how large is the square (piece of) wood? (The answer) says: the square is 7 3/5 *cun*. The method says: (obtain) the result by multiplying by 5 as the dividend, and divide by 7, [then] **divide by 4**.

[Duan and Zou 62] From a square cut a circle: in order to turn a square into a circular (piece of) wood, say the square is 7 3/5 *cun*, how large is the circular (piece of) wood? (The answer) says: 4 *wei* 2 14/25 *cun*. The method says: one side of the square (piece of) wood is the diameter of the circular (piece of) wood; (obtain) the result by multiplying by 4, **and then by 7**, as the dividend, and divide by 5.

Based upon the pure economy of corrections, this is a laudable collation of the two texts, but its major flaw is the one Duan and Zou have already noted, namely if the ancients were wrong about these being reciprocal texts, why collate them in the reciprocal format they give above? And what exactly is their final interpretation of these two problems? In the case of Problem 61, if they follow the interpretation of the Tongxun group, do they regard the given length as the circumference of the circle, and the ratio 5/7 as a mistake for the ratio between the circumference and perimeter of the inscribed square, which should have been 21/20? If so, then despite the appearance, these cannot have been reciprocal problems intentionally, but only apparently so, accidentally, by virtue of this mistake. And if the correct ratio were used, then the data in the method and the answer must be completely wrong and require some sort of correction.

On the other hand, earlier in their discussion of the approach Peng Hao takes to this problem, Duan and Zou praise his interpretation of the ratio 5:7 as that of the side:diagonal of the square, and seem to reject the Tongxun group’s interpretation of this as a mistaken ratio of the circumference of a circle to the perimeter of its inscribed square. But if the given 42 14/25 *cun* is the circumference of the circle, from which the problem asks the length of the side of its inscribed square, what then is the

significance of the method's instruction to multiply by 5, divide by 7, and then divide again by 4? If the  $42 \frac{14}{25}$  *cun* were taken to be the length of the diameter of the circle, rather than its circumference, then the  $5/7$  would indeed give the length of the edge of the inscribed square, but then we are still left with the problem of how to interpret the final instruction (in the corrected method) to "divide by 4." Clearly, there is still unfinished business here with respect to the correct interpretation of Problem 61.

What about the collation Duan and Zou offer for Problem 62? Again, for the economy of the changes they make, the award for best solution to date should be their's. But again, what is the overall consequence of their collation of this problem? The only model among the above we have already encountered that they might be prepared to accept is again the Tongxun reading of Problem 62, given the edge of a square, find the circumference of its inscribed circle. Clearly Dian and Zou do not accept either of the Guo's reading of the text, nor Peng Hao's search for the area of the inscribed circle. But if Problem 62 is about finding the circumference of the inscribed circle given the edge of its circumscribed square, do they again regard the application of the ratio  $7/5$  in the method to be an error for the ratio of the perimeter of the square to the circumference of the inscribed circle (which in this case should now be  $4:3$ )? If so, then the same objections raised earlier concerning the Tongxun group's approach to Problem 62, so far as it goes, all apply here as well. If, on the other hand, they read the problem as given the length of the edge of the square as  $7 \frac{3}{5}$  *cun*, to find the circumference of the inscribed circle based upon the ratio of the side:diagonal of the square as  $5:7$ , then the correct calculation of this problem is even simpler, and does not really involve the  $5:7$  ratio at all, since the edge of the circle is the diameter of the inscribed circle, and this multiplied by 3 gives the length of its circumference. On the other hand, if the instruction to "multiply by 7, divide by 5" is applied to the side of the square, this would give the diagonal of the square on the basis of the  $7:5$  ratio, but this would then be the diameter of the *circumscribed* circle, not the inscribed circle. And there is still a problem with the remaining instruction (sandwiched between the "7" and " $1/5$ "), namely to multiply by 4, the physical significance of which in this case is not at all clear.

Again, we seem to have reached an impasse at the correct interpretation of these twin problems, if they are indeed twins. Is there any way out of this seeming labyrinth? Despite the admirable attempts described above to wring consistency out of the data and methods for these two problems, no one as yet has found a solution that meets with everyone's satisfaction. Is there yet another alternative we might consider?

### Two additional approaches to Problems 61 and 62 of the *Suan Shu Shu*

Like Duan Yaoyong and Zou Dahai. I must likewise acknowledge all of the help I have received from studying the interpretations of my colleagues discussed here, the entire Tongxun group for their initial comments on the *Suan Shu Shu*, and the subsequent very insightful and illuminating commentaries by Guo Shuchun, Guo Shirong, Peng Hao, as well as the discussion of these to problems by Duan and Zou. I must also acknowledge the very useful results of a *Suan Shu Shu* discussion group that met over the past two years at the Graduate Center of the City University of New York, which coincided with Andrea Breard's appointment there as a Visiting Research Scholar, and which included Xu Yibao, more recently, Sun Litian, and briefly this summer, Kim Taylor. Our line-by-line reading of the *Suan Shu Shu*, along with all various collations at our disposal, has helped immeasurably to clarify and sharpen my own thinking regarding the *Suan Shu Shu* in general, and the two problems before us now, Problems 61 and 62, in particular.

To begin with, the numbers alone are very seductive, so symmetrical as to leave almost no doubt that at least in terms of the mathematics, these two problems must somehow be inversely related. So the first hypothesis to consider for now is that they were indeed meant to be companion problems, the one the inverse of the other. But if so, what could the inverse nature of the problems be, since given all of the above disagreement and sometimes radical changes to the numbers given, the answer to this question is by no means immediately obvious. Fortunately, there are several clues within the data given for the two problems that taken together suggest the following two schemes for working out the inverse relation between the two problems. Examining for now just the numbers alone, consider the following:

$$[\text{Problem 61}]: 42 \frac{14}{25} \times 5 \times 1/7 \times 1/4 = 7 \frac{3}{5};$$

[Problem 62]:  $7 \frac{3}{5} \times 4 \times \frac{1}{5} \times 7 = 42 \frac{14}{25}$ .

Aside from the given  $42 \frac{14}{25}$  and  $7 \frac{3}{5}$ , the rest of the numbers that must be considered are 5, 7, 4 and  $\frac{1}{4}$ . Assuming along with most of the above commentators that the 5 and 7 concern the ratio of the side:diagonal of the square, then we are left to deal with the 4 and  $\frac{1}{4}$ . These clearly suggest that we are dealing with numbers involved with the perimeters of squares. In the case of Problem 61, thus far every collation and commentary on the text has assumed that this problem assumes as given the circumference of a circle, but on the numbers alone, we must consider the possibility that what is given is the perimeter of a square,  $\frac{1}{4}$  of which will give the length of its side. On this interpretation solely of the numbers of the problem, the remaining  $\frac{5}{7}$  would then give the side of a square, not a diagonal. If, on the other hand, the problem were about a given square and its inscribed circle, we are again in trouble because the side of the square is also the diameter of the inscribed circle, from which the circumference should follow as 3 times the edge of the circumscribed square. On the other hand, if we consider the circumscribed circle, its diameter should be  $\frac{7}{5}$  of the edge, not  $\frac{5}{7}$ , so this too offers no solution to the numbers of the problem as given.

We might abandon this approach at this point altogether, and consider whether or not the given  $42 \frac{14}{25}$  might represent the dimensions of a circle according to the prevailing interpretation of Problem 61. But to get from the circumference to the diameter of the circle from which to reference the rest of the calculations of the problem, we would need a division by 3 somewhere in the method. On the other hand, if we assume the  $42 \frac{14}{25}$  is not the circumference but the diameter of the circle, then  $\frac{5}{7}$  of this would indeed give the length of the side of the inscribed square. But now we are again faced with the "hanging 4" at the end of the statement of the method. If we emend the sentence as many of our colleagues cited above have done, to read "divide by 4," what would be the physical significance of this division in the context of Problem 61? Why take  $\frac{1}{4}$  of the length of the edge of the inscribed square? We could opt for the interpolation of several characters at this point to instruct *multiplication* by 4, instead of division, which would indeed give the perimeter of the inscribed square, but this would require a change in the method of the problem and a corresponding change in the answer to  $121 \frac{3}{8}$ , i.e.  $42 \frac{14}{25} \times 5 \times \frac{1}{7} \times 4 = 121 \frac{3}{8}$ . And there is something very unsatisfying mathematically about a problem that begins with the diameter of a circle as the given, from which one is asked to find the perimeter of its inscribed square. More satisfying would be given the circumference of the circle, to find the perimeter of its inscribed square, or from the diameter of the circle, to find the edge or perhaps better still, the diagonal, of its inscribed square.

However, before abandoning our original hypothesis too quickly, let us return to the possibility that Problem 61 is indeed about a given square, from which we have computed  $\frac{1}{4}$  of its perimeter as the length of its side, and we are now to take  $\frac{5}{7}$  of this length, which would correspond to determining the side of a square with diagonal equal to the side of the square. There is a clue as to how we should proceed at this point, in Problem 62, which reminds us that the side of the square is the same as the diameter of its inscribed circle. If we now take the side of the square as the diagonal of the inscribed circle, this also becomes the diagonal of the square inscribed in that circle, and  $\frac{5}{7}$  of that will give us the side of the square inscribed in the circle inscribed in the square whose perimeter was given at the outset of the problem. The diagram for this solution is as follows:

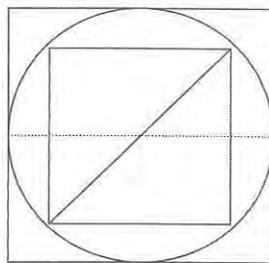


Figure 61d

If this approach “saves the phenomena” for Problem 61, what can we make with this in mind for Problem 62? Here we begin with the given side of the inscribed square,  $7\frac{3}{5}$ ;  $7/5$  of this will give the diagonal of the corresponding square, which in turn is also the diameter of the circumscribed circle. Multiplying this by 4 gives the perimeter of the square circumscribed around the circle, i.e. in all:

$$[\text{Problem 62}]: 7\frac{3}{5} \times 4 \times \frac{1}{5} \times 7 = 42\frac{14}{25}.$$

There are, however, several problems to this reconstruction of the reasoning of Problems 61 and 62, assuming they are indeed inverses, namely that the order of the operations in the methods is not exactly what we might expect from the actual workings of the problems, i.e. in Problem 61 given the perimeter, the method should begin with the division by 4 to give the side of the square before determining the length of the square inscribed in the inscribed circle. And in Problem 62, the method should conversely begin by computing from the edge of the inscribed square the diagonal of its circumscribed circle, from which the edge of the circumscribed square follows immediately, after which the multiplication by four should be indicated. But there may be a solution to this difficulty as well, and it is inspired in part by a brief section early in the *Nine Chapters* were the relations between circles and squares are considered.

The passage is not in the *Nine Chapters per se*, but in the commentary on this work by Liu Hui. It comes in a lengthy note that appears in the first chapter devoted to field measurement, namely the first of several rules given for calculating the areas of circular fields, a rule which instructs: “half the circumference and half the diameter multiplied together give the area (of the circle in square) *bu*” [Qian Baocong 1963, vol. 1, p. 103]. Amid his commentary on how the value of  $\pi$  may be determined much more accurately than 3 by inscribing regular polygons of increasingly many sides in the circle and calculating their perimeters, for which Liu Hui provides an algorithmic procedure, he makes an aside in passing about the general relations of squares to circles:

The ratio of the square to the circle is clearly important for the things near to us, but also for things far away. Thus it may be said that its uses are diverse [Qian Baocong 1963, vol. 1, p. 104].

This is the only place in the *Nine Chapters* where the ratio of the circle inscribed in a square is discussed. Although Liu Hui, in his commentary, does not consider the ratios of their perimeters, he does explain with reference to a now-lost diagram for *hu tian* (bow-shaped fields, i.e. segments of circles, as in Figure 62d below) that the ratio of the area of a circle to the areas of its circumscribed and inscribed squares is 200:157:100 [Qian Baocong 1963, vol. 1, p. 105]. But if the ratios of squares and circles to their inscribed and circumscribed counterparts were indeed considered trivial in Liu Hui’s day (which may explain why no problems like 61 and 62 are to be found in the *Nine Chapters*), some 500 years earlier, when none of the diverse consequences that follow from appreciation of the properties of right triangles had yet been studied, to judge by their absence from the *Suan Shu Shu*, there is no reason not to think that the mathematical relations between squares and circles might have been of great interest, and their full exploration indeed a topic of eager discussion among pre-Qin mathematicians. If so, it is not unreasonable to suppose that they would have explored such possibilities as the relations of the perimeters of the squares inscribed and circumscribed around the same circle, a result that might indeed well have impressed them since this ratio is also 5:7, a consequence that follows directly from the fact that the diagonal of the inscribed square is in fact the side of the circumscribed square.

This in turn would explain the order in which the methods of the two problems are given. Consider Problem 61. Given the perimeter of the circumscribed square, we know that the perimeter of the inscribed square will be  $5/7$  of that; if we then want to compute the length of the side of the inscribed square, it is simply a matter of taking  $1/4$  of that. The same reasoning applies to Problem 62. Given the length of the side of the inscribed square, we know its perimeter will be 4 times that; since the perimeter of the circumscribed square is  $7/5$  of the perimeter of the inscribed square, this computation gives the required solution to the problem.

If this interpretation has the benefit of accepting all of the numbers in the given texts of Problems 61 and 62 as they are given, without requiring any changes in the data and only minor additions to repair missing parts of the texts, we are still left with having to reconcile this reconstruction with the actual problems as given on the bamboo slips, and here we may be less successful in remaining true to the actual texts as we currently understand them. A closer look at the text of Problem 61 suggests the following re-translation from what was offered at the beginning of this discussion on p. 2:

[JWD 61] **Using a circle, draw/inscribe<sup>10</sup> squares:** Beginning with a circle, inscribe (draw) square figures (i.e., inscribe and circumscribe squares); say the length of the larger (the perimeter of the circumscribed square) is  $42 \frac{14}{25}$  *cun*, how much is the (length of the edge of the inscribed) square? (The answer) says: the square is  $7 \frac{3}{5}$  *cun*. The method says: multiply by 5 as the dividend; divide by 7, (**divide by**) 4.

Even allowing for the liberties taken above in translating Problem 61 to fit the possibility that the problem is about squares inscribed and circumscribed around a circle, there seems to be no way of dealing with the language of Problem 62 in an inverse fashion, where there is explicit reference in the text to answering the question: “how much is the inscribed circle?” How might this be reconciled with the given data if the two Problems 61 and 62 are indeed taken to be inverse problems? At this point we could simply say that the author or copyist got this part of the text wrong, and that it should have read: “Given the edge of a square inscribed in a circle, what is the perimeter of the square circumscribed about the circle?” But this is not what the text says. The only alternative is to accept the text as given, and admit that this must be a different problem from Problem 61. But if so, what sort of problem was it intended to be?

Given our interpretation of Problem 61, if Problem 62 follows a similar pattern, perhaps it was meant to consider the relation between the circumferences of circles inscribed and circumscribed around a given square [see Figure 62d]. Given that the diameter of the inscribed circle and the edge of the square are the same, 3 times the edge of the square will give the circumference of the inscribed circle;  $\frac{7}{5}$  of this would then give the circumference of the circumscribed circle, requiring an unfortunate but unavoidable change in the answer to this version of the problem, which works out as follows:

Problem 62:  $7 \frac{3}{5} \times 3 \times \frac{7}{5} = 31 \frac{23}{25}$ .

This would require a revision of the text more or less along the following lines:

[JWD 62] **Using a square, draw/inscribe circles:** Beginning with a square, inscribe circular figures (i.e., inscribe and circumscribe circles); say (the diameter of the inscribed circle) is  $7 \frac{3}{5}$  *cun*, how much is the (circumference of the circumscribed) circular figure? (The answer) says: the (circle) is  $31 \frac{23}{25}$  *cun*. The method says: (the length of) the side of the inscribed square figure is the same as the diameter of the inscribed circular figure; (**multiply by 3, then**) multiply by 7 as the dividend; divide by 5.

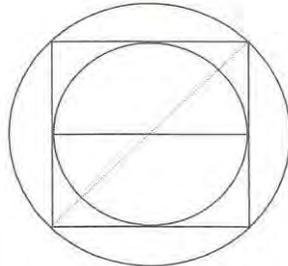


Figure 62d

The American transcendentalist philosopher Ralph Waldo Emerson once wrote that “consistency is the hobgoblin of small minds,” and so we should perhaps resist the urge to find total consistency between Problems 61 and 62. Still, I remain haunted by the perfect fit of the two inverse sets of numbers, but see no way to make these fit with the actual language of the two problems as presented, especially with Problem 62. But if we are willing to make a small change in the conceptualization of this problem, it still fits as a companion with its predecessor Problem 61, albeit with a number of changes needed in the data of the problem, but no more than some of our colleagues have also felt compelled to make in trying to reach consistent and satisfying interpretations of these two problems.

<sup>10</sup> Here *cái* is not translated as a noun or adjective meaning wood or wooden, but as a verb meaning to draw or inscribe, drawing in the sense of both inscribing and circumscribing, or as an adjective meaning inscribed or drawn; *fang/yuan cái* are not translated literally as square/circular inscription, but as inscribed square/circular figure.

Nevertheless, it must also be admitted that the relatively abstract interpretation of “cai” as “inscribe” rather than “cut,” referring to a more general sense of inscribing squares and circles, rather than physically cutting circles from squares and squares from circles, may well be more sophisticated than the authors of the *Suan Shu Shu* were capable. But a literal, concrete interpretation of this problem, especially of Problem 62, encounters insurmountable difficulties as described above.

## Conclusion

The treatment of the two problems considered here, the seemingly inverse problems of squares and circles, demonstrates that there may be irreconcilable differences between the numbers presented in a given problem and the actual interpretation or correct understanding of the problems in question. Perhaps the difficulties here are the result of a copyist looking for symmetrical consistency in the computations of what seemed to be inverses. But the actual statements of the two given problems show that although related in considering squares and circles, they are not strictly speaking inverse. And therein lies the problem with these two problems of the *Suan Shu Shu*. Thus we can only conclude that there are two distinct possibilities—if we accept the numbers as given in each of these two problems, then the statements of the problems cannot be correct and would need to be conceived rather differently to coincide with the numbers in question; or, if we accept the statements of the problems as correct, then the numbers given must be wrong, especially in the case of Problem 62, which requires considerable emendation. In either case, what we have here is a very clear example of how interested some Chinese were in approaching problems in ways that were not only of practical application, but had significant purely mathematical dimensions as well. And certainly the investigation of these two problems as inversely related would have naturally stimulated the creative instincts of any true mathematician.

## BIBLIOGRAPHY

- CHEN Junyue and CHEN Yanping, “The *Suan shu shu* and the *Nine Chapters on Mathematical Procedures*,” in *Collected Papers of the Archaeological Society of Hubei Province*, 1 (1987), pp. 220-222.
- DAUBEN, Joseph W., “算數書 *Suan shu shu* (A Book on Numbers and Computations). English Translation with Commentary,” *Archive for History of Exact Sciences*, 60 (2006), in press.
- DU Shiran, “Jianglin Zhangjiashang zhujian *Suan Shu Shu* chutan” (A Preliminary Study on the Bamboo Strips *Suan Shu Shu* Unearthed from Zhangjiashang, Jianglin), *Zi ran kexueshi yanjiu* (*Studies in the History of Natural Sciences*), 7(3)(1988), pp. 201-204.
- DUAN Yaoyong and ZOU Dahai, “*Suan Shu Shu* ‘Yi Yuan Cai Fang,’ ‘Yi Fang Cai Yuan’ liang wen jiaozheng” (New Collations of the Two Paragraphs “Yi Yuan Cai Fang” and “Yi Fang Cai Yuan” in the Unearthed Mathematical Book *Suanshu Shu*), *Zi ran kexueshi yanjiu* (*Studies in the History of Natural Science*), 22(2)(2003), pp. 168-172.
- GUO Shuchun, *Huijiao Jiu zhang suan shu* (A Critical Textual Study of the *Nine Chapters on Mathematical Procedures*), Shenyang: Liaoning jiaoyu chubanshe, 1990.
- \_\_\_\_\_, “Theoretical Research Tendency of Mathematics in Pre-Qin Times Viewed from *Suan Shu Shu*,” *Proceedings of the HPM 2000 Conference: History of Mathematics Education, Challenges for a New Millennium. A Satellite Meeting of ICME-9*, HORNG Wann-Sheng and LIN Fou-Lai, eds., Taipei, Taiwan: Department of Mathematics, National Taiwan Normal University, 2000, Vol. I, pp. 35-40.
- \_\_\_\_\_, “*Suan shu shu* jiao kan” (Collation of the *Suan shu shu*), *Zhongguo kexu shiliao* (*China Historical Materials of Science and Technology*), 22(3)(2001), pp. 202-219.
- \_\_\_\_\_, “*Shilu Suan Shu Shu de lilun gongxian yu bianzua*” (Some Views on Theoretical Aspects of the *Suan Shu Shu* and its Compilation), *Faguo hanxue* (*Sinologie Française*), vol. 6. Beijing: Zhonghua shuju, 2002, pp. 505-537.
- \_\_\_\_\_, “*Suan Shu Shu Chutan*” (A Preliminary Study on the *Suan Shu Shu*), *Guoxue yanjiu* (*Studies on National Heritages*), 11(2003), 307-349.
- GUO Shuchun and LIU Dun, *Jiaodian Suan jing shi shu* (Collation of the *Ten Mathematical Classics*), Shenyang: Liaoning jiaoyu chubanshe, 1998.
- GUO Shirong, “*Suan shu shu* kanwu” (Corrections for the *Suan shu shu*), *Neimenggu Shifan Daxue Xuebao* (*Journal of Inner Mongolia Normal University*), 30 (3) (2001), pp. 276-285.

- HORNG Wann-Sheng, “*Suan Shu Shu Chutan*” (On the *Suan Shu Shu*: A Preliminary Study), *Shida Xuebao. Kexue jiaoyu lei* (Journal of National Taiwan Normal University, Science and Education Edition), 45(2)(2000a), pp. 77-91.
- \_\_\_\_\_, “*Suan Shu Shu de jizhe lunzheng*” (Several Examples of Logical Reasoning in the *Suan Shu Shu*), *Taiwan lishi xuehui tongxun* (Newsletter of the Taiwan Historical Society), 11(2000b), pp. 44-52.
- \_\_\_\_\_, “*Guangyu Suan Shu Shu lunzheng de yige beizhu*” (A Note on Several Examples of Logical Reasoning in the *Suan Shu Shu*), *HPM tongxun* (HPM Newsletter), 5(10)(2002), pp. 1-8.
- HORNG Wann-Sheng and LIN Cang-yi, “*Suan Shu Shu bufeng timing de zai jiaokan*” (Further Collation on The Names of Certain Sections in the *Suan Shu Shu*), *HPM tongxun* (HPM Newsletter), 5(2)(3)(2002), pp. 6-24.
- JI Zhigang, “*Zantan yu yihan: du Peng Hao zhu Zhangjiashan hanjian Suan Shu Shu zhushi*” (Praise and Regrets: Some Thoughts on Peng Hao’s Commentaries on the *Suan Shu Shu*), *Ziran kexueshi yanjiu* (Studies in the History of Natural Sciences), 23(1)(2004), pp. 91-96.
- LI Di, *Zhongguo shuxue tongshi* (A General History of Chinese Mathematics), vol. 1, Nanjing: Jiangsu jiaoyu chubanshe, 1997.
- LI Xueqing, “*Zhongguo shuxue shi shang de zhongda faxian*” (A Very Important Discovery for the History of Chinese Mathematics), *Wenwu Tiandi* (A Magazine for Relics), 1(1985), p. 47.
- LI Yan and DU Shiran, *A Concise History of Chinese Mathematics*, John N. Crossley and Anthony W.-C. Lun, trans., Oxford: Clarendon Press: 1987.
- Martzloff, Jean-Claude, *Histoire des mathématiques chinoises*, Paris: Masson, 1987.
- \_\_\_\_\_, *A History of Chinese Mathematics*, Stephen S. Wilson, trans., New York: Springer-Verlag,
1997. PENG Hao, “*Zhongguo zuigu de shuxuezhe zuo Suan shu shu*” (The Earliest Arithmetic Book in Chinese), *Wenwu* (Cultural Relics), 9(2000), pp. 85-90.
- \_\_\_\_\_, *Zhangjiashan hanjian 《Suan shu shu》 zhushi* (Commentaries on the *Book on Calculating with Numbers*, on Bamboo Strips, unearthed from Zhangjiashan), Beijing: Kexue chubanshe, 2001.
- QIAN Baocong, ed., *Suan jing shi shu* (Ten Mathematical Classics), Beijing: Zhonghua shuju, 1963.
- SHEN Kangshen, *The Nine Chapters on the Mathematical Art: Companion and Commentary*, Shen Kangshen, John N. Crossley, and Anthony W.-C. Lun, trans., Oxford: Oxford University Press, 1999.
- Tongxun 2001, SU Yiwen, SU Junhong, SU Huiyu, CHEN Fengzhu, LIN Cangyi, HUANG Qingyang, and YE Jihai, “*Suan shu shu jiaokan*” (Collation of the *Suan shu shu*), *HPM tongxun* (HPM Newsletter), 3(11)(2000), pp. 2-20.
- Vogel, Kurt, tr., *Chiu chang suan shu: Neun Bücher arithmetischer Technik, Ein Chinesisches Rechenbuch für den praktischen Gebrauch aus den Frühen Hanzeit*, Braunschweig: Friedrich Vieweg Verlag (Ostwalds Klassiker), 1968.
- Wenwu 2000, “*Jiangling Zhangjiashan Hanjian zhengli xiaozu*” (Study Group for the Collation and Arrangement of the Han Dynasty Bamboo Slips from Zhangjiashan, Jiangling County), ed., *Jiangling Zhangjiashan Hanjian Suan shu shu shiwen* (Transcription of the Bamboo *Suanshushu* or *A Book of Arithmetic* from Jiangling), *Wenwu* (Cultural Relics), 9 (2000), pp. 78-84.
- Zhangjiashan 2001, Zhangjiashan ersiqi hao Hanmu zhujian zhengli xiaozu (Study Group for the Collation and Arrangement of the Bamboo Slips from Zhangjiashan Han Dynasty Tomb 247), ed., *Zhangjiashan Hanmu zhujian* (Bamboo Strips from Han Tombs at Zhangjiashan), Beijing: Wenwu chubanshe, 2001, pp. 83-96; 249-272.
- ZOU Dahai, “*Chu tu Suan shu shu chu tan*” (Preliminary Research on the Unearthed Mathematics Book *Suan shu shu*), *Ziran kexueshi yanjiu* (Studies in the History of Natural Sciences), 20(3)(2001), pp. 193-205,

# GAUSS Y LEGENDRE: LA CONTROVERSIAS DEL MÉTODO DE MÍNIMOS CUADRADOS<sup>1</sup>

CAROLINA LAGARES FRANCO

ÁREA DE MEDICINA PREVENTIVA Y SALUD PÚBLICA, UNIVERSIDAD DE CÁDIZ.

JOSÉ ALMENARA BARRIOS

ÁREA DE MEDICINA PREVENTIVA Y SALUD PÚBLICA, UNIVERSIDAD DE CÁDIZ.

JUAN LUIS GONZÁLEZ CABALLERO

DEPARTAMENTO DE ESTADÍSTICA, UNIVERSIDAD DE CÁDIZ

MANUEL BERROSO DOMÍNGUEZ

DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICAS, UNIVERSIDAD DE CÁDIZ

JUAN LUIS PERALTA SÁEZ

DEPARTAMENTO DE ESTADÍSTICA, UNIVERSIDAD DE CÁDIZ

CESÁREO GARCÍA ORTEGA (†)

ÁREA DE MEDICINA PREVENTIVA Y SALUD PÚBLICA, UNIVERSIDAD DE CÁDIZ.

## RESUMEN

*En la actualidad, el método de mínimos cuadrados se utiliza fundamentalmente en estadística, sin embargo, su origen tuvo como fin resolver problemas de naturaleza geodésica. Los astrónomos se afanaban en buscar procedimientos que les permitiese calcular órbitas planetarias, ardua tarea teniendo en cuenta que en los datos de los que disponían, el número de ecuaciones superaba al de incógnitas.*

*Como solución a este problema nace el método de mínimos cuadrados, método cuyo origen no está exento de polémica, ya que es desarrollado de forma independiente y paralela de la mano de Carl F. Gauss (1777-1855) y Adrien-Marie Legendre (1752-1833). Es por esto que en algunos foros la autoría del método se le otorga a Gauss y en otras ocasiones a Legendre. Para dar un punto de luz a este asunto realizaremos un recorrido histórico de los acontecimientos que rodearon su desarrollo y su interpretación por parte de ambos autores. El método de Legendre no utiliza técnicas estadísticas pero Gauss utiliza conceptos estadísticos como la ley de los errores, planteamiento que ha permitido que ocupe una posición de privilegio en el tratamiento de datos experimentales.*

<sup>1</sup> Este trabajo ha sido financiado parcialmente a través de la red de excelencia RIRAG-SMD (G03/061) del Instituto de Salud Carlos III.

**Palabras clave:** *mínimos cuadrados, controversia, Gauss, Legendre.*

## **ABSTRACT**

*At the present time, the method of least squares is used fundamentally in statistic, nevertheless, its origin had like aim to solve problems of geodesic nature. The astronomers strive to look for procedures that allowed them to calculate planetary orbits, arduous task considering that in the data which they had, the number of equations surpassed to the one of the unknown quantities.*

*To solve this situation is born the method of least squares, whose origin is not free of controversy, since it is developed of independent and parallel form of the hand of Carl F. Gauss (1777-1855) and Adrien-Marie Legendre (1752-1833). It is by that in some forums the responsibility of the method is granted to Gauss and in other occasions to Legendre. In order to give a point of light to this subject we will make an historical route of the events that surrounded their development and its interpretation on the part of both authors. Legendre's method does not use statistical tools but Gauss make use of statistical concepts like the law of the errors, exposition that has allowed that occupies a privileged position in the experimental data processing.*

**Keywords:** *least squares, controversy, Gauss, Legendre.*

## INTRODUCCIÓN

Aunque el método de mínimos cuadrados se utiliza actualmente en diversas áreas y fundamentalmente en estadística, su origen no tuvo como fin resolver problemas de esta naturaleza sino que nació como herramienta geodésica a principios del siglo XIX. Los astrónomos de aquella época se afanaban en buscar procedimientos que les permitiese calcular órbitas planetarias, ardua tarea teniendo en cuenta que en los datos de los que disponían, el número de ecuaciones superaba al de incógnitas.

Como solución a este problema nació el método de mínimos cuadrados, método cuyo origen no estuvo exento de polémica, ya que parece que fue desarrollado de forma independiente y paralela de la mano de dos grandes matemáticos de la época: Carl F. Gauss (1777-1855) y Adrien-Marie Legendre (1752-1833).

Ambos autores se adjudicaron la autoría del descubrimiento, pero sus desarrollos teóricos eran bien distintos: Legendre utilizó un procedimiento de cálculo sencillo mientras que Gauss proporcionó una perspectiva estadística en la que estableció conceptos como la distribución normal o ley de los errores. En la mayoría de las ocasiones el método se atribuye sin ninguna duda a Gauss, sin embargo, en algunos foros aparece Legendre como el autor del mismo. Con la intención de dar un punto de luz a este asunto y aclarar la controversia que supuso entre ambos autores la primacía del descubrimiento, realizaremos un breve recorrido histórico de la forma más cronológica posible, para conocer los hechos que rodearon al desarrollo del método por parte de uno y otro autor.

## PRIMERA PUBLICACIÓN DEL MÉTODO

La primera publicación formal del método de mínimos cuadrados data de 1805, sin embargo, hay constancia de hasta 22 títulos relacionados con el mismo entre 1722 y 1805 (Merriman, 1877), los cuales se deben a matemáticos tan ilustres como Cotes, Euler, Simpson, Laplace... Éstos, escribieron libros, capítulos de libros o artículos que, si bien no hacían referencia exacta al método de mínimos cuadrados, sí presentaban procedimientos o

resultados que fueron utilizados posteriormente para su desarrollo.

En 1805 Legendre publica lo que él llama “méthode des moindres carrés” en un apéndice de su obra *Nouvelles méthodes pour la détermination des orbites des comètes*. Parece indudable entonces que este autor es el primero en publicar y dar nombre al método de mínimos cuadrados, nomenclatura que se sigue utilizando actualmente.

En dicho apéndice, Legendre afirma que en problemas en los que es necesario llegar a conclusiones exactas de medidas observacionales se llega casi siempre a una expresión del tipo (Legendre, 1806; Seal, 1967):

$$E = a + bx + cy + fz + \&c.$$

donde  $a, b, c, f$  son coeficientes conocidos que varían de una ecuación a otra,  $x, y, z, \&c.$  son parámetros desconocidos y  $E$  es el error cometido.

El objetivo de Legendre era determinar (o estimar) los parámetros desconocidos de manera que cada error residual fuese muy pequeño, y los errores extremos, sin tener en cuenta el signo, se mantuviesen dentro de unos límites determinados. El principio que propuso para esto fue la minimización de la suma de los cuadrados de los errores. Para ello, procedió a obtener las ecuaciones normales mediante la derivación parcial de dicha suma. Utilizando la misma notación usada por Legendre, la suma de los cuadrados de los errores  $E^2 + E'^2 + E''^2 + \&c.$  es:

$$(a + bx + cy + fz + \&c.)^2 + (a' + b'x + c'y + f'z + \&c.)^2 + (a'' + b''x + c''y + f''z + \&c.)^2 + \&c.$$

Si buscamos su mínimo, haciendo variar sólo  $x$ , tendremos la ecuación:

$$0 = \int ab + x \int b^2 + y \int bc + z \int bf + \&c.$$

donde  $\int ab$  es la suma de los productos  $ab + a'b' + a''b'' + \&c.$ ,  $\int b^2$  es la suma de los cuadrados de los coeficientes de  $x$ , es decir,  $b^2 + b'^2 + b''^2 + \&c.$ , y así sucesivamente.

El mínimo con respecto a  $y$ , proporcionará la ecuación:

$$0 = \int ac + x \int bc + y \int c^2 + z \int fc + \&c.$$

y con respecto a  $z$ , será:

$$0 = \int af + x \int bf + y \int cf + z \int f^2 + \&c.$$

donde se observa que los coeficientes  $\int bf, \int bc$  y  $\&c.$  son comunes en algunas ecuaciones, con lo que se facilita el cálculo.

En definitiva, con este procedimiento se obtienen tantas ecuaciones como incógnitas, por lo que el sistema de ecuaciones resultante es fácil de resolver. Utilizando una notación actual, las ecuaciones de Legendre se pueden escribir de la siguiente forma:

$$e_i = \sum_{j=1}^q \beta_j z_{ji} - x_i \quad i = 1, \dots, N \quad N > q$$

donde los  $z_{ji}$  son coeficientes conocidos, los  $x_i$  son las mediciones, los  $\beta_j$  son parámetros desconocidos y los  $e_i$  son los errores (Seal, 1967).

Como puede observarse, Legendre presenta un planteamiento teórico simple y un desarrollo y cálculo sencillo.

## PRIMERAS REACCIONES

Gauss se enteró de la publicación de Legendre unos meses más tarde y tuvo la oportunidad de estudiarla con detalle. Tras revisarla, escribió una carta a su amigo alemán Heinrich Wilhelm Matthäus Olbers (1758-1840), médico de profesión y astrónomo de afición, en la que, en un fragmento, no sólo da a entender que en sus trabajos ha coincidido en numerosas ocasiones con Legendre, sino que además parece que vuelve a hacerlo con el método de mínimos cuadrados, el cual asegura utilizar desde 1794, es decir, once años antes de la publicación que acaba de revisar. Presentamos a continuación un extracto de dicha carta (Plackett, 1972):

*Carta de Gauss a Olbers, 30 de julio de 1806*

*(...) Parece ser mi destino competir con Legendre en casi todos mis trabajos teóricos. Es decir, en aritmética superior, en investigaciones de funciones trascendentales conectadas con la rectificación de la elipse, en fundamentos de geometría, y ahora otra vez aquí. Así, por ejemplo, el principio que utilizo desde 1794, en el que la suma de cuadrados debe ser minimizada por la mejor representación de grandes cantidades que no pueden ser representadas exactamente, es también utilizada en el trabajo de Legendre y está desarrollada minuciosamente (...).*

Ocho meses más tarde, Gauss vuelve a escribir a Olbers mencionando nuevamente el principio de mínimos cuadrados, donde además se otorga la prioridad del descubrimiento (Plackett, 1972):

*Carta de Gauss a Olbers, 24 de mayo de 1807*

*(...) Actualmente estoy ocupado en el siguiente problema: 'Determinar los valores más probables de cantidades desconocidas de un gran número de observaciones que dependen de ellas' basándome en cálculos de probabilidad. El principio en el que la suma de los cuadrados de las diferencias entre las cantidades observadas y calculadas debe ser mínimo, lo he utilizado durante años; se lo mencioné hace tiempo, y que ahora también es propuesto por Legendre (...).*

Gauss tenía numerosas líneas de investigación abiertas en las que abarcaba diferentes áreas por lo que no es de extrañar que coincidiese con otros sabios que se dedicaban casi en exclusividad a algunos temas. Es quizás por ello, por lo que Gauss parece no querer admitir la posibilidad de no ocupar un "primer puesto público" en los resultados que obtenía de sus investigaciones.

## SEGUNDA PUBLICACIÓN DEL MÉTODO

Cuatro años más tarde de la publicación de Legendre, en 1809, Gauss publica *Theoria Motus Corporum Coelestium*. En un principio, esta obra fue escrita en alemán y finalizada en el otoño de 1806, sin embargo, hasta 1807 Gauss no encontró un editor dispuesto a publicar su trabajo, que además le impuso la traducción al latín de su obra. Por tanto, ésta no vio la luz hasta principios de 1809 (Plackett, 1972; Hald, 1988). En ella, Gauss desarrolla el método de mínimos cuadrados en términos probabilísticos.

En la primera sección de su obra, discutió la naturaleza del error y sus propiedades, y distinguió dos tipos de errores: por una parte, un error constante asociado en la mayoría de las ocasiones a la calibración del instrumento, sin embargo, asume que si se realiza una observación cuidadosa este tipo de error no existe. Y por otro lado, un error aleatorio que está siempre presente.

Además de esta distinción, Gauss comienza sus estudios asumiendo que los errores aleatorios de medidas del mismo tipo se encuentran dentro de unos límites fijados y que todos los errores dentro de esos límites son posibles, pero no necesariamente con la misma probabilidad.

Denota con la letra  $\Delta$  el error en una observación e introduce la función  $\varphi(\Delta)$  con prácticamente el mismo significado que tiene hoy día como función de densidad. Algunas de las propiedades de esta función las expresa de la siguiente forma:

- Para errores continuos, la probabilidad de que un error se encuentre dentro de los límites de un intervalo muy pequeño  $(\Delta, \Delta+\delta\Delta)$  es aproximadamente  $\varphi(\Delta)\delta\Delta$ .
- Si se elimina el error constante, los errores pequeños tienen mayor probabilidad de ocurrencia que los errores grandes. Es decir,  $\varphi(\Delta)$  crecerá para  $\Delta=0$  y decrecerá para valores altos de  $|\Delta|$ .
- Errores positivos y negativos de la misma magnitud son igualmente probables, es decir,  $\varphi(\Delta)=\varphi(-\Delta)$ .
- La distribución de los errores viene dada por una función integrable  $\varphi:\mathbb{R}\rightarrow[0,\infty)$ . Es decir, la probabilidad de que el error de una observación esté entre los valores  $a$  y  $b$  es:

$$\int_a^b \varphi(\Delta)\delta\Delta$$

Una vez introducido el concepto de error, desarrolló el método de mínimos cuadrados de la siguiente forma: supuso la existencia de  $\mu$  funciones lineales desconocidas:

$$\begin{aligned} V &= ap + bq + cr + ds + \dots \\ V' &= a'p + b'q + c'r + d's + \dots \\ V'' &= a''p + b''q + c''r + d''s + \dots \\ &\vdots \end{aligned}$$

con  $n$  coeficientes desconocidos  $p, q, r, \dots$ . Los valores observados de estas funciones serán  $M, M', M'', \dots$ , respectivamente. Gauss supuso además que los posibles errores cometidos vendrían dados por

$$\begin{aligned} \Delta &= V - M \\ \Delta' &= V' - M' \\ \Delta'' &= V'' - M'' \\ &\vdots \end{aligned}$$

cuyas probabilidades respectivas serían  $\varphi(\Delta), \varphi(\Delta'), \varphi(\Delta''), \dots$ . Asumió también que, a priori, todos los valores desconocidos eran igualmente probables. Esta suposición le llevaba a la elección de aquellos valores  $p, q, r, \dots$  que maximizasen  $\Omega = \varphi(\Delta) \varphi(\Delta') \varphi(\Delta'') \dots$

Gauss observó entonces que estos valores 'más probables' los encontraría igualando las derivadas de  $\Omega$  con respecto a  $p, q, r, \dots$  a cero y resolviendo el sistema resultante. Pero

estas ecuaciones contenían la curva de error  $\varphi(\Delta)$ , y antes de continuar con más cálculos, necesitaba conocer una fórmula para dicha curva. Era consciente de que sólo podía realizar suposiciones generales para  $\varphi(\Delta)$ : debía alcanzar un máximo para  $\Delta=0$ ; debía ser simétrica, y debía ser cero fuera del rango de los posibles errores.

Asumió como un axioma que el valor más probable para una observación simple bajo las mismas condiciones es la media aritmética de las observaciones, y demostró que en

esa situación, cuando  $V=V'=V''=\dots=p$ , tomando  $p = \frac{1}{\mu}(M + M' + M'' + \dots)$  se maximiza  $\Omega$

sólo cuando  $\varphi(\Delta) = \frac{h}{\sqrt{\pi}} e^{-h^2 \Delta^2}$ , siendo  $h$  una constante positiva, que podría ser una medida de

la precisión de la observación. Por tanto, la probabilidad de que ocurran  $\mu$  errores a la vez será:

$$\left(\frac{h}{\sqrt{\pi}}\right)^\mu e^{-h^2(\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \dots + \Delta_\mu^2)}$$

y será máxima cuando la suma  $\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \dots + \Delta_\mu^2$  sea mínima.

Para que los cálculos resulten más sencillos, supondremos que tenemos tres ecuaciones con dos incógnitas:

$$V = ap + bq + c; \quad V' = a'p + b'q + c'; \quad V'' = a''p + b''q + c''$$

Por tanto, la expresión del error en cada caso será:

$$\Delta = V - M = ap + bq + (c - M) = ap + bq + d$$

$$\Delta' = V' - M' = a'p + b'q + (c' - M') = a'p + b'q + d'$$

$$\Delta'' = V'' - M'' = a''p + b''q + (c'' - M'') = a''p + b''q + d''$$

Y la suma de los errores al cuadrado:

$$\Delta^2 + \Delta'^2 + \Delta''^2 = (ap + bq + d)^2 + (a'p + b'q + d')^2 + (a''p + b''q + d'')^2$$

Para que esta suma sea mínima, será necesario determinar las derivadas parciales de la ecuación con respecto a  $p$  y  $q$  e igualarlas a cero, es decir:

$$(ap + bq + d)a + (a'p + b'q + d')a' + (a''p + b''q + d'')a'' = 0$$

$$(ap + bq + d)b + (a'p + b'q + d')b' + (a''p + b''q + d'')b'' = 0$$

o lo que es lo mismo:

$$(a^2 + a'^2 + a''^2)p + (ab + a'b' + a''b'')q + (ad + a'd' + a''d'') = 0$$

$$(ab + a'b' + a''b'')p + (b^2 + b'^2 + b''^2)q + (bd + b'd' + b''d'') = 0$$

Es decir, se obtiene un sistema donde nuevamente el número de ecuaciones iguala al número de incógnitas y por tanto, es fácil obtener los valores de  $p$  y  $q$ .

Como puede apreciarse, el desarrollo propuesto por Gauss es más complejo que el de Legendre por el sustento teórico que aporta, que permitía tomar decisiones en la recogida y tratamiento de datos. Quizá simplemente por ello habría pasado a la posteridad como único autor del método, sin embargo, Gauss inicia una disputa con Legendre al autoproclamarse primer autor del descubrimiento en un fragmento de su obra.

## LA CONTROVERSIAS DEL MÉTODO

Ya hemos visto en las cartas escritas a Olbers, que Gauss aseguraba utilizar el método propuesto por Legendre varios años antes de que *Nouvelles méthodes pour la détermination des orbites des comètes* viera la luz. Pero Gauss no se contenta con que sólo lo sepa Olbers, sino que en un fragmento de su *Theoria Motus* asegura utilizar *su principio* desde 1795 (nótese que Gauss no da nombre alguno al método que ha desarrollado, sin embargo, se refiere claramente a *la méthode des moindres carrés*), y por tanto, considera que la publicación de Legendre es posterior al desarrollo propuesto por él. Veamos una traducción de este fragmento (Plackett, 1972):

*...Por otra parte, nuestro principio, el cual utilizamos desde el año 1795, ha sido posteriormente publicado por Legendre en el trabajo Nouvelles méthodes pour la détermination des orbites des comètes, Paris 1806,...*

El hecho de realizar una publicación posterior a la de Legendre, atribuyéndose la primacía del método en una de sus páginas, provoca la ira de Legendre, y será el desencadenante de una disputa que se prolongará durante años.

Y así, a los pocos meses de la publicación de Gauss, en Mayo de 1809, Legendre le escribe una carta reprochándole su actitud (Plackett, 1972):

*Legendre a Gauss. París, 31 de mayo de 1809*

*(...) No hay descubrimiento que alguien pueda aclamar para sí mismo diciendo que otra persona ha encontrado lo mismo algunos años antes (...)*

*(...)Usted tiene suficientes tesoros para sí mismo, señor, como para no necesitar envidiar a nadie (...).*

Gauss no responde directamente a Legendre, sin embargo, parece que le inquieta pensar que la comunidad científica no lo considere autor del método, y en octubre de ese mismo año, vuelve a escribir a Olbers. De esta carta se desprende lo dicho, ya que parece que su intención es única y exclusivamente, que alguien apoye lo asegurado en su obra, la utilización del método antes de la publicación de quien comienza a ser su adversario (Plackett, 1972):

*Gauss a Olbers. Göttingen, 4 de octubre de 1809*

*(...) ¿Se acuerda, mi más querido amigo, que en mi primera visita a Bremen en 1803 hablé con usted sobre el principio que utilizaba para representar observaciones más exactamente, a saber, que la suma de los cuadrados de las diferencias debe ser minimizado cuando las observaciones tienen los mismos pesos? (...) Es importante para mí saber esto. La razón de la pregunta puede esperar (...).*

Olbers no responde a Gauss, al menos en lo que se refiere a la controversia que comienza a generarse y la disputa por la prioridad del método sigue viva. Unos años más tarde, en otra carta escrita a Olbers puede leerse (Plackett, 1972):

*Gauss a Olbers. Göttingen, 24 de enero de 1812*

*(...)En otoño de 1802 escribí en mi "libro de notas de astronomía" los ocho conjuntos de elementos de Ceres, encontrado por el método de mínimos cuadrados(...).*

Gauss insiste en ser el primero en utilizar el método de mínimos cuadrados y en esta ocasión además, habla de su *cuaderno de notas*. Efectivamente, Gauss tenía una especie de

“diario matemático” en el que solía anotar enigmáticos sumarios referidos a sus investigaciones, sin embargo, las anotaciones que realizó sobre los mínimos cuadrados las perdió. Dichas anotaciones tienen que ver con el descubrimiento de un nuevo cuerpo en el espacio en 1801 que podría ser la prueba de que, a pesar de no existir ningún documento escrito acerca del método propuesto por Gauss con anterioridad a Legendre, era cierta la primacía que se otorgaba.

Dos meses más tarde del envío de la carta por fin Olbers responde a Gauss (Plackett, 1972):

*Olbers a Gauss. Bremen, 10 de marzo de 1812*

*(...) Puedo asegurar públicamente en la primera oportunidad que tenga, y lo haré con gran placer, que usted ya me había contado el principio básico en 1803. Lo recuerdo perfectamente como si hubiese ocurrido hoy(...).*

Gauss obtiene la respuesta que tanto ansiaba, pero a pesar del apoyo que acaba de recibir, continuó la disputa con Legendre. En Plackett (1972), encontramos también fragmentos de cartas escritas a otros matemáticos como Laplace, donde Gauss, además de otorgarse la primacía del método, le asegura que este hecho es también conocido por otros sabios como Olbers. Gauss no desaprovecha ninguna oportunidad para hacerse con la autoría del método. En este sentido, parece que Legendre es un poco más respetuoso que su rival. Sin embargo, a modo de anécdota, en 1827 un joven Jacobi, que contaba con tan sólo 23 años, escribe a Legendre, que ya tenía 75 hablándole de las funciones elípticas y le comenta que Gauss le ha informado de que él ya había encontrado resultados en 1808. Esta fue la reacción de Legendre (Plackett, 1972):

*Legendre a Jacobi. Paris, 30 de noviembre de 1827*

*(...) ¿Cómo se ha atrevido Mr. Gauss a decirle que la mayor parte de sus teoremas eran conocidos por él y que los descubrió en 1808?... Este extremo de imperitencia es increíble por parte de un hombre que tiene suficiente mérito personal como para apropiarse de descubrimientos ajenos(...). Pero es el mismo hombre que, en 1801, quiso atribuirse el descubrimiento de la ley de reciprocidad publicada en 1785 y que quiso apropiarse en 1809 del método de mínimos cuadrados publicado en 1805. Se pueden encontrar ejemplos en otros lugares, pero un hombre de honor debería abstenerse de imitarlos (...).*

## EL DESCUBRIMIENTO DE CERES

Como ya hemos mencionado anteriormente, parece ser que en el descubrimiento de un 'nuevo planeta' tuvo lugar la primera aplicación pública del método de mínimos cuadrados por parte de Gauss.

Este 'nuevo planeta' fue descubierto por Giuseppe Piazzi, astrónomo y sacerdote italiano, nacido en 1746, y fallecido en 1826. Piazzi fundó el observatorio astronómico de Palermo y trabajó en él en la confección de catálogos estelares. Foderà, Manara y Sicoli (2002) realizan un estudio detallado de este hallazgo: fue precisamente mientras Piazzi trabajaba en la realización de su primer catálogo, cuando el 1 de enero de 1801 detectó en el

hombro de Tauro un cuerpo que en principio denominó 'diminuta estrella'. Midió su posición y la observó la noche siguiente, detectando que ésta había cambiado. En un primer momento pensó que podía tratarse de un error en la medición, pero, tras pocas observaciones más, el 4 de enero, ya estaba convencido de que el cuerpo que había observado era quizás una nueva estrella, pero también posiblemente un cometa, no tenía la certeza. Como era costumbre en esa época, lo comunicó a la prensa ese mismo día y la noticia sobre el descubrimiento de un cometa fue publicada rápidamente por periódicos de la comarca y extranjeros. El 24 de enero, las condiciones climáticas le habían permitido observar la 'nueva estrella' un total de 14 noches. Es entonces cuando Piazzi comienza a sospechar que su descubrimiento puede ser algo mejor que un cometa, ¿quizá un planeta? Hasta la fecha se habían descubierto siete planetas: Mercurio, Venus, La Tierra, Marte, Júpiter, Saturno y Urano. ¿Cómo era posible conocer la existencia de Saturno, Urano o Júpiter y no la de un planeta más cercano?

Para comprender la importancia que tuvo este descubrimiento para Piazzi, es necesario remontarnos a 1596, fecha en la que Johannes Kepler sugirió la posibilidad de la existencia de un planeta situado entre Marte y Júpiter. Casi doscientos años más tarde, en 1776, Johann Titius (1729-1796) descubre una regla empírica que permite calcular la distancia del sol a los planetas conocidos (hasta 1776, seis). Estas distancias están dadas en la proporción de números 4, 7, 10, 16, 28, 52 y 100, es decir, es la sucesión  $a_1=4$ ,  $a_2=7$  y  $a_n=2a_{n-1}-4$ . Dicho de otra forma: si la distancia entre el Sol y Saturno la dividimos en 100 partes iguales, entonces Mercurio está separado por 4 de estas partes del Sol, Venus por 7, la Tierra por 10, Marte por 16, Júpiter por 52 y, finalmente, Saturno por 100 partes. Pero lo cierto es que hasta el momento ningún planeta correspondía al número 28 ( $n=5$ ), precisamente entre las órbitas de Marte y Júpiter. Esta situación podría ser simple casualidad, pero en 1781, W. Herschel (1738-1822), descubre el planeta Urano a una distancia correspondiente al siguiente término de la sucesión, es decir, a una distancia de 196 partes ( $n=8$ ).

Era fácil pensar entonces, que el nuevo descubrimiento de Piazzi, un cuerpo entre las órbitas de Marte y Júpiter, debía ser el planeta que correspondía al número 28 en la sucesión de Titius, el planeta perdido del que Kepler sugirió su existencia, con lo que las dimensiones del hallazgo se hacen inmensas.

Es por ello que el mismo día 24 de enero, Piazzi escribe a Barnabus Oriani (1752-1832) y a Johann Elert Bode (1747-1826), ambos grandes astrónomos, el primero de ellos buen amigo suyo. Piazzi comenta a Oriani que durante 14 días ha observado una estrella de octava magnitud, que por cada día que transcurre avanza aproximadamente 3'30" hacia el norte, y unos 4' hacia la sección de Aries. También le proporciona sus coordenadas ecuatoriales absolutas: en su primera observación la ascensión recta es de 51°47' y la declinación de 16°8' y el 23 de enero (en su última observación) su ascensión recta es de 51°46' y su declinación de 17°8'. Además, le sugiere la posibilidad de que este nuevo descubrimiento no pertenezca exactamente a un cometa y le deja entrever que podría ser un planeta.

Por otra parte, a Bode, sólo le comunica las coordenadas ecuatoriales de la estrella con la intención de saber si es observada por otros astrónomos desde otros lugares (Foderá, Manara & Sicoli, 2002).

El correo es lento en aquella época, Piazzi no recibe respuesta de Oriani ni de Bode, y sin embargo, los primeros días de abril, recibe una carta de Joseph Jérôme Lalande

(1732-1807), toda una eminencia en el campo de la astronomía, que ha leído en la prensa el descubrimiento de un nuevo cometa. La situación de Piazzi en aquel momento era la siguiente: había perdido la trayectoria de Ceres el 11 de febrero debido a su posición desfavorable con respecto al sol y no obtenía respuesta de las cartas enviadas a Boode y Oriani. Es por ello que, el 11 de abril, decide escribir a Lalande y enviarle la relación completa de sus observaciones.

En el mes de Junio, la comunidad científica estaba convencida de que la estrella descubierta por Piazzi no sólo era un planeta, sino que era 'el planeta perdido', y se afanan en determinar su órbita. Piazzi llamó al nuevo cuerpo encontrado 'Ceres Ferdinandea', en honor al patrón de Sicilia y al rey Ferdinand de Borbón (Foderà, Manara & Sicoli, 2002).

Pero he aquí el problema que encuentran los astrónomos: las observaciones de Piazzi sólo abarcan un arco de  $3^\circ$  y son escasas, por lo que la determinación de la órbita resulta muy difícil. En septiembre de ese mismo año, Piazzi publica en el periódico *Monatliche Correspondenz* (Foderà, Manara & Sicoli, 2002) todos los datos que recogió en su observación de Ceres. Es aquí donde entra en juego Gauss, que con sólo 24 años se hizo cargo de la importancia del problema. Con los datos publicados por Piazzi y presuntamente aplicando el método de mínimos cuadrados fue capaz de determinar la trayectoria y la posición de Ceres.

Utilizando las efemérides aportadas por Gauss, el 7 de diciembre, el astrónomo Von Zach (1754-1832) localizó a Ceres prácticamente en el lugar previsto por Gauss y posteriormente, otros astrónomos confirman la observación de von Zach desde otros lugares. Gauss se convierte entonces en una celebridad y se le ofrece la dirección del observatorio de Göttingen donde permaneció hasta su fallecimiento.

Con el tiempo se demostró que Ceres no era el planeta perdido sino un asteroide de gran tamaño, fue el primer asteroide conocido y a él siguieron otros muchos.

Los métodos de cálculo de Gauss en astronomía tienen su punto culminante en 1846, cuando descubre la órbita de Neptuno, el planeta más alejado del sol conocido hasta el momento. Neptuno es descubierto gracias a perturbaciones observadas en el movimiento de Urano, y se convierte en el primer planeta descubierto en base a cálculos teóricos y no a observaciones como había sido hasta el momento.

## CONCLUSIONES

En el siglo XVII algunos científicos se dieron cuenta de que el promedio de cierto número de medidas sería más correcto que seleccionar una de ellas al azar formándose entonces el concepto de probabilidad de los errores.

El procedimiento propuesto por Gauss, proporcionó indicadores objetivos de la incertidumbre en las observaciones gracias a la consideración de términos como "error más probable" o "error medio", que permitió a los astrónomos decidir cuál era el mejor o mejores datos dentro de una serie de ellos.

Parece que es este planteamiento de naturaleza estadística es el que ha permitido que actualmente, el método descrito por Gauss ocupe una posición privilegiada en el tratamiento

de datos experimentales, no sólo en estadística sino también en otras disciplinas, independientemente de si fue Gauss o Legendre el primero en desarrollarlo.

## BIBLIOGRAFÍA

- BRAND, B. (2003). Gauss' Method of Least Squares: an Historically-based Introduction.
- FODERÀ, G., MANARA, A. & SICOLI, P. (2002). "Giuseppe Piazzi and the Discovery of Ceres". *Asteroids III*, 17-24.
- GAUSS, C.F. (1855). *Méthode des Moindres Carrés*. (trad. J. Bertrand). Paris.
- HALD, A. (1988). *A History of Mathematical Statistics from 1750 to 1930*. Wiley-Interscience, USA.
- LEGENDRE, A.M. (1806). *Nouvelles Méthodes pour la détermination des orbites des comètes*.
- MERRIMAN, M. (1877). "A list of writings relating to the method of least squares, with historical and critical notes". *Trans. Conn. Acad. Arts Sci.* 4, 151-232.
- PLACKETT, R.L. (1949). "A historical note on the method of least squares". *Biometrika* 36, 458-460.
- PLACKETT, R.L. (1972). "Studies in the History of Probability and Statistics. XXIX. The discovery of the method of least squares". *Biometrika* 59 (2), 239-251.
- REY PASTOR, J., BABINI, J. (1985). *Historia de la Matemática: Del Renacimiento a la Actualidad*. Gedisa, Barcelona.
- RUIZ, G. (2003). *Recorrido por la Historia de la Estadística en la Biblioteca del Real Instituto y Observatorio de la Armada de San Fernando*. Boletín ROA 4/2003.
- SEAL, H.L. (1967). "Studies in the History of Probability and Statistics. XV. The historical development of the Gauss lineal model". *Biometrika* 54, 1-24.
- STIGLER, S. (1986). *The History of Statistics: The Measurement of Uncertainty before 1900*. Belknap Harvard, USA.





Fig. 2. Nouvelles Méthodes pour la détermination des orbites des comètes



Fig. 3. C. F. Gauss

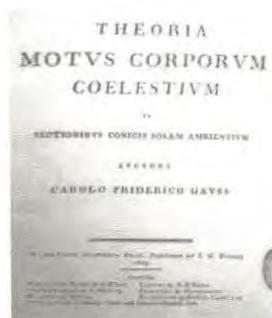


Fig. 4. Theoria Motus Corporum Coelestium

## BIBLIOGRAFÍA DE LAS FIGURAS

- Fig. 1.: Disponible en: <http://www.matusach.cl/histmat/html/lege.html>  
 Fig. 2.: Disponible en: <http://www.york.ac.uk/deps/maths/histstat/legendre2.pdf>  
 Fig. 3.: Disponible en: [www.gausschildren.org](http://www.gausschildren.org)  
 Fig. 4.: Disponible en: <http://platea.pntic.mec.es/aperez4/html/sigloxix/gauss.html>



# TESIS DOCTORALES DE GEOMETRÍA EN ESPAÑA ENTRE 1900 Y 1921\*

JOSÉ JAVIER ESCRIBANO BENITO  
UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

LUIS ESPAÑOL GONZÁLEZ  
UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

M.<sup>a</sup> ÁNGELES MARTÍNEZ GARCÍA  
UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

## RESUMEN

*Este trabajo contiene un catálogo de las tesis doctorales de geometría leídas en España entre 1900 y 1921. Durante estos años se observan dos periodos. En el primero, marcado por el predominio de la escuela geométrica de Torroja, se leyeron catorce tesis. El segundo, en el que buena parte de la investigación doctoral se realizó en el Laboratorio y Seminario Matemático (LSM) de la JAE dirigido por Rey Pastor, cuenta con dos tesis de geometría.*

*El catálogo incluye la relación de los profesores que formaron parte de los tribunales y la frecuencia con que intervinieron. Para cada tesis indicamos los datos académicos, un breve comentario acerca del contenido y alguna indicación sobre el futuro profesional del doctor.*

**Palabras clave:** Geometría, Siglo XX, Tesis doctorales, España.

## ABSTRACT

*This work includes a catalogue of the geometry doctoral theses which were presented in Spain from 1900 to 1921. We can distinguish two periods in these years. In the first one, impressed by the predominance of Torroja's geometric school, fourteen doctoral theses were presented. The second period, when most of the doctoral research took place in Mathematical Laboratory and Seminar of the JAE, directed by Rey Pastor, accounts two theses on geometry.*

\* Financiado (convocatoria de 2004) por el Instituto de Estudios Riojanos del Gobierno de La Rioja.

*The catalogue encloses the names of the teachers who took part in the juries and how often they act. For each thesis we indicate the academic data, a short commentary about its contents and some hints on the doctor's future career.*

**Keywords:**        *Geometry, 20th Century, Doctoral theses, Spain.*

## INTRODUCCIÓN

En otro trabajo<sup>1</sup> nos hemos ocupado del doctorado en matemáticas en España durante las dos primeras décadas del siglo XX, que, como en las demás ramas del saber académico, sólo podía cursarse en la Universidad Central de Madrid. El periodo de estudio comprende desde 1900, año en que se aprobó el Plan de García Álix, hasta 1921, cuando cada universidad plasmó en sus estatutos la ley de autonomía universitaria de 1919, que pretendía descentralizar los estudios de doctorado, lo que no consiguió, pues tuvo una vigencia efímera. La licenciatura en matemáticas<sup>2</sup> del plan García Álix se alcanzaba en cuatro años y estaba organizada en tres bloques de asignaturas dirigidos hacia las respectivas materias del doctorado: análisis, astronomía y geometría. Las asignaturas de geometría, materia en la que ahora nos centramos, eran:

1°	2°	3°	4°	Doctorado
Geometría	Geometría	Geometría de la	Geometría	Estudios superiores
Métrica	Análítica	Posición	Descriptiva	de Geometría

Este nuevo plan de estudios, obra de Torroja<sup>3</sup>, concedía un papel excesivo a la geometría sintética, que ya era materia relegada en la matemática europea avanzada, en detrimento de otras más activas en la esfera internacional. Excepto la asignatura de segundo curso, todas, también la del doctorado, tenían una marcada orientación sintética. Junto a Torroja, que ejercía de jefe de una escuela de geometría sintética<sup>4</sup>, estaban en la Central sus

<sup>1</sup> *El doctorado español en matemáticas entre 1900 y 1921*. Aparecerá en un libro dedicado a la memoria de Mariano Hormigón (1946-2004), que será editado por la SEHCYT y la Universidad de Zaragoza.

<sup>2</sup> Se cursaba completa en Madrid, Barcelona y Zaragoza, y los dos primeros cursos en Sevilla y Granada.

<sup>3</sup> Eduardo Torroja Caballé (1847-1918), catedrático de Geometría Analítica en la Universidad de Valencia y, apartir de 1875 y hasta su jubilación en 1916, de Geometría Descriptiva en la Universidad Central.

<sup>4</sup> Véase MILLÁN [1991].

discípulos Jiménez Rueda<sup>5</sup> y Vegas<sup>6</sup>, además de Archilla Salido<sup>7</sup>. Las obras de Torroja [1899, 1904] eran los textos a seguir en el aprendizaje de la materia. La primera (escrita en colaboración con Vegas) se utilizaba durante la licenciatura y la segunda en el doctorado. Las obras de Vegas [1894, 1906, 1907] constituían el complemento analítico, lo que no es óbice para que se utilizaran otros textos clásicos del siglo XIX.

Cuando Torroja se jubiló en 1916, otros dos discípulos le sucedieron: Álvarez Ude<sup>8</sup> ocupó la cátedra vacante y Vegas acumuló la asignatura de doctorado, en la que explicó en parte la obra de Rey Pastor [1916], quien se había incorporado a la Central un par de años antes<sup>9</sup>. Al crearse en 1915 el Laboratorio y Seminario Matemático de la JAE, bajo la dirección de Rey Pastor, la mayor parte de las tesis doctorales se realizaron en dicho establecimiento<sup>10</sup>.

Las primeras tesis doctorales correspondientes al plan de 1900 aparecieron en el curso 1904-05. A partir del 30 de marzo de 1905 se cumplimentó el libro de *Certificaciones de Actas de Grados de Doctorado de 1904 a 1948* de la Universidad Central, la única que impartía dicho grado en el periodo que consideramos. Esta será la principal fuente de información de nuestro trabajo. Por brevedad, nos referiremos a él como *Libro de Certificaciones*. Gracias a que entonces era obligatorio imprimir las tesis doctorales para ser acreedor al título, hemos podido localizar en los repertorios de información bibliográfica dos tesis de geometría anteriores a la apertura de este libro, aunque no podemos asegurar que sean todas. También hemos localizado la versión publicada de cada tesis. Unas y otras aparecen referenciadas al final del trabajo.

A continuación, empezaremos exponiendo la distribución temporal de las tesis y los miembros de los tribunales que las juzgaron, luego pasaremos a describir cada una de ellas por orden cronológico.

## TESIS Y TRIBUNALES

Recogemos en total dieciséis tesis doctorales de geometría. De ellas, dos son previas al *Libro de Certificaciones*, la primera de 1903, correspondiente por tanto al plan viejo que acabó con el siglo, y otra de febrero de 1905, probablemente la primera del nuevo plan. De las catorce restantes, doce se defendieron entre 1905 y 1913, la época de Torroja, y cierran el elenco dos tesis de 1915 y 1917 respectivamente, ya en el periodo del LSM. Estas últimas tienen cierta continuidad con la herencia sintética de Torroja, pero con una nueva

<sup>5</sup> Cecilio Jiménez Rueda (1858-1950), catedrático de Geometría Métrica, que lo había sido de Geometría Analítica en Valencia. Su obra [JIMÉNEZ, 1908] era el texto oficial en Madrid de la geometría de primer curso. El programa de la asignatura lo publicó en 1902 y la primera edición del texto salió en los años 1903, 1904.

<sup>6</sup> Miguel Vegas y Puebla Collado (1865-1943), catedrático de Geometría Analítica, que lo había sido de Análisis Matemático en Zaragoza. Véase VEGAS [2000].

<sup>7</sup> Faustino Archilla Salido (1870-1939) compaginó la carrera docente, como catedrático de Geometría de la Posición en la Central, con diversos cargos políticos.

<sup>8</sup> José Gabriel Álvarez Ude (1876-1958), catedrático de Geometría Descriptiva sucesor de Torroja. Antes lo había sido en Zaragoza.

<sup>9</sup> Julio Rey Pastor (1888-1962), catedrático de Análisis Matemático 1º y 2º.

<sup>10</sup> Véase AUSEJO, MILLÁN [1989].

orientación. La primera, de Fernández Baños, fue dirigida por Rey Pastor y la segunda, de Íñiguez, por el recién llegado Álvarez Ude.

La tabla siguiente muestra las frecuencias anuales de las tesis doctorales de geometría del curso 1900-01 al 1920-21, clasificadas por años naturales, desde la primera en 1903 hasta la última en 1917. Para mayor claridad, indicamos entre paréntesis los años intermedios en los que no se defendió ninguna tesis de esta materia: 1904, 1907, 1914 y 1916. Además, las tesis se desglosan según las tres especialidades geométricas características del momento histórico español: métrica, analítica y de la posición. En el primer caso se trata de la geometría euclídea sintética tradicional, ampliada con sus elementos impropios e imaginarios. En segundo lugar figura la geometría con coordenadas, ya sea métrica o proyectiva. Y en el tercero se trata de la geometría también llamada entonces pura, es decir, la geometría proyectiva expuesta por el método sintético, incluidos asuntos métricos tratados como subproducto de la geometría proyectiva. Ya sean analíticas o sintéticas (éstas la mayoría) las tesis tratan con frecuencia de curvas algebraicas, especialmente cúbicas y cuárticas.

	Métrica	Analítica	Posición	Total
1903			1	1
(1904)				
1905	1	1	1	3
1906			1	1
(1907)				
1908	1	1	1	3
1909			1	1
1910		1		1
1911	1		1	2
1912			1	1
1913	1			1
(1914)				
1915			1	1
(1916)				
1917			1	1
<b>Total</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>9</b>	<b>16</b>

Se observa un claro predominio de la geometría sintética (métrica o de la posición), que corresponde a la llamada “escuela de Torroja”. Como veremos en las fichas de las tesis al final de este trabajo, todas las de geometría sintética excepto una, de tipo métrico aplicada a cinemática, fueron calificadas con sobresaliente, mientras que las de geometría analítica no pasaron del aprobado. Ni todas las sintéticas parecen del mayor nivel ni todas las analíticas de contenido ligero, más bien parece que hubiera un mandato: a la geometría sintética (Torroja) sobresaliente y a la analítica (Vegas) aprobado.

En la tabla siguiente aparecen los miembros de los dieciséis tribunales que juzgan las tesis. Los nombres de los jueces se despliegan por orden de aparición, indicando de

cada uno el primer año y el último de su presencia en los tribunales, así como el número de veces que ha actuado como presidente, vocal o secretario, con el número total de apariciones en la columna de la derecha. Se constata que Torroja fue el presidente mayoritario mientras estuvo en activo. Aunque no se jubiló hasta 1916, pasó enfermo sus últimos años, lo que explica que sólo actuara hasta 1913. Excepto en su primera aparición, siempre que perteneció a un tribunal fue presidente, y hasta su retirada de esta función sólo faltó a cuatro tesis, una de ellas de uno de sus hijos, lo que nos permitirá apreciar una década de especial “intensidad geométrica”, 1903-1913, bajo el liderazgo de Torroja. Los tres geómetras oficiales, Torroja, Vegas y Jiménez Rueda, copan los primeros puestos por el número de participaciones en los tribunales del doctorado con tema geométrico durante el periodo que consideramos. Al final del periodo aparecen una sola vez cada uno los geómetras Cámara y Álvarez Ude, recién llegados a Madrid en el momento de su intervención. Vemos a Rey Pastor una primera vez como secretario en 1911, cuando todavía era auxiliar con Torroja, y una segunda siendo ya catedrático de análisis. Hay otros analistas entre los miembros de los tribunales que antes habían ejercido como geómetras analíticos en otras universidades: Octavio de Toledo, Irueste, Villafañe<sup>11</sup>. También los hay vinculados a la astronomía y a la mecánica: León, Iñiguez, Ruiz-Castizo<sup>12</sup>.

Nombre	De	A	Pres.	Vocal	Secret.	Total
José Rodríguez	1903	1903	1			1
Eduardo Torroja	1903	1913	9	1		10
Eduardo León	1905	1909	1	5		6
Cecilio Jiménez Rueda	1905	1917		11	3	14
Martín Pastells	1908	1912			5	5
Miguel Vegas	1905	1917	1	13		14
Luis Octavio de Toledo	1905	1917	1	7		8
Faustino Archilla	1905	1917		4	6	10
José A. Irueste	1905	1910	1	2		3
José María Villafañe	1905	1905		1		1
Francisco Iñiguez	1908	1912	2	1		3
Julio Rey Pastor	1911	1915		1	1	2
José Ruiz Castizo	1913	1913		1		1
Sixto Cámara	1915	1915			1	1
José G. Álvarez Ude	1917	1917			1	1

<sup>11</sup> Luis Octavio de Toledo (1857-1934), catedrático de Análisis Matemático, antes de Geometría Analítica en Sevilla. José Andrés Irueste (1844-1915), catedrático de Cálculo Diferencial e Integral, antes de Geometría Analítica en Granada. José María Villafañe y Viñals (1831-1915), catedrático de Análisis Matemático 2º, antes de Análisis Matemático en Barcelona y de Geometría Analítica en Valencia.

<sup>12</sup> Eduardo León y Ortiz (1846-1910), catedrático de Geodesia en la Central y antes de Geometría Analítica en Granada y Valencia. Francisco Iñiguez Iñiguez (1853-1922), catedrático de astronomía de la Central y Director del Observatorio Astronómico. José Ruiz-Castizo y Ariza (1857-1929), catedrático de Mecánica Racional, desde 1896 en Zaragoza y en la Central a partir de 1905.

## TESIS DE GEOMETRÍA ENTRE 1900 Y 1921

A continuación se incluyen las fichas de cada una de las dieciséis tesis, por orden cronológico. Indicamos año (día y mes entre paréntesis), autor, título, materia, calificación y tribunal. La materia (métrica, analítica o de la posición) la indicamos a continuación del título con una inicial entre paréntesis cuadrados, seguida de la calificación que obtuvo la tesis. Todos los tribunales están formados por cinco miembros<sup>13</sup> que se citan en este orden: presidente, vocales y secretario. Se indican en algunos casos reseñas publicadas en revistas del momento. Se añade un resumen de cada tesis con algunos comentarios, indicando tan sólo las referencias en las que ya han sido objeto de estudios detallados<sup>14</sup>. También se da, cuando se puede, alguna indicación sobre el futuro profesional del doctor, remitiendo a bibliografías publicadas si se conocen.

En las referencias al final de este trabajo aparecen las tesis según su publicación, a veces algo alejada de la fecha de la defensa ante el tribunal. No debe extrañar que en ocasiones los títulos sean diferentes, pues el original presentado en la defensa podía corregirse, incluso ampliarse, con vistas a su publicación.

Señalemos finalmente que todos los doctores son varones. El acceso de la mujer al doctorado en matemáticas en España se produjo en 1927, cuando M<sup>a</sup> Carmen Sancho se doctoró, bajo la dirección de Plans<sup>15</sup>, en un tema de geometría diferencial relacionado con la teoría de la relatividad<sup>16</sup>.

**1903 (9/2) Pedro Archilla Salido.** Estudio de las propiedades principales de las líneas alabeadas y de los haces de planos no radiados de tercer orden [P, sobresaliente]. Tribunal: J. Rodríguez, E. Torroja, E. León, C. Jiménez, M. Pastells.

Resumen y comentarios: La tesis contiene los resultados de TORROJA [1904, Cap. IX] expuestos con igual método sintético pero con una secuencia lógica diferente. No menciona a Torroja ni a ningún otro autor.

Sobre el autor: Archilla (1882-1967) fue catedrático de matemáticas de los institutos de Soria, Ciudad Real, Ávila, Guadalajara y Cardenal Cisneros de Madrid.

**1905 (7/2) Rogelio Masip Pueyo.** Estudio de los complejos de rectas de primer grado y de segundo [P, sobresaliente]. Tribunal: E. Torroja, E. León, M. Vegas, L. Octavio de Toledo, C. Jiménez.

Reseñas: s.a. *Revista Trimestral de Matemáticas*, 5 (1905) 162-63.

Resumen y comentarios: No da referencias, pero cita en la introducción la geometría del movimiento de Schoenflies. Trata por método sintético las congruencias y los

<sup>13</sup> En 1919 pasaron a ocho, pero ya no hubo tesis de geometría entre esta fecha y 1921. Tratando un tema afín a la geometría, leyó Miguel Correa Arizmendi su tesis *Sobre las curvas de Jordan* el 27/6/1919, que fue calificado con sobresaliente por un copioso tribunal formado por el presidente L. Octavio de Toledo, los vocales M. Vegas, F. Íñiguez, J. Rey Pastor, J. G. Álvarez Ude, J. Ruiz Castizo, C. Jiménez y como secretario J. M<sup>a</sup> Plans.

<sup>14</sup> Véase ESPAÑOL [2003] para una recopilación de estudios recientes sobre la historia de la geometría española de la época.

<sup>15</sup> José M<sup>a</sup> Plans y Freyre (1878-1934), catedrático de Mecánica Racional, desde 1909 en Zaragoza y en Madrid a partir de 1917.

<sup>16</sup> Véase MILLÁN [1990 a].

complejos de rectas, incluidas relaciones métricas, y termina con aplicaciones a estática gráfica y geometría cinemática.

Sobre el autor: [ARAGÓN DE LA CRUZ, 1990].

**1905 (17/6) Enrique de Rafael Verhulst.** *Solución y discusión del problema de Malfatti y sus análogos* [M, sobresaliente]. Tribunal: E. Torroja, M. Vegas, L. Octavio de Toledo, C. Jiménez, F. Archilla.

Resumen y comentarios: Trata de la solución y discusión geométrica del problema de Malfatti. Expone la construcción de Steiner y las demostraciones de Hart, Schröter y Petersen, también la solución trigonométrica de Schellbach; luego resuelve algunas cuestiones relativas al problema propuestas por Schröter. A continuación adapta las soluciones anteriores al caso en que el triángulo se sustituye por tres círculos en una esfera y expone la solución de Godt al problema con tres círculos planos (generalización de Steiner). Finalmente plantea y resuelve el problema sobre una cuádrlica utilizando como elementos secciones planas de la misma. Completa el trabajo con una bibliografía de 14 entradas, que contiene el muy utilizado tratado de Rouché y Comberousse y artículos de revistas anteriores a 1880.

Sobre el autor: Barcelona, 1885 - Madrid, 1955. Jesuita vinculado a Terradas. De catedrático de Matemáticas en la Universidad de Barcelona pasó a ser un profesor relevante del I.C.A.I. en Madrid. Ingresó en la Academia de Ciencias en 1943. Esta institución le dedicó una sesión necrológica en 1985.

**1905 (11/12) Aurelio Arévalo Carretero.** *Estudio sobre la representación geométrica de las ecuaciones al variar el orden de las líneas de referencia: aplicación a un caso particular* [A, aprobado]. Tribunal: E. Torroja, J. A. Irueste, J. M<sup>a</sup>. Villafañe, M. Vegas, C. Jiménez.

Resumen y comentarios: Establece un sistema de coordenadas en el plano, basado en una circunferencia fija, y el cambio de coordenadas con el sistema cartesiano habitual. Verifica que las ecuaciones lineales en el sistema que define son curvas de grado seis en cartesianas, las llamadas conoides. Estudia también las ecuaciones de las rectas, que son de grado seis en las nuevas coordenadas. Repite este tipo de cálculos con las ecuaciones cuadráticas y las cónicas. El autor justifica este artificioso sistema de coordenadas, y otros similares, porque permiten estudiar sistemáticamente propiedades de familias particulares de curvas. Como referencia sólo menciona el libro de curvas del portugués Gómes Teixeira [1905], obra premiada por la Academia de Ciencias.

Sobre el autor: Fue el primer director de la Escuela Industrial de Valladolid.

**1906 (21/12) José Miguel Jiménez Jiménez.** *Aplicación de la correspondencia cuadrática al estudio de series y haces de cónicas* [P, sobresaliente]. Tribunal: E. Torroja, J. A. Irueste, E. León, L. Octavio de Toledo, F. Archilla.

Resumen y comentarios: En el primer capítulo el autor define la que llama correspondencia cuadrática entre dos planos proyectivos tomando dos puntos en cada uno de ellos y dando proyectividades entre los dos pares de haces de rectas que determinan, uno de cada

plano. Prueba que es una colineación y estudia otras configuraciones que conserva, incluida la tangencia y el orden superior de contacto, todo ello con método sintético. En el segundo capítulo aplica la correspondencia cuadrática a deducir propiedades de las series y haces de cónicas ya conocidas por otros medios. El trabajo carece de referencias.

Sobre el autor: Entre 1907 y 1910 fue profesor auxiliar de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Salamanca.

**1908 (9/3) Antonio Martín Mengod.** *Teoría cartesiana de las cúbicas circulares* [A, aprobado]. Tribunal: E. León, M. Vegas, L. Octavio de Toledo, C. Jiménez, F. Archilla.

Resumen y comentarios: Define las cúbicas circulares como ciertos lugares geométricos asociados a un círculo y una parábola, y caracteriza este tipo de curvas entre las cúbicas planas. Encuentra los focos de estas curvas y prueba que son analagmáticas respecto de los círculos que sirven para definir las. Luego discute la ecuación general (clasificación). Finalmente estudia varios tipos particulares, que son curvas bien conocidas en los catálogos al uso. El trabajo carece de referencias.

Sobre el autor: Fue catedrático de matemáticas en los institutos de Castellón, Málaga y Alicante.

**1908 (10/6) Octavio Zapater Carceller.** *Poliedros de cuatro dimensiones* [M, aprobado]. Tribunal: E. Torroja, F. Íñiguez, M. Vegas, L. Octavio de Toledo, C. Jiménez.

Resumen y comentarios: Una primera parte de la memoria está dedicada a dar, de modo analítico, una idea del hiperespacio (espacio de cuatro dimensiones y sus variedades lineales, que llama campos). En la segunda, geométrica, aborda el estudio de los poliedros del hiperespacio usando la fórmula de Stringham que generaliza la de Euler. El trabajo carece de referencias.

**1908 (26/6) Sixto Cámara Tecedor.** *Apuntes para la teoría geométrica de la línea cíclica* [P, sobresaliente]. Tribunal: E. Torroja, E. León, M. Vegas, C. Jiménez, M. Pastells.

Resumen y comentarios: Véase ESCRIBANO [2000].

Sobre el autor: Véase ESCRIBANO [2004].

**1909 (9/6) Julio Rey Pastor.** *Correspondencia entre formas de primera categoría y aplicación al estudio de algunas de segunda* [P, sobresaliente].

Tribunal: E. Torroja, E. León, M. Vegas, L. Octavio de Toledo, F. Archilla.

Resumen y comentarios: Véase MILLÁN [1990 b].

Sobre el autor: Véase MILLÁN [1988] y RÍOS et al. [1979].

**1910 (21/5) José Mingot Shelly.** *Estudio analítico de las líneas y superficies desarrollables, circunscritas a una cuádriga alabeada* [A, aprobado]. Tribunal: J. A. Irueste, M. Vegas, F. Archilla, C. Jiménez, M. Pastells.

Reseñas: D. Marín Toyos, ingeniero geógrafo, comenta la tesis publicada un año después con título diferente en *Revista de la Sociedad Matemática Española* 1 (1911/12) 67.

Resumen y comentarios: El doctorando expone las coordenadas hiperboloidales de Plücker (1847) sobre cuádricas alabeadas, que luego usa para estudiar cónicas y cúbicas

sobre dichas superficies. El autor menciona las referencias de geometría sintética y analíticas que ha utilizado.

Sobre el autor: Se doctoró siendo profesor auxiliar en la Facultad de Ciencias de la Central. En 1914 era profesor auxiliar de la Universidad de Sevilla.

**1911 (12/6) Ramón Ulldemolins Lana.** *Un ejercicio de geometría* [M, sobresaliente].

Tribunal: E. Torroja, M. Vegas, C. Jiménez, F. Archilla, J. Rey Pastor.

Resumen y comentarios: El doctorando expone la teoría de la rotación de los cuerpos de Poincaré, que da lugar a dos curvas, la polodia y la herpolodia, cuyas propiedades ayudan a conocer las del movimiento estudiado. El autor francés introduce su teoría de modo geométrico y estudia dichas curvas analíticamente. En la tesis se realiza el estudio de la polodia por vía puramente geométrica.

Sobre el autor: Fue catedrático de matemáticas del Instituto de Mahón. La tesis se publicó en 1925 como homenaje póstumo a su memoria.

**1911 (14/12) Antonio Torroja Miret.** *Estudio geométrico de la curvatura de las superficies alabeadas en general* [P, sobresaliente]. Tribunal: F. Íñiguez, M. Vegas, F. Archilla, C. Jiménez, M. Pastells.

Resumen y comentarios: La tesis versa sobre un tema muy tratado por el catedrático Torroja, padre del doctorando.

Sobre el autor: Tarragona, 1888 - Madrid, 1974. Fue catedrático de Geometría Descriptiva de la Universidad de Zaragoza, Rector de la Universidad de Barcelona y secretario de la Academia de Ciencias. Era también ingeniero de montes.

**1912 (30/1) Roberto Araujo García.** *Polaridad e inversión respecto de un triángulo triedro y tetraedro* [P, sobresaliente]. Tribunal: F. Íñiguez, M. Vegas, L. Octavio de Toledo, C. Jiménez, M. Pastells.

Resumen y comentarios: La tesis tardó ocho años en publicarse, dentro ya del LSM y con un agradecimiento a Rey Pastor y a Álvarez Ude por la ayuda de ellos recibida. Por consideraciones puramente geométricas estudia las transformaciones referidas en el título y los sistemas polares que determinan, así como las cónicas y cuádricas analagmáticas según dichas transformaciones.

Sobre el autor: Natural de Zaragoza (1888), en 1920 obtuvo la cátedra de Análisis Matemático de la Universidad de Valencia, de la que fue separado en las depuraciones que siguieron a la Guerra Civil.

**1913 (17/4) Estanislao Ruiz Ponsetí.** *Estudio de los lugares geométricos de los puntos de curvatura estacionaria en el cuadrilátero de manivela cilíndrica* [M, aprobado]. Tribunal: E. Torroja, M. Vegas, J. Ruiz Castizo, C. Jiménez, F. Archilla.

Resumen y comentarios: La tesis trata, con método sintético, de geometría cinemática aplicada a la teoría de las máquinas. Va de lo general a lo particular, comenzando por resumir los trabajos de Burmester y otros sobre el movimiento en su plano de un sistema plano y ciertas curvas de tercer orden que se generan. Luego estudia dichas curvas en el caso del cuadrilátero de manivela cilíndrica y, finalmente, se ocupa de un caso particular de éste.

Sobre el autor: Ingeniero y profesor auxiliar de Matemáticas en la Universidad de Barcelona. Dirigente del PSUC miembro del gobierno de la Generalitat durante la Guerra Civil. Fue uno de los exiliados fundadores del Ateneo Español en México.

**1915 (6/12) Olegario Fernández Baños.** *Construcción de espacios complejos contenidos en En y sus representaciones reales* [P, sobresaliente]. Tribunal: M. Vegas, C. Jiménez, F. Archilla, J. Rey Pastor, S. Cámara.

Reseñas: Referida a la tesis publicada dos años después con título diferente. *Revista Matemática Hispano-Americana 1* (1919) 161.

Resumen y comentarios: Tesis dirigida por Rey Pastor en el LSM, que reproduce y amplía el contenido sobre espacios complejos en [REY PASTOR, 1916]. Un avance fue comunicado al congreso de la Asociación Española para el Progreso de las Ciencias, Valladolid, octubre de 1915 [FERNÁNDEZ BAÑOS, 1916].

Sobre el autor: Véase [MARTÍNEZ, 1995].

**1917 (20/6) José María Íñiguez Almech.** *Notas para el estudio de una correspondencia geométrica* [P, sobresaliente]. Tribunal: L. Octavio de Toledo, M. Vegas, C. Jiménez, F. Archilla, J. G. Álvarez Ude.

Resumen y comentarios: Tesis dirigida por Álvarez Ude en el LSM. Un avance [ÍÑIGUEZ, 1919] fue comunicado al congreso de la Asociación Española para el Progreso de las Ciencias de Sevilla, un mes antes de la lectura de la tesis. Sturm estudió una correspondencia entre tres figuras elementales con aplicaciones a las cúbicas planas y a las superficies de tercer orden. En la tesis se sustituye una de las figuras por una involución cuadrática y se estudia la correspondencia que así resulta por método sintético y con comprobaciones analíticas. Se aplica la correspondencia al estudio de una superficie de cuarto orden con una recta doble y a diversas curvas asociadas a ella. Con esta superficie el doctorando encuentra un fallo en un teorema de Clebsch y Leman y explica las razones del error.

Sobre el autor: Nació en Madrid en 1897. Hijo del catedrático de astronomía antes citado porque figuró en algunos tribunales de tesis. Desde 1922 fue catedrático de Mecánica Racional en la Universidad de Zaragoza, y también de Matemáticas para Químicos (era licenciado y doctor en Químicas).

## REFERENCIAS CLASIFICADAS

### Textos de geometría

DARBOUX, G. (1873) *Sur une classe remarquable de courbes et de surfaces algébriques et sur la théorie des imaginaires*. Paris, Gauthier-Villars.

GOMES TEIXEIRA, F. (1905) *Memoria sobre curvas especiales notables*, Madrid, Academia de Ciencias.

JIMÉNEZ, C. (1908) *Lecciones de geometría métrica*. 2ª ed. Madrid, Lib. Gral. de Victoriano Suárez.

- REY PASTOR, J. (1916) *Fundamentos de la geometría proyectiva superior*. Madrid, Junta para Ampliación de Estudios.
- TORROJA, E. (1899) *Tratado de geometría de la posición y sus aplicaciones a la teoría de la medid.* Madrid, Establecimiento tipográfico de G. Juste.(2ª ed. 1909)
- TORROJA, E. (1904) *Teoría geométrica de las líneas alabeadas y las superficies desarrollables.* Madrid.
- VEGAS, M. (1894) *Tratado de geometría analítica.* Madrid, Establecimiento tipográfico de G. Juste.
- VEGAS, M. (1906) *Tratado de geometría analítica.* T.1, 2ª ed. Madrid, Tipografía Fortanet.
- VEGAS, M. (1907) *Tratado de geometría analítica.* T.2, 2ª ed. Madrid, Tipografía Fortanet.

### Actas de las tesis doctorales

*Libro de Certificaciones de Actas de Doctorado de 1904 a 1949.* Archivo de la Universidad Complutense de Madrid.

### Relación de las tesis por su publicación

- ARCHILLA, P. (1903) *Estudio de las propiedades principales de las líneas alabeadas y de los haces de planos no radiados de tercer orden.* Sigüenza, Imprenta de Pascual Box, 46 pp.
- ARÉVALO, A. (1906) *Estudio sobre la representación geométrica de las ecuaciones al variar el orden de las líneas de referencia: Aplicación á un caso particular.* Segovia, Tipografía de Segundo Rueda, 38 pp.
- ARAUJO, R. (1920) *Inversión y polaridad en un triángulo y tetraedro.* Publicaciones del Laboratorio y Seminario Matemático, Tomo IV, Memoria 1ª.
- CÁMARA, S. (1909) *Apuntes para la teoría geométrica de las líneas cíclicas de cuarto orden y primera especie.* Zaragoza, Tipografía de Emilio Casañal. (También, en dos fragmentos, en *Anales de la Facultad de Ciencias de Zaragoza*, 1908 y 1909).
- FERNÁNDEZ BAÑOS, O. (1917) *Estudio sintético de los espacios complejos de  $n$  dimensiones.* Madrid, Junta para la Ampliación de Estudios, Publicaciones del Laboratorio y Seminario Matemático, Tomo II, Memoria 1ª, 80 pp.
- ÍÑIGUEZ, J. M. (1919) *Estudio de una correspondencia geométrica.* Junta para la Ampliación de Estudios. Publicaciones del Laboratorio y Seminario Matemático. Tomo III, Memoria 3º. pp. 103-199.
- JIMÉNEZ, J. M. (1907) *Aplicación de la correspondencia cuadrática al estudio de series y haces de cónicas.* Madrid: Imprenta Gabriel López del Horno, 29 pp.
- MARTÍN, A. (1915) *Las cúbicas circulares en coordenadas cartesianas.* Valencia, Imp. Doménech y Taroncher, 58 pp.
- MASIP, R. (1905) *Estudio de los complejos de rectas de primer grado y de segundo.* Zaragoza, Tipografía de Emilio Casañal, 61 pp.
- MINGOT, J. (1911) *Coordenadas hiperboloidales y su aplicación al estudio de las cónicas y cúbicas contenidas en una cuádrlica alabeadas.* Madrid, Imprenta Alemana, 55 pp.

- RAFAEL, E. de (1906) *Solución y discusión del problema de Malfatti y sus análogos*. Barcelona, Imp. de la Casa Provincial de Caridad, 38 pp.
- REY PASTOR, J. (1910) *Correspondencia de figuras elementales con aplicación al estudio de las figuras que engendran*. Madrid, 96 pp.
- RUIZ PONSETÍ, E. (1914) *Estudio de los lugares geométricos de los puntos de curvatura estacionaria en el cuadrilátero de manivela cilíndrica: aplicación al mecanismo de biela y manubrio*. Barcelona, Fidel Giró Impresor, 24 pp.
- TORROJA MIRET, A. (1913) *Estudio geométrico de la curvatura de las superficies alabeadas en general*. Madrid, Estº Tipº Editorial. (También en *Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Madrid*, 1912).
- ULLDEMOLINS, R. (1925) “Un ejercicio de geometría”, *Revista Matemática Hispano-Americana*, 7, 160-164, 190-202 y 230-232.
- ZAPATER, O. (1909) *Estudio de los poliedroides tetradimensionales regulares: pentaedroide, octacroide, hexadecaedroide*. Barcelona, Vda. Domingo Casanovas, 66 pp.

### Fuentes secundarias

- ARAGÓN DE LA CRUZ, F. (1990) “El entorno académico-cultural del discurso *Los matemáticos españoles del siglo XVI*, Oviedo, curso 1913-14”. En L. Español (ed.) *Estudios sobre Julio Rey Pastor (1888-1962)*. Logroño, Instituto de Estudios Riojanos, 173-180.
- AUSEJO, E., MILLÁN, A. (1989) “La organización de la investigación matemática en España en el primer tercio del siglo XX: El Laboratorio y Seminario Matemático de la Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas (1915-1983)”. *LLULL*, 12, 261-308.
- ESCRIBANO BENITO, J. J. (2000) *Estudio histórico de la obra matemática de Sixto Cámara Tecedor (1878-1964) en el contexto de la matemática española*. Logroño, Universidad de La Rioja (Tesis Doctoral).
- ESCRIBANO BENITO, J. J. (2004) *Sixto Cámara: biografía de un matemático*. Logroño, Instituto de Estudios Riojanos.
- ESPAÑOL, L. (2003) “Avances en la historia de la geometría contemporánea española durante el último cuarto de siglo”, *LLULL*, 26, 809-836.
- FERNÁNDEZ BAÑOS, O. (1916) “Representaciones reales de los espacios complejos en n dimensiones”. En: *Congreso de la Asociación Española para el Progreso de las Ciencias (Valladolid 1915)*, Tomo III, Madrid, Imprenta Fortanet, 119-130.
- ÍÑIGUEZ, J. M. (1919) “Investigación de una nueva correspondencia geométrica”, *Actas del Congreso de la Asociación Española para el Progreso de las Ciencias*, Tomo III, Madrid, Imprenta de E. Arias, 34-36.
- MARTÍNEZ, M. V. (1995) *Olegario Fernández-Baños. Apuntes para una biografía*. Logroño, Gráficas Ochoa.
- MILLÁN GASCA, A. (1988) *El matemático Julio Rey Pastor*. Logroño, CUR / IER.
- MILLÁN GASCA, A. (1990 a) “Sobre la incorporación de la mujer a la actividad científica en España: la primera doctora en matemáticas”. En R. Codina, R. Llobera (eds.)

- Història, Ciència i Ensenyament*. Barcelona, E. U. del Professorat d'E. G. B. / SEHCYT, 505-5015.
- MILLÁN GASCA, A. (1990 b) *La obra geométrica de Julio Rey Pastor*. Zaragoza, Universidad de Zaragoza. (Tesis doctoral).
- MILLÁN GASCA, A. (1991) "Los estudios de geometría superior en España en el siglo XIX", *LLULL*, 14, 117-186.
- RÍOS, S., SANTALÓ, L. A., BALANZAT, M. (1979) *Julio Rey Pastor matemático*, Madrid, Instituto de España.
- VEGAS MONTANER, J. M. (2000) "Miguel Vegas, la pasión por la geometría". En M<sup>a</sup>. C. Escribano Ródenas (coord.) *Matemáticos madrileños*. Madrid, Anaya, 231-255.

# LO PEQUEÑO Y LO INFINITO

MARY SOL DE MORA CHARLES  
ICREA-UPC / UPV-EHU

## RESUMEN

*La relación entre lo pequeño y lo infinito ha sido siempre más conflictiva que la idea de lo infinitamente grande. Casi todas las civilizaciones que nos precedieron fueron capaces de pensar en lo infinito, aunque acabaran rechazándolo por las dificultades que ello acarrea, como sucedió en el caso de la Grecia clásica: un universo infinito carente de límite, a pesar de que algunos pitagóricos eran capaces de defenderlo.*

*Entre los matemáticos, lo infinitamente pequeño, que tan útil resultó para el cálculo infinitesimal del siglo XVII, fue rechazado posteriormente con la afirmación de que sólo existe un infinito, el "grande". Pero también esta idea será discutida en el siglo XX por Robinson y otros autores. Lo que sí es claro es que la función que desempeña el concepto de lo pequeño, lo imperceptible o lo infinitesimal en muchos ámbitos de la ciencia e incluso en la vida cotidiana, es enorme. En el terreno de la filosofía y de la ciencia, autores como Descartes, Leibniz o Peirce se enfrentaron con este arduo problema con resultados diversos, que se analizarán en la comunicación propuesta.*

**Palabras clave:**

## ABSTRACT

*The connection between small and infinite has always been more troubled than the idea of the infinitely large. Almost all civilizations preceding us were able to think the infinity, even if they refused it in the end on account of the difficulties that it occasions, as was the case of classic Greece: only some Pythagorics dared to support an infinite universe without limits.*

*Among mathematicians, the infinitely small, which was so useful for infinitesimal calculus in the XVIIth century, was rejected afterwards with the assertion that there is only one infinite, the “great” one. But Robinson and others should also dissent from this idea in the XXth century.*

**Keywords:**

La relación entre lo pequeño y lo infinito ha sido siempre más conflictiva que la idea de lo infinitamente grande. Casi todas las civilizaciones que nos precedieron fueron capaces de pensar en lo infinito, aunque acabaran rechazándolo por las dificultades que ello acarrea, como sucedió en el caso de la Grecia clásica, con un universo infinito carente de límite, a pesar de que algunos pitagóricos eran capaces de defenderlo.

Entre los matemáticos, lo infinitamente pequeño, que tan útil resultó para el cálculo infinitesimal del siglo XVII, fue rechazado posteriormente con la afirmación de que sólo existe un infinito, el “grande”. Pero también esta idea será discutida en el siglo XX por Robinson y otros autores. Lo que sí es claro es que la función que desempeña el concepto de lo pequeño, lo imperceptible o lo infinitesimal en muchos ámbitos de la ciencia e incluso en la vida cotidiana, es enorme. Gran cantidad de problemas se resuelven con acciones de ese infinitesimal tamaño que producen los grandes efectos que otras acciones masivas no conseguirían. Entre el error y la exactitud no hay una diferencia enorme, una gran distancia; el “espacio” que separa la materia de la energía, la vida de la muerte, la belleza de la fealdad, el bien del mal no es un abismo sin fondo aunque tampoco sabemos si es un punto o un intervalo (diminuto) pero existen muchos ejemplos de que no es posible matar moscas a cañonazos.

En el terreno de la filosofía y de la ciencia, autores como Descartes, Leibniz o Peirce se enfrentaron con este arduo problema con resultados diversos, que se analizarán en la comunicación propuesta.

Leibniz gustaba de citar la anécdota, cierta o inventada, de la reina que encargó a un cortesano incrédulo que buscara en el jardín dos hojas iguales, lo cual por supuesto no consiguió, a pesar de una larga y concienzuda búsqueda. Este es un ejemplo de la impresión general de que las diferencias entre cosas diferentes han de ser grandes, notables, evidentes o palpables y que las diferencias pequeñas son por el contrario inexistentes o en cualquier caso, irrelevantes. No obstante dos hojas de un mismo árbol se diferencian en pequeños detalles, pero esos detalles son definitivos, decisivos, puesto que identifican a cada hoja como un ente especial y único, distinto de todos los demás. Unas diferencias minúsculas que provocan una diferencia fundamental, enorme. Y no sólo por la diferencia de lugar o posición que Leibniz evoca para demostrar que, en cualquier caso, si dos hojas ocuparan el

mismo lugar serían la misma, sino porque esa imposibilidad lógica y metafísica implica no sólo el lugar que la hoja entera ocupa en el jardín o en el árbol, o en el universo, sino el lugar que cada una de sus partes ocupa con referencia a las demás. Incluso probablemente, la forma en que sus mónadas o partículas metafísicas sin masa de ordenan y se organizan es también distinta y ello porque las mónadas que constituyen cada hoja son diferentes por completo.

El problema del lugar, por su parte, nos conduce al problema del movimiento que viene como condición del cambio de lugar desde los comienzos de la filosofía, y el movimiento nos enfrenta enseguida con el infinito, ya sea en la forma de series infinitas o de sumas infinitas o en la forma de división infinita. Esta última nos traslada a la investigación de los indivisibles y la composición del continuo y al intento de superar las paradojas de Zenón, que como todos sabemos versan sobre el movimiento.

De ese modo, autores como Pascal llegarán a la conclusión contraria a Galileo: el libro del universo es ilegible. Galileo en cambio, aunque reconocía que nos movemos entre los infinitos y los indivisibles (*Discorsi*), los unos incomprensibles para nuestro entendimiento por razón de su enormidad y los otros por razón de su pequeñez, decía que la razón humana no quiere abstenerse de navegar entre ellos.

Pascal por su parte, en *De l'Esprit Géométrique* (1657-8) se declaraba vencido: "hay propiedades comunes a todas las cosas y el conocimiento de ellas abre la mente a las más grandes maravillas de la naturaleza. La principal de aquellas incluye a los dos infinitos que se encuentran en todas las cosas, lo infinitamente grande y lo infinitamente pequeño y esto se puede aplicar al movimiento, al número, al tiempo y al espacio. Estos dos infinitos, según Pascal, la naturaleza los ofrece a los hombres, no para ser concebidos sino para ser admirados. También en las *Pensées* (frag.199) dice: "creemos naturalmente que somos más capaces de alcanzar el centro de las cosas que de abrazar su circunferencia, y la extensión visible del mundo es más grande que nosotros. Pero como nosotros somos a nuestra vez más grandes que las cosas pequeñas, pensamos somos más capaces de dominarlas y sin embargo no es necesaria menos capacidad para dominar la nada que el todo. En cualquier caso se requiere una capacidad infinita y me parece que cualquiera que haya comprendido los principios últimos de las cosas también puede conseguir conocer (la existencia, se entiende, del) el infinito. Lo uno depende de lo otro y lo uno lleva a lo otro... Tenemos que conocer nuestras limitaciones. Somos algo y no somos todo. El ser que tenemos nos oculta el conocimiento de los primeros principios, que surgen de la nada y la pequeñez de nuestro ser oculta de nuestra vista al infinito.

Nuestra tendencia es encontrar más claro el cero que el infinito, siendo como son ambos convenciones, creaciones humanas, y por esta inadvertencia hemos tenido a lo largo de la historia muchas dificultades con conceptos como el del vacío. Una prueba de nuestro tradicional desprecio de lo infinitamente pequeño es que Dios siempre se representa como infinitamente grande y tenemos muy pocos ejemplos de consideración positiva de lo pequeño en nuestro siglo XX. Como la idea de una galaxia en el collar de un gato, que aparecía en la película de ciencia-ficción *Los Hombres de Negro*.

Pero también encontramos muchos autores que sí valoraron este concepto, entre ellos Leibniz.

Descartes reconoce la importancia de no reparar los errores con acciones masivas, pero no se lo aplica a sí mismo. En esa especie de autobiografía que inicia el discurso del método nos propone un comportamiento que se nos antoja lleno de buen sentido:

*“Verdad es que no vemos que se derriben todas las casas de una ciudad con el unico propósito de reconstruirlas de otra manera y de hacer más hermosas las calles; pero vemos que muchos particulares mandan echar abajo sus viviendas para reedificarlas, y muchas veces son forzados a ello cuando los edificios están en peligro de caerse por no ser ya muy fuertes los cimientos.*

*Así sucede con muchas de nuestras ideas recibidas de diversas enseñanzas y experiencias:*

*Ante cuyo ejemplo llegué a persuadirme de que no sería en verdad muy sensato que un particular se propusiera reformar un Estado cambiándolo todo desde los cimientos, y derribándolo para enderezarlo; ni aún siquiera reformar el cuerpo de las ciencias o el orden establecido en las escuelas para su enseñanza: pero, por lo que toca a las opiniones, a las que hasta entonces había dado mi crédito, no podía yo hacer nada mejor que emprender de una vez la labor de suprimirlas, para sustituirlas luego por otras mejores o por las mismas, cuando las hubiera ajustado al nivel de la razón.”*

Es decir, que en el orden político o social Descartes recorta la libertad del pensador pero en el orden especulativo, lo que él llama opiniones, para hacerlas pasar más fácilmente como un relativo valor, ahí sí se puede derribarlo todo de un manotazo y volverlo a construir “ajustado al nivel de la (mi) razón”. Y así, una vez provisto de una moral provisional, se lanza a rehacer todo el sistema del pensamiento, y como sabemos construye una maquinaria en la que todo se supone enlazado, de la física a la metafísica, y con la que se tiene respuesta a cualquier cuestión, sea la anatomía humana o las leyes del choque o la existencia y características de Dios. Desgraciadamente, la reconstrucción no resulta acertada más que en unos pocos puntos aislados. Como ejemplo de su pensamiento, podemos ver el salto que efectúa de las ideas a lo “realmente existente”, en este caso, Dios y el Mundo en el Discurso del Método y la importancia extraordinaria que concede al proceso de intuición o visión.

La observación de lo diminuto, de lo extraordinariamente pequeño es a veces inconsciente, de ahí que se le pueda suponer y llamar, erróneamente, “insignificante”. Así lo destaca Peirce: “la retroducción se basa en la confianza de que entre la mente del que razona y la naturaleza existe una afinidad suficiente para que las tentativas de adivinar no sean totalmente vanas, a condición de que todo intento se compruebe por comparación con la observación”<sup>1</sup>. Insiste sobre ello en otro lugar: “según la doctrina de las probabilidades, sería prácticamente imposible a cualquier ser viviente adivinar por pura casualidad la causa de un fenómeno... no cabe duda razonable de que la mente del hombre, por haberse desarrollado bajo la influencia de las leyes de la naturaleza, piensa en cierto modo según pautas de la naturaleza”<sup>2</sup> Esta posición en cierto modo cartesiana garantiza para Peirce que el uso de la

<sup>1</sup> Peirce, Charles Sanders: *Collected Papers of Charles S. Peirce*, ed. de Ch.Hartshorne, P. Weiss & A.W. Burks, 8 vols. Cambridge, Mass. Harvard U.P.(I, 121)

<sup>2</sup> Peirce, Charles Sanders: “Guessing”, *The Hound and Horn*, 2, 267-282.(269)

abducción puede ser correcto en las situaciones contingentes, entre las que se cuenta la ciencia. La intuición de Descartes es comprensible, porque es algo tan evidente y por otro lado, es tan discutible, por eso la solución cartesiana, no confesada, será que sólo **mi** intuición es fiable, no la de cualquiera. Y Pearson sigue siendo cartesiano cuando dice que una hipótesis se forma por un acto de insight, de certeza interna, que “la sugerencia abductiva viene a nosotros como un destello” (5.181) La abducción, o el primer paso del razonamiento científico y el único tipo de argumento que da lugar a una idea nueva, es un instinto que depende de la percepción inconsciente de conexiones entre diferentes aspectos del mundo, dice Sebeok citando todavía a Peirce<sup>3</sup>. Y en otro lugar, dice Peirce (5: 171-2):

La abducción es el proceso de formación de hipótesis explicativas. Es la única operación lógica que introduce una idea nueva; puesto que la inducción no hace otra cosa que determinar un valor y la deducción se limita a desarrollar las consecuencias necesarias de una pura hipótesis.

La deducción prueba que algo **debe** ser; la inducción muestra que algo **es realmente** operativo; la abducción se limita a sugerir que algo **puede ser**.

Un hombre tiene que estar rematadamente loco para negar que la ciencia ha hecho muchos descubrimientos auténticos. Pero todo elemento individual de una teoría científica válido hoy se debe a la abducción.

Probablemente, para los que no están familiarizados con las peculiares ideas de Peirce, es oportuno exponer aquí algunas de las diferencias que él plantea entre abducción o hipótesis e inducción y de la diferencia que ambas tienen con la deducción. El ejemplo citado por los Sebeok en el artículo de 1983 es quizá el más imaginativo y comprensible:

En un pedazo de papel rasgado aparece un escrito anónimo. Se sospecha que el autor es determinada persona. Se registra su escritorio, al que sólo él ha tenido acceso, y se encuentra un trozo de papel, cuyo borde rasgado encaja a la perfección, en todas sus irregularidades, con el borde del papel en cuestión. Parece justo sacar la inferencia hipotética de que el sospechoso ha sido realmente el autor del escrito. La base de tal inferencia es, evidentemente, el hecho de que es improbable en extremo que dos pedazos de papel rasgados encajen por casualidad. Por consiguiente, entre un gran número de inferencias de este tipo, sólo una proporción muy pequeña sería engañosa. La analogía entre hipótesis e inducción es tan grande que algunos lógicos las han confundido. La hipótesis ha sido llamada inducción de caracteres. Un número de caracteres pertenecientes a un tipo determinado se encuentran en un objeto dado; de lo que se infiere que todos los caracteres de ese tipo pertenecen al objeto en cuestión. Este razonamiento implica sin duda el mismo principio que la inducción; aunque en forma modificada. En primer lugar, los caracteres no son susceptibles de una simple enumeración como los objetos; en segundo lugar, los caracteres se agrupan en categorías. Cuando formulamos una hipótesis como la del pedazo de papel, examinamos sólo una serie de caracteres, o tal vez dos o tres, y no tomamos ningún espécimen de las otras series. Si la hipótesis no fuera más que una inducción, todo lo que estaríamos justificados de concluir, en el ejemplo anterior, sería que los dos pedazos de papel que encajaban en las

<sup>3</sup> Sebeok, Thomas A. & Umiker-Sebeok, Jean: “Ya conoce usted mi método” en Eco y Sebeok (eds.): *El signo de los tres. Dupin, Holmes, Peirce*, 1983, 1989, trad. esp. Lumen, Barcelona.

irregularidades examinadas también encajarían en otras irregularidades, digamos más sutiles. La inferencia de la procedencia a partir de la forma del papel es precisamente lo que distingue la hipótesis de la inducción, y hace de ella un paso más atrevido y más peligroso. (2.632)

En un ensayo de 1868<sup>4</sup>, “Some consequences of Four Incapacities”, Peirce sostiene que un ser humano no puede llevar a cabo un acto psíquico del tipo que sea y desde luego un acto cognoscitivo, sin recurrir a los tres tipos de razonamiento: inducción, abducción y deducción, y ello tanto en la vida cotidiana como en la actividad científica.

<sup>4</sup> Citado por Bofantini y Proni, ver nota.



**MEDICINA**

---



# TRANSMISIÓN, APROPIACIÓN Y ELABORACIÓN DEL SABER, A PROPÓSITO DE LA CLASIFICACIÓN TERAPÉUTICA DE AMALIO GIMENO Y CABAÑAS

MARCELO FRÍAS NÚÑEZ  
UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID

## RESUMEN

*Abordamos la propuesta terapéutica de Amalio Gimeno y Cabañas en su Tratado Elemental de Terapéutica, centrándonos en la identificación de sus referentes europeos -especialmente franceses-. Transmisión del conocimiento, apropiación de sus postulados y elaboración de ese saber, conforman el marco conceptual que aplicamos en este análisis.*

**Palabras clave:** *Amalio Gimeno y Cabañas, Terapéutica, Apropiación, Transmisión, Elaboración, Medicina, España, Francia.*

## ABSTRACT

*We approached the therapeutic proposal of Amalio Gimeno y Cabañas in their Elementary Treaty of Therapeutic, centering to us in the identification of their referring European -specially French-. Transmission of the knowledge, appropriation of their postulates and elaboration of that knowledge, conform the conceptual frame that we applied in this analysis.*

**Keywords:** *Amalio Gimeno y Cabañas, Therapeutic, Appropriation, Transmission, Elaboration, Medicine, Spain, France.*



I. Dentro de los intercambios científicos y de la influencia europea, especialmente francesa, que estuvieron presentes en los círculos médicos españoles a lo largo del siglo XIX y primeros años del siglo XX, presentamos en el siguiente decálogo una primera aproximación a la labor de Amalio Gimeno y Cabañas<sup>1</sup>. La labor de Gimeno ha quedado un tanto *olvidada* tras la interesante aportación, en los años 80 del siglo pasado, de José Luis Fresquet -que abordó en un trabajo, ciertamente pionero, una síntesis biográfica, así como un acercamiento a las líneas fundamentales de su pensamiento científico como catedrático de Terapéutica<sup>2</sup>. Nos centraremos en esta ocasión en la propuesta terapéutica de Gimeno en su Tratado más conocido<sup>3</sup> y especialmente en la identificación de sus referentes del otro lado de los Pirineos.

Gimeno se doctoró en Medicina en 1874 con una tesis sobre *Los fundamentos para la clasificación de las enfermedades*. Tras doctorarse en Medicina fue primero director de Baños y Aguas Minerales, y obtuvo seguidamente la cátedra de Patología General y Anatomía Patológica en la Universidad de Santiago. Pasó por Valladolid como catedrático y desde allí a la Universidad de Valencia, donde ocupó la cátedra de Terapéutica desde 1877, antes de trasladarse a Madrid donde en 1888 fue nombrado catedrático de Higiene en la Universidad Central y desde donde posteriormente tendría cada vez más una mayor involucración en la vida política, tras haber sido diputado a Cortes y senador por la Universidad, llegando a ocuparse de distintos ministerios<sup>4</sup>.

<sup>1</sup> Trabajo realizado en el marco del proyecto de Investigación HUM 2004-02907 "La institucionalización científica del siglo XIX: repercusión en la sociedad española y relaciones con Francia", financiado por la Dirección General de Investigación del Ministerio de Educación y Ciencia de España.

<sup>2</sup> FRESQUET FEBRER, J.L. (1985) "Amalio Gimeno, catedrático de Terapéutica de la Universidad de Valencia (1877-1888), estudio introductorio de la reedición de FERRAN, J., GIMENO, A. y PAULI, I. (1886) *La inoculación preventiva contra el cólera morbo asiático*, editada por la Conselleria de Sanitat y Consum de la Generalitat Valenciana.

<sup>3</sup> GIMENO Y CABAÑAS, A. (1877-1880) *Tratado elemental de terapéutica, materia médica y arte de recetar*, 2 vols., Valencia.

<sup>4</sup> Amalio Gimeno fue diputado a Cortes por Alcira en 1886 y senador en 1893. Su carrera política le llevaría a estar al frente de ministerios como el de Instrucción Pública y Bellas Artes -con López Domínguez-, de Marina con García Prieto, de Gobernación con el conde de Romanones o de Fomento con Allendesalazar. Véase el trabajo de José Ramón Urquijo, accesible en: [http://www.ih.csic.es/lineas/jrug/diccionario/gabinetes/m5\\_alfonso13.htm](http://www.ih.csic.es/lineas/jrug/diccionario/gabinetes/m5_alfonso13.htm).

Durante la etapa de Amalio Gimeno como catedrático en la Universidad de Valencia aparecen los dos volúmenes de su Tratado de Terapéutica, desde donde aborda los postulados teóricos de la clasificación de los medicamentos, en una de las propuestas más significativas -junto con la de Vicente Peset y Cervera<sup>5</sup>, también catedrático en Valencia- en cuanto a tratados terapéuticos, en la recta final del siglo XIX y primeros años del siglo XX.

II. “En el campo de la terapéutica Amalio Gimeno es quizás el primer representante de la nueva terapéutica de base experimental”, después de los primeros trabajos publicados durante el sexenio revolucionario por Alonso y Rodríguez, Carbó de Aloy y Arruti. El propio *Tratado* de Gimeno ha sido considerado como “un compendio que incorpora todas las novedades de la época bajo el prisma de la nueva mentalidad experimental”<sup>6</sup>.

Gimeno presenta una estructura clásica al abordar los distintos aspectos terapéuticos. Encontramos un primer acercamiento histórico, breve y preciso, marcando las características principales que en fechas determinadas han marcado la evolución de la aplicación de una técnica o el uso de un medicamento concreto. A continuación, lo que constituye la parte más extensa de sus lecciones, Gimeno recoge las principales propuestas de los que él considera autores más significativos, para terminar con la parte aparentemente más personal, en la que toma partido e indica la que él considera más conveniente. Esta última parte, breve, es la que en principio debería servirnos de guía a la hora de establecer la propuesta que hace Gimeno. Sin embargo, consideramos que la parte central de sus lecciones, en las que da un amplio repaso a autores y teorías, es asimismo significativa de su inclinación. Si bien, a veces ésta no aparece manifiestamente, a través de sus citas y la propia elección de autores, podemos intentar establecer las bases de su posterior discurso.

En este sentido, es donde nos intentamos ayudar, como guía de reflexión metodológica, de esta triada conceptual que hemos definido como: transmisión, apropiación y elaboración del conocimiento. Gimeno, en su condición de profesor, actúa como transmisor de conocimiento, como punto intermedio entre un saber de referencia -el de sus fuentes, debidamente elegidas y seleccionadas- y un público de llegada que actúa como receptor: en principio sus alumnos, pero también el conjunto de la comunidad académica y sanitaria que iban a utilizar sus obras. Apropiación y elaboración son los dos conceptos quizá claves en nuestra propuesta en la medida que nos preguntamos sobre el nivel de influencia de los distintos autores en la presentación de Gimeno. ¿En qué medida Gimeno hace suyas -es decir, se apropia, de las indicaciones de sus fuentes-? ¿Hasta qué punto *absorbe* estas referencias? ¿Cómo están presentes en su elaboración y presentación final, previas a la transmisión de ese conocimiento?

Sobre su vida y primeras actividades políticas: SALCEDO, E. (1906) “Excmo. Dr. D. Amalio Gimeno, Ministro de Instrucción Pública y Bellas Artes”, en *Revista Valenciana de Ciencias Médicas*, 8, p. 225; citado por FRESQUET, op. cit., p. 20.

<sup>5</sup> PESET Y CERVERA, V. (1910) *Terapéutica, materia médica y arte de recetar; con hidrología médica*, 2 tomos, 2ª edición, Valencia. Ver también: PESET Y CERVERA, V. (1910) *Discurso leído en el paraninfo de la Universidad Literaria de Valencia... con motivo de la colocación del retrato del Excmo. Sr. Dr. D. Amalio Gimeno y Cabañas*, Tipografía Moderna, Valencia.

<sup>6</sup> FRESQUET, op. cit., p. 21 y 24.

III. Gimeno hace una amplia revisión de autores y propuestas en el tema de la terapéutica farmacológica general, que la utiliza a manera de introducción a las distintas farmacologías especiales. Introducción conceptual, en la medida en que juega el papel de “norma para la ordenación en el estudio de los medicamentos”.

“Todas las clasificaciones que pueden registrarse desde tiempos remotos hasta nuestros días son defectuosas”<sup>7</sup>. Con esta frase, que encontramos en el inicio de sus “principios generales de clasificación de los medicamentos”, Amalio Gimeno evidencia, desde un primer momento, si no su desconfianza, sí al menos su toma de distancia sobre los intentos de ordenación terapéutica. En esta postura está presente su convicción de la dificultad de clasificar -tanto en Terapéutica como en Patología-, dificultad que estaría condicionada en la “falta de una base exacta, bien definida e igual para todos los objetos que se clasifican”<sup>8</sup>. Y la crítica directa que está en la base de esta falta, la encontramos también desde estas primeras indicaciones: “las clasificaciones de los medicamentos han obedecido siempre al criterio doctrinal o sistemático que han seguido los autores”<sup>9</sup>.

Este *distanciamiento* que Gimeno presenta hacia las clasificaciones, está también en consonancia con su propio escepticismo terapéutico<sup>10</sup>, presente incluso en su fuerte crítica al “afán de operar”<sup>11</sup>.

Los numerosos criterios que podemos encontrar a lo largo de la historia a la hora de clasificar los medicamentos son agrupados en dos grandes bases por Gimeno. De un lado el grupo que incluye el estudio del medicamento en sí, por su caracteres intrínsecos. De otro, “el estudio de la relación que existe entre el medicamento y el organismo, o sea el estudio de su acción”.

IV. Dentro del primer grupo, Gimeno incluye las clasificaciones llamadas “organolépticas, naturales, químicas y físicas”. En las “organolépticas” hace referencia a todas aquellas que se rigen por caracteres como el olor, color y sabor. Clasificación que, como sabemos, se consideraba superada en el siglo XIX pero que siguieron utilizando ciertos autores. En este sentido hay referencias a una clasificación de 1829 -clasificación de Greewes- en la que se seguían dividiendo los medicamentos en Inodoros y Olorosos.

V. La clasificación natural sigue la línea marcada por las clasificaciones zoológicas y botánicas. A favor, especialmente en la clasificación botánica, se destaca el hecho de existir muchas familias vegetales entre las que encontramos plantas que actúan de manera similar sobre el organismo; pero en contra también se encuentra el hecho de que hay plantas de la misma familia que poseen distintas propiedades -la patata y la belladona, por ejemplo, pertenecen las dos a las solanáceas, pero ejercen una acción diferente sobre el organismo-.

<sup>7</sup> GIMENO Y CABAÑAS, A. (1877-1880) *Tratado elemental... op. cit.*, vol. 2, p. 7.

<sup>8</sup> Idem.

<sup>9</sup> Idem.

<sup>10</sup> GIMENO CABAÑAS, A. (1883) *El escepticismo en terapéutica*, R. Ortega, Valencia; recogido en FRESQUET, op. cit., p. 22.

<sup>11</sup> “...No convirtamos al enfermo, digno de lástima y de atención, en un *caso curioso*. Háganse en buen hora las grandes operaciones... pero háganse con lógica terapéutica... después de haber sentado sólidamente las bases de la indicación...”, GIMENO, A. (1883) “El afán de operar”, en *La Crónica Médica*, Tomo VII, p. 132.

Entre los referentes que le sirven de guía encontramos a Linneo<sup>12</sup>, pero la influencia francesa se pone de manifiesto asimismo a través de De Candolle<sup>13</sup>.

VI. La clasificación química viene defendida por el hecho de que la mayor parte de los medicamentos actúan precisamente de una manera química. Parece por tanto, lógico que la base química fuera la más aceptable. Sin embargo, las dificultades para definir la composición de algunas sustancias no permite incluirlas en un grupo determinado. La constatación del desconocimiento de las funciones de alguno de los medicamentos incluidos en esta clasificación plantean asimismo reservas sobre ella.

VII. En cuanto a las clasificaciones físicas, Gimeno apenas les dedica unas líneas, pues considera que “en realidad no hay ninguna”. Si quedan vestigios en la nomenclatura: términos como “desobstruentes”, “absorbentes”, “dinamóforos”...

VIII. Dentro del segundo grupo, tomando como guía la manera de actuar del medicamento, Gimeno nos presenta dos grandes divisiones: clasificaciones fisiológicas y terapéuticas -que son las clasificaciones que Fonssagrives<sup>14</sup>, otra de las referencias que están presentes en esta *reconstrucción* de Gimeno, había denominado en Francia con el término “biológicas”-.

Al abordar las clasificaciones fisiológicas, Gimeno hace una llamada sobre los clásicos: así nos encontramos a Hipócrates, Galeno, Escuela de Salerno, Paracelso,... enlazando con Brown<sup>15</sup>, Broussais<sup>16</sup> y Rasori, mucho más cercanos en el tiempo. Si indagamos en las propuestas de estos autores, vamos a encontrar una similitud de planteamientos conceptuales, más allá de la diferencia de contenidos.

<sup>12</sup> El naturalista sueco Carl Von Linnée, conocido en el mundo de lengua hispánica como Linneo, que desarrolló la nomenclatura binómica para clasificar y organizar animales y plantas. LINNEO, C. (1735) *Sistema natural* (Original en latín: *Systema naturae*)

<sup>13</sup> Augustin Pyrame de Candolle -1778-1871-, suizo de nacimiento pero de formación francesa, fue ayudante de George Cuvier en el Collège de France y se le encargó de la revisión de la Flora francesa, de Jean-Baptiste Lamarck. DE CANDOLLE, A. (1824-1874) *Introducción al sistema natural del reino vegetal* (Original publicado en latín: *Prodromus Systemis Naturalis Regni Vegetabilis*).

<sup>14</sup> Jean Baptiste Fonssagrives cuenta con una vasta faceta de escritor. Entre sus libros encontramos algunos con un evidente objetivo divulgador y otros especialmente dedicados al tema de las aplicaciones, tanto sobre los principios y aplicaciones terapéuticos generales como sobre algunos aspectos más particulares -como es el caso del alimento y su empleo como medicamento-: FONSSAGRIVES, J. B. (1876) *Dictionnaire de la santé ou repertoire d'hygiène pratique a l'usage des familles et des écoles*, Paris; FONSSAGRIVES, J. B. (1875) *Principes de thérapeutique générale ou le médicament étudié aux points de vue physiologique, posologique et clinique*, Paris; FONSSAGRIVES J.B. (1878) *Traité de thérapeutique appliquée, basé sur les indications suivi d'un précis de thérapeutique et de posologie infantiles et de notions de pharmacologie usuelle sur les médicaments signalés dans le cours de l'ouvrage*, 2 vols., Paris, Delahaye, Montpellier; FONSSAGRIVES, J. B. (1867) *Hygiène alimentaire des malades, des convalescents et des valétudinaires, ou de régime envisagé comme moyen thérapeutique*, Paris.

<sup>15</sup> La obra y propuestas de John Brown circularon muy tempranamente en lengua francesa: BROWN (an VI-1798) *Doctrine médicale simplifiée ou éclaircissement et confirmation du nouveau système de médecine de Brown*, 2 vols, par le docteur Weikard..., avec les notes de Joseph Frank..., traduit de l'italien par René-Joseph Bertin, Paris; BROWN (1805), *Nouvelle doctrine de Brown*, traduit de l'italien par J. J. Lafont-Gouzi, Paris; BROWN (an XIV-1805) *Éléments de médecine*, traduits de latin et de l'anglais, par R. J. Bertin, Paris.

<sup>16</sup> François-Joseph-Victor Broussais.

Brown, el médico de Edimburgo mantenía en el siglo XVIII que la debilidad o la estimulación inadecuada del organismo era la causa de la enfermedad, admitiendo solamente medicamentos “estimulantes” y “debilitantes”. En este sentido la estimulación se incrementaba con tratamientos irritantes junto con importantes dosis de medicamentos.

Dicotomismo patológico que encontramos también en el siglo XIX desde Francia con Broussais, aunque contrario al de Brown en la medida en que potenciaba especialmente el uso de los debilitantes, manteniendo “que la mayoría de las enfermedades eran producidas por un exceso de irritación”<sup>17</sup>. Por su parte, desde Italia, Rassori, convencido browniano, presenta un sistema similar al de Broussais, dividiendo los medicamentos en “estimulantes” y “contraestimulantes”, subdividiendo a su vez estas clases en diversos grupos atendiendo al órgano influenciado por la acción del medicamento<sup>18</sup>.

Creemos que es necesario recalcar estas influencias y este dicotomismo en las clasificaciones de los medicamentos, pues, aunque combatido desde diferentes frentes a lo largo del siglo XIX, de una u otra manera, aunque de una forma más racional, iba a estar presente en las posteriores clasificaciones fisiológicas, especialmente después de la apuesta experimental de François Magendie y de Claude Bernard<sup>19</sup>. Los elegidos por Gimeno en este tipo de clasificación son fundamentalmente Rabuteau<sup>20</sup> y el ya mencionado Fonsagrives. Este último aparece como uno de los autores-clave a la hora de entender el pensamiento científico de Gimeno.

Fonsagrives defiende una “clasificación eminentemente fisiológica” y divide los medicamentos en tres grandes clases: a) “etiocratiques” (es decir, los que combaten la causa de la enfermedad) (por ejemplo la “santonina” para combatir problemas intestinales); b) “biocratiques” (los que modifican fisiológicamente una función) (por ejemplo, el café, para excitar las funciones cerebrales); y c) “nosoyetiques” (los que producen una verdadera enfermedad) (por ejemplo, la cantaridina, para producir una inflamación).

El inconveniente que Gimeno ve en todas las clasificaciones fisiológicas es “el de que la acción del medicamento no es una acción única, sino un conjunto de acciones unas más importantes que otras la mayor parte de las veces” y que en muchas ocasiones no podemos situar un medicamento concreto ya que puede incluirse con la misma razón en grupos diferentes. (ejemplo del Opio: 1- acción sobre la sensibilidad, siendo causa del sueño; 2- acción sobre los intestinos, haciendo menor su secreción; 3- acción sobre el sudor, aumentando la secreción del sudor).

<sup>17</sup> BROUSSAIS, F-J-V. (1816) *Examen de la doctrine médicale, généralement adptée et des systèmes modernes de nosologie*, Paris. Críticas al sistema de Brown en el Artículo primero, pp. 116-140.

<sup>18</sup> Giovanni Rasori elaboró la teoría del “controstimoli”, derivada del brounismo. El contraestimulante de Rasori era un elemento activo presente en el organismo que disminuía la excitabilidad. RASORI, G. (1830) *Opusculi di medicina clinica*, 2 vols. Milano. Sobre Rasori, véase el reciente trabajo del profesor italiano Giorgio Cosmacini: COSMACINI, G. (2002) *Il medico giacobino. La vita e i tempi di Giovanni Rasori*, Editori Laterza.

<sup>19</sup> Gimeno publicó en 1878 en el primer volumen de la Crónica Médica una necrológica sobre Claude Bernard, en la que se declara fiel seguidor de sus ideas. FRESQUET, op. cit., p. 21.

<sup>20</sup> RABUTEAU, A. (1872) *Eléments de thérapeutique et de pharmacologie*, Paris. Una traducción española de esa misma fecha: *Elementos de terapéutica y farmacología*, Madrid.

IX. Por último, en cuanto a las clasificaciones terapéuticas, aunque en principio basadas en los efectos terapéuticos de los medicamentos, la mayor parte son mixtas, es decir, fisiológicas y terapéuticas al mismo tiempo. En este grupo Gimeno sigue la clasificación quizás más difundida en la segunda parte del siglo XIX: la de Trousseau y Pidoux<sup>21</sup>. De Trousseau, el catedrático de Clínica Médica, especialmente a través de la experiencia de su trabajo en el Hospital del Hotel-Dieu, de París, ampliamente difundido en Europa y con traducciones también al castellano<sup>22</sup>.

X. ¿Y cuál es el camino que toma finalmente Amalio Gimeno? Con todas estas referencias de base, Gimeno va a presentar su propuesta, decidiéndose por la clasificación fisiológica, optando por el estudio de la acción de los agentes farmacológicos y dejando de lado los higiénicos y los quirúrgicos. Así, va a dividir los medicamentos en dos grandes clases: 1) Obrando sobre el organismo y 2) Sobre las causas o los productos patológicos. En la primera clase va a ir agrupando, por tanto, el conjunto de medicamentos que modifican las funciones (digestión, secreciones, generación, circulación, nutrición...), mientras que en la segunda aparecerán los que actúan contra organismos extraños (antiparasitarios, antisépticos) y los que modifican la composición de los humores (neutralizantes químicos). Por si aún nos quedara alguna duda de la *elección francesa* en la opción clasificatoria de Gimeno, además de todos los referentes que venimos citando, encontramos ahora un evidente seguimiento de la propuesta de Gubler<sup>23</sup> a propósito de sus comentarios terapéuticos a la farmacopea francesa.

Madrid-Cádiz-Puerto Real  
Septiembre-2005

<sup>21</sup> TROUSSEAU, A. et PIDOUX H. (1868) *Traité de thérapeutique et de matières médicales*. 2 vols., Paris.

<sup>22</sup> TROUSSEAU, A. (1861) *Clínica médica del Hotel-Dieu de París*, 2 vols. Madrid. (*Clinique médicale de l'Hôtel-Dieu de Paris*, Paris, 1860); TROUSSEAU, A. (1866) *Clínica médica del Hotel-Dieu de París*, 3 vols., vertida al castellano por Eduardo Sánchez y Rubio, Madrid. (*Clinique médicale de l'Hôtel-Dieu de Paris*, 2 volumes. Paris, J. B. Baillière, 1861-1862).

<sup>23</sup> GUBLER, A. (1868) *Commentaires thérapeutiques du codex medicamentarius ou histoire de l'action physiologique et des effets thérapeutiques des médicaments inscrits dans la pharmacopée française*. Paris. (1ª ed. francesa, en 1868; 2ª ed. franc. en 1874, edición española en 1877: Comentarios terapéuticos del *Codex medicamentarius*, traducido de la 2ª edición francesa, Madrid. De Gubler, también: GUBLER, A. (1880) *Cours de thérapeutique*, Paris -según la transcripción de su curso a cargo de un alumno, Ancelin, Cours de thérapeutique professé à la Faculté de médecine, Paris, 1880. Published posthumously by Dr. Bordier-.

## REFERENCIAS

- BROUSSAIS, F-J-V. (1816) *Examen de la doctrine médicale, generalmente adaptée et des systèmes modernes de nosologie*, Paris.
- BROWN, *Nouvelle doctrine de Brown*, traduit de l'italien par J. J. Lafont-Gouzi, Paris, 1805.
- BROWN, *Éléments de médecine*, traduits de latin et de l'anglais, par R. J. Bertin, Paris, an XIV-1805.
- BROWN, *Doctrine médicale simplifiée ou éclaircissement et confirmation du nouveau système de médecine de Brown*, 2 vols, par le docteur Weikard..., avec les notes de Joseph Frank..., traduit de l'italien par René-Joseph Bertin, Paris, an VI-1798.
- COSMACINI, G. (2002) *Il medico giacobino. La vita e i tempi di Giovanni Rasori*, Editori Laterza.
- DE CANDOLLE, A. (1824-1874) *Introducción al sistema natural del reino vegetal* (Original publicado en latín: *Prodromus Systemis Naturalis Regni Vegetabilis*).
- FONSSAGRIVES, J. B., *Hygiène alimentaire des malades, des convalescents et des valétudinaires, ou de régime envisagé comme moyen thérapeutique*, Paris, 1867.
- FRESQUET FEBRER, J.L. (1985) "Amalio Gimeno, catedrático de Terapéutica de la Universidad de Valencia (1787-1888), estudio introductorio de la reedición de FERRAN, J., GIMENO, A. y PAULI, I. (1886) *La inoculación preventiva contra el cólera morbo asiático*, editada por la Conselleria de Sanitat y Consum de la Generalitat Valenciana, pp. 19-26.
- GIMENO Y CABAÑAS, Amalio, *Tratado elemental de terapéutica, materia médica y arte de recetar*, 2 vols., Valencia, 1877-1880.
- GIMENO, A. (1883) "El afán de operar", en *La Crónica Médica*, Tomo VII, Valencia, pp. 129-132.
- GIMENO Y CABAÑAS, A. (1883) *El escepticismo en terapéutica*, R. Ortega, Valencia.
- GUBLER, A. (1868) *Commentaires thérapeutiques du codex medicamentarius ou histoire de l'action physiologique et des effets thérapeutiques des médicaments inscrits dans la pharmacopée française*. Paris. (1ª ed. francesa, en 1868; 2ª ed. franc. en 1874, edición española en 1877: *Comentarios terapéuticos del Codex medicamentarius*, traducido de la 2ª edición francesa, Madrid).
- GUBLER, A. (1880) *Cours de thérapeutique*, Paris -según la transcripción de su curso a cargo de un alumno, Ancelin, *Cours de thérapeutique professé à la Faculté de médecine*. Paris, 1880. Published posthumously by Dr. Bordier-.
- LINNEO, C. (1735) *Sistema natural* (Original en latín: *Systema naturae*)
- PESET Y CERVERA, V. (1910) *Terapéutica, materia médica y arte de recetar, con hidrología médica*, 2 tomos, 2ª edición, Valencia.
- PESET Y CERVERA, V. (1910) *Discurso leído en el paraninfo de la Universidad Literaria de Valencia... con motivo de la colocación del retrato del Exmo. Sr. Dr. D. Amalio Gimeno y Cabañas*, Tipografía Moderna, Valencia
- RABUTEAU, A. (1872) *Éléments de thérapeutique et de pharmacologie*, Paris.
- RASORI, G. (1830) *Opusculi di medicina clinica*, 2 vols. Milano.

- SALCEDO, E. (1906) “Excmo. Dr. D. Amalio Gimeno, Ministro de Instrucción Pública y Bellas Artes”, en *Revista Valenciana de Ciencias Médicas*, 8, p. 225
- TROUSSEAU, A. (1861) *Clinica médica del Hotel-Dieu de Paris*, 2 vols. Madrid. (*Clinique médicale de l'Hôtel-Dieu de Paris*, Paris, 1860); TROUSSEAU, A. (1866) *Clinica médica del Hotel-Dieu de Paris*, 3 vols., vertida al castellano por Eduardo Sánchez y Rubio, Madrid. (*Clinique médicale de l'Hôtel-Dieu de Paris*, 2 volumes. Paris, J. B. Baillière, 1861-1862).
- TROUSSEAU, A. et PIDOUX H. (1868) *Traité de thérapeutique et de matières médicales*. 2 vols., Paris.
- URQUIJO, J. R. «Reinado de Alfonso XIII», en :  
[http://www.ih.csic.es/lineas/jrug/diccionario/gabinetes/m5\\_alfonso13.htm](http://www.ih.csic.es/lineas/jrug/diccionario/gabinetes/m5_alfonso13.htm)

# JOSÉ GÓMEZ-PLANA Y EL ESTADO SANITARIO DEL DISTRITO MÉDICO DE LA PALMA (CÁDIZ, 1929)

FRANCISCO HERRERA RODRÍGUEZ  
ESCUELA UNIVERSITARIA DE CIENCIAS DE LA SALUD, UNIVERSIDAD DE CÁDIZ

## RESUMEN

*El presente estudio está incardinado en la línea de investigación que venimos desarrollando en los últimos años sobre el estado y la organización sanitaria en el Cádiz de la primera mitad del siglo XX.*

*En esta ocasión nos centramos en la tesis doctoral del médico gaditano José Gómez-Plana y Conte (1903-1987), que fue defendida en Madrid en marzo de 1928 y publicada en 1929. El título de la tesis es "Topografía, urbanismo e higienización del distrito médico de La Palma, del Barrio de la Viña de Cádiz. Esta tesis es el fruto de la labor de José Gómez-Plana como médico de la Beneficencia Municipal, y estudia en la misma las condiciones de vida de los obreros del citado Distrito y problemas acuciantes como el alcoholismo, la sífilis, la tuberculosis, etc.; subrayando que buena parte de las enfermedades y defunciones no son admisibles por tratarse de "enfermedades evitables".*

*Abordamos pues, en este trabajo, el estudio de la citada tesis doctoral, ya que es un documento de gran interés para entender el estado sanitario del Cádiz de la época.*

**Palabras clave:** *Historia de la Medicina, Historia de la Sanidad, Alcoholismo, Tuberculosis, Sífilis, Cádiz, Siglo XX.*

## ABSTRACT

*The present study belongs to our wider investigation about sanitary conditions and organization in Cadiz in the first middle of 20th century.*

*We centre our interest on the doctoral thesis of the gaditan physician José Gómez Plana y Conte (1903-1987) called "Topography, urbanism and hygiene of medical district*

*of La Palma, in La Viña neighbourhood in Cadiz". This thesis was defended in Madrid in 1928 and published in 1929. Gómez Plana worked as a doctor at public Beneficence. He worried about working class of the district: living conditions, alcoholism, syphilis, tuberculosis, vaccinations, etc. He emphasizes the high morbidity and mortality and the fact that most part of them could be prevented.*

**Keywords:** *History of Medicine, History of Sanity, Alcoholism, Tuberculosis, Syphilis, Cadiz, 20th Century.*

*A la Memoria de Antonio Orozco y Mariano Hormigón.*

En este trabajo coinciden las dos líneas de investigación que hemos cultivado en los últimos años: la primera sobre las tesis doctorales realizadas por los médicos gaditanos (Herrera, 1987) y la segunda sobre el estado y la organización sanitaria en la primera mitad del siglo XX (Herrera, 1996; 1997; 1999; 2005). En esta ocasión nos centramos en la tesis doctoral del médico gaditano José Gómez-Plana y Conte (1903-1987) (véase figura 1), defendida en la Universidad Central de Madrid el día 23 de marzo de 1928, aunque la publicación de la misma no se hizo efectiva hasta 1929, con el título de *Topografía, urbanismo e higienización del distrito médico de la Palma, del Barrio de la Viña de Cádiz*. Una obra que enlaza con la que redactó su padre, el pediatra Bartolomé Gómez Plana<sup>1</sup>, en 1894, titulada *Memoria de la Junta Municipal de Sanidad* (Herrera, 1998), incluso con la labor de otros médicos que trabajaron por el mejoramiento de la sanidad gaditana como, por ejemplo, Benito Alcina Rancé, José Ramón de Torres Martínez, Antonio Urtubey Pastorino, Juan Luis Höhr, Ángel A. Ferrer y Cagigal, Leonardo Rodrigo Lavín, etc. No en vano algunos de los citados, como es el caso de Antonio Urtubey o de Rodrigo Lavín, participaron con su labor docente en la formación de este médico gaditano, que terminó su periplo en la Facultad de Medicina de Cádiz en 1925 con el premio extraordinario de la licenciatura; circunstancia que sin duda alentó, además del casi seguro estímulo paterno, a que culminara en Madrid su expediente académico con la defensa de la citada tesis doctoral, ante un tribunal presidido por Tomás Maestre, y con la que sólo obtuvo la calificación de aprobado<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Precisamente el padre de José Gómez-Plana, el citado pediatra Bartolomé Gómez Plana, fallece en el año 1928, año en que nuestro doctorando defiende en Madrid su tesis (Cf. Herrera, 2000).

<sup>2</sup> Cf. Expediente de doctorado de José Gómez-Plana y Conte. Universidad Complutense de Madrid. Archivo Histórico, Expedientes académicos. Medicina. Caja 287. Por la calificación recibida pensamos que algunos puntos de esta tesis pudieron ser cuestionados por algunos miembros del tribunal que la juzgó; como, por ejemplo, algunas cifras referidas a la superficie de Cádiz o del Distrito de la Palma, o bien algunas carencias bibliográficas o quizás la matizada defensa de Gómez-Plana de la "ley seca" en la lucha contra el alcoholismo. Lamentablemente en el expediente del doctorado no aparecen apuntes de las cuestiones que le fueron planteadas al doctorando.

A lo largo de su carrera profesional, José Gómez-Plana, ejerció como médico de la Beneficencia Municipal en el Barrio de la Viña y como médico de la Casa de Socorro. Se especializó en Pediatría, siguiendo los pasos de su padre, y ejerció la especialidad en el contexto de la Beneficencia Municipal y años más tarde en el seno de la Seguridad Social (Grosso, 1978). No se debe olvidar que después de la Guerra Civil, entre 1942 y 1946, ejerció la presidencia del Colegio de Médicos de Cádiz, institución en la que previamente desarrolló tareas de secretario y de presidente en funciones. Esta institución colegial la hemos estudiado en dos trabajos previos, subrayando la labor cultural que en estos años de la posguerra se llevó a cabo en el seno de la misma, a la vez que se abrían y cursaban expedientes de depuración a profesionales sanitarios de la provincia de Cádiz (Herrera y Cabrera, 2001; Cabrera y Herrera, 2004).

Al día de hoy, en función de nuestra labor heurística, pensamos que la tesis doctoral de Gómez-Plana es una de sus escasas publicaciones, ya que a lo largo de su trayectoria profesional creemos que se decantó de una forma clara por la labor asistencial, cultivando poco la vertiente investigadora y publicística. La tesis de Gómez-Plana puede incluirse dentro de la Higiene Social y es el fruto de su trabajo de dos años como médico de la Beneficencia Municipal en el Distrito médico de la Palma, en el popular barrio de la Viña, puesto privilegiado para observar las condiciones de vida de los obreros del citado barrio de Cádiz. Efectivamente, en 1927 y 1928, nuestro autor aparece como “médico de ascenso” entre los integrantes del Cuerpo Médico Municipal (Pro, 1927; 1928)<sup>3</sup>. En 1927, Gómez-Plana, cuenta con 24 años de edad, y ha vivido siendo estudiante y en sus primeros años profesionales los cambios políticos de la Dictadura de Primo de Rivera (González, 2005; Millán, 1993).

En el contexto gaditano, en 1927, se produjo un relevo en la alcaldía que pasó de manos de Agustín Blázquez a las de Ramón de Carranza (Piñeiro, 1998). Al margen de las interpretaciones políticas, como bien ha indicado Marchena Domínguez, la Dictadura de Primo de Rivera tuvo la peculiaridad “*de aportar un puñado de proyectos económicos a Cádiz y su provincia*”; en Cádiz, tanto el alcalde Blázquez como el alcalde Carranza llevan a cabo una cuidadosa y planificada remodelación urbanística, mejorando calles, plazas y edificios, potenciando a su vez la industria naval e inaugurando nuevos monumentos (Suárez Japón, 2002). De hecho, el propio Gómez-Plana resalta en su tesis el nuevo sistema

<sup>3</sup> En 1928 el *Cuerpo Médico Municipal* de Cádiz está integrado por: Decano del Cuerpo Médico: Enrique Rousselet Lalanne; Médico de término: Carlos Gieb Boullón; Médicos de ascenso: José L. Madero, Juan Calbo Pino, José Gaona Puerto, José Jiménez Lebrón, Juan Soldevilla, José Agudo, Juan Reina, Pedro Noriega, Antonio Suffo, Manuel de los Reyes, Fernando Quiñones Domínguez, José Gómez-Plana Conte, Jorge González Villega, Ramón Ventín González. En la Casa de Socorros de Extramuros trabajan los médicos: José L. Quintero Hidalgo y Ramón Ventín González. Los practicantes de la Beneficencia Municipal son Juan Álvarez Montesinos, Francisco Moreno Brenes, Domingo Paredes Valverde, Enrique Ordaz Caballero, Gonzalo Valle Gómez, Salvador Davín del Pozo, Eduardo LLinas Cerote y José Lerate Rivas. Las matronas titulares son Daría de la Torre Coca y Carmen Ortiz Canora. Y en el Laboratorio Municipal trabajan: Director: Lucio Bascuñana García; Jefe de la Sección Química: Germán Muñoz Beato; Jefe de la Sección Micrográfica: Victoriano Lenzano Neira; Auxiliar de la Sección Química: Joaquín Navarro Abelenda; Auxiliar de la Sección Micrográfica: Evaristo Puerta Sánchez; Oficial 3º: Benito Boó. Y los Veterinarios Municipales son José Aquino Arnosa y Luis del Pino, ambos interino. El Director de la estufa de desinfección es Antonio Suffo Ramos. Y el Inspector Provincial de Sanidad de Cádiz en estas fechas es Eustaquio González Muñoz (Datos tomados de Pro, S. (1928, pp. 86, 90, 122).

de alcantarillado que en estas fechas se construye “*en toda la población*”. Efectivamente, la construcción del nuevo alcantarillado se inició, tras su aprobación en el Pleno del Ayuntamiento de 30 de abril de 1928, y a pesar de algunas dificultades, fue concluido en año y medio, en octubre de 1929 (Piñeiro, 1998). Asimismo, en octubre de 1927, el alcalde Ramón de Carranza organizó un servicio médico a domicilio para familias sin recursos con guardias las 24 horas del día (Piñeiro, 1998).



Figura 1: José Gómez-Plana y Conte (1903-1987)

Téngase en cuenta también que durante la etapa de Primo de Rivera se aprobó, en marzo de 1924, la propuesta de Calvo Sotelo de *Estatuto Municipal*, estableciendo la ley de competencias municipales en varias materias, entre las que se encuentra la sanitaria. Compruébese que en el *Reglamento de 9 de febrero Sanidad Municipal* de 1925 se establece entre las obligaciones de los Ayuntamientos las siguientes: el agua potable, la eliminación de excrementos, la higiene de la vivienda, la política sanitaria de la alimentación, la prevención de las enfermedades infecciosas y epidemias, la asistencia benéfica y la inspección sanitaria, creándose además el cuerpo de inspectores municipales de sanidad (Piñeiro, 1998; (Marsset et al, 1997; Abella, 1930). De todas formas no puede olvidarse que ya en la *Instrucción General de Sanidad Pública* de 1904 se apuntaba que entre las funciones de los inspectores municipales de sanidad están las de practicar una visita mensual a las escuelas públicas o privadas; visitar los mercados, tiendas, puestos y demás lugares de ventas; realizar periódicamente el reconocimiento de las aguas potables; recoger las estadísticas que los médicos libres y titulares de su demarcación les envíen mensualmente; promover la extirpación de los focos infecciosos y dar informes sobre habilitación higiénica de las viviendas particulares que se construyan en poblaciones de más de 15.000 habitantes, etc. (Herrera, 1997). También es necesario recordar que una *Real Orden de 8 de marzo* de 1917 aprobó el *Reglamento de Higiene General de la ciudad de Cádiz*, que fue publicado en 1918, con 13 capítulos y un apéndice sobre el *Régimen de hospitalización en Cádiz de los enfermos infecto-contagiosos*. Esta normativa local se ocupa también de los funcionarios de la sanidad, de las enfermedades contagiosas, de las condiciones higiénicas de las viviendas, de las industrias, de los establecimientos de enseñanza, del suministro de agua, de la vigilancia de los alimentos y de la Beneficencia en relación con las profesiones sanitarias (Herrera, 1997).

En este contexto, pues, se desenvuelve Gómez-Plana en el Distrito médico de la Palma y en su consiguiente investigación de carácter sanitario, teniendo muy presente durante su labor médica y durante la redacción de la tesis las normativas de la etapa de

Primo de Rivera que tratan de reforzar la sanidad municipal. Una tesis doctoral que tiene su punto de partida en la observación diaria de la dura realidad del Distrito médico de la Palma; una realidad marcada por la miseria, la existencia de familias enteras de sifilíticos, de “*tuberculosos abiertos*” que no cumplen los preceptos básicos del aislamiento y una “*mortalidad exagerada*” por enfermedades evitables<sup>4</sup>. De la observación, pues, de esta cruda realidad parte el impulso que motiva a José Gómez-Plana a elaborar esta tesis de higiene social, que ofrece datos sobre la población del Distrito y sus medios de vida, las viviendas, y la existencia de enfermedades como la tuberculosis, la sífilis y el alcoholismo. Analizamos a continuación cada uno de estos puntos.

## 1. POBLACIÓN, MEDIO AMBIENTE, MEDIOS DE VIDA Y VIVIENDAS

Cádiz en 1928 tiene una población de hecho de 76.718 habitantes. El Distrito médico de la Palma en estos años se encuentra vertebrado en una docena de calles: Portería de Capuchinos, San Nicolás, Consolación, Arriacruz, Lubet, San Félix, Jesús, María y José, Ángel, San Leandro, San Bernardo, Santa Catalina, Duque de Nájera y parte de Primo de Rivera (Pro, 1928; Gómez-Plana, 1929; Pro, 1933). En estas calles viven unas 650 familias, de las cuales 564, en el año 1927, se encuentran inscritas en el padrón benéfico, y precisamente son las que Gómez-Plana utiliza para su estudio. Obsérvese, pues, que el 86,76% de las familias de este Distrito están acogidas a la Beneficencia Municipal, lo cual supone ya un dato muy significativo para entender la situación socio-sanitaria del mismo. Según los cálculos de Gómez-Plana la población de este Distrito es en estas fechas aproximadamente de 2.820 “individuos”, con una densidad de población de 94 habitantes por kilómetro cuadrado, cifra superior a la del resto de Cádiz que suma 82 y la del conjunto del país que en 1920 es de 42,26. Estos números aportan otro dato importante: el hacinamiento existente en general en la ciudad de Cádiz y muy particularmente en el Distrito médico de la Palma.

Estas circunstancias contrastan, en cambio, con la buena distribución rectilínea de las manzanas y el “*aire vivificador*” de la playa próxima que, según nuestro doctorando, impregna y vivifica a sus habitantes. Sin embargo, al médico gaditano no se le escapa que el inconveniente de las viviendas es su “*indefensión contra el viento*”, sobre todo contra el viento del sur, “*intensamente cargado de humedad*”. Además se debe sumar a esta circunstancia la mala pavimentación de las calles, con un empedrado gastado y desigual, que facilita la retención de las inmundicias.

<sup>4</sup> En su tesis Gómez-Plana ofrece datos de nacimientos y defunciones en el Distrito del quinquenio 1923 a 1927. En total apunta para el quinquenio 704 nacimientos y 622 defunciones. Desagregadas las defunciones por años encontramos: 1923: 102; 1924: 208; 1925: 102; 1926: 101; 1927: 109. Llama la atención, pues, las 208 defunciones del año 1924. En el citado quinquenio, Gómez-Plana observa una mayor mortalidad infantil en los meses de junio y sobre todo en agosto; mientras que los ancianos y los enfermos de tuberculosis fallecen sobre todo en los meses de marzo y diciembre. Ofrece también datos de la mortalidad y de los nacimientos en Cádiz de los años 1922 a 1926. Nacimientos: 1922: 2.086; 1923: 2.232; 1924: 2.195; 1925: 1.908; 1926: 2.171. Y en cuanto a las defunciones apunta las siguientes: 1922: 1.930; 1923: 1.998; 1924: 2.096; 1925: 1.818; 1926: 1.850. Cifra relativa de los nacidos vivos por 1.000 habitantes: 1922: 25,10; 1923: 26,20; 1924: 24,95; 1925: 22,76; 1926: 25,95. Cifra relativa de las defunciones por 1.000 habitantes: 1922: 24,95; 1923: 25,65; 1924: 25,60; 1925: 23,39; 1926: 23,78 (Cf. estos datos en las páginas 11-12 de la tesis doctoral de Gómez-Plana).

Gómez-Plana se ocupa también de los medios de vida y de las viviendas de los habitantes de este Distrito. La mayor parte de la población obrera, “*quizá la mitad*”, vive de la pesca. Una manera de vivir que aporta dinero escaso, alimentación (en caso de que no se haya vendido el producto) y enfermedades. Este último punto requiere alguna matización:

*“...del pescador joven que sucumbe al frío, a la bronconeumonía, a la pleuresía, al hambre, en una palabra, por la misérrima venta de unos kilos de pescado”.*

En cuanto a la vivienda del obrero suele ser tan sólo de una habitación en los pisos bajos; generalmente, la habitación del obrero, en todos los pisos, suele tener una media de 49 metros cúbicos las medianas y unos 30 las pequeñas, espacio que debe repartirse como media entre cinco miembros de cada familia. El agua de bebida procede de grifos de la tubería general o de una fuente pública situada en la calle san Bernardo, en la cual los habitantes se proveen a través de tinajas y luego a través de “*un solo jarro de porcelana u hojalata*” se sirve toda la familia, con lo que todo esto supone para el contagio de enfermedades.

Añádase el problema de lo que Gómez-Plana llama “*el sistema antiguo*” de alcantarillado; lo llama sistema antiguo porque en las fechas en que escribe su tesis, como ya hemos indicado, se está construyendo uno nuevo. Lo expresa de una manera muy gráfica:

*“...la red de alcantarillado antigua no era más que una red de madronas que desaguaban (o mejor dicho debían desaguar) en el colector, (...), de la calle Peñalba. Por este casi nulo dinamismo de las materias excrementicias, la retención era permanente: no existirían pozos negros urbanos, pero el inmenso pozo negro era todo el alcantarillado, cuyas paredes solían estar cada dos años totalmente abarrotados estallando con inusitada frecuencia y no aliviándose este mal mas que con los paliativos desatascamientos...”.*

La población obrera, “*vivía, pues, sobre y en medio de una letrina*”. Gómez-Plana aplaude con entusiasmo las nuevas construcciones que se están realizando en la ciudad para paliar este problema. Quizás habría sido interesante que nuestro doctorando hubiera incluido en su interesante monografía los trabajos previos que sobre los problemas sanitarios, el abastecimiento de aguas y los pozos negros en Cádiz realizó Leonardo Rodrigo Lavín (Herrera, 1997).

## 2. LAS ENFERMEDADES EN EL DISTRITO MÉDICO DE LA PALMA

En tres patologías fundamentalmente se centra José Gómez-Plana al analizar la situación sanitaria de este Distrito médico, a saber: la tuberculosis, la sífilis y el alcoholismo.

### 2.1. La tuberculosis

La extensión de la tuberculosis, según nuestro doctorando, se debe al hambre, la incultura, el contagio y la herencia; y como causas predisponentes apunta la indefensión contra el viento (catarros) y el hacinamiento (epidemias tuberculizantes). En su tesis, como fruto de su labor médica en el Distrito, expone una lista de 92 personas con tuberculosis, con cuatro años de enfermedad, capaces de inocular por sus esputos a unas doce personas

en ese período de tiempo. Son denominados como los "*individuos-células, progenitores de la tuberculosis*". En esta tabla el doctorando ofrece la localización domiciliaria de cada uno de ellos, además de diversos datos de sus historias clínicas. De estos 92 enfermos: 57 son mujeres y 35 son hombres. El grupo de edad que abarca de los 21 a los 50 años acapara un total de 62 enfermos. Nada menos que 52 son calificados con un grado de contagiosidad "*intenso*" y a 73 se les sitúa dentro de un índice de pobreza calificado como "*grande*". En el grupo de mujeres llama la atención que 32 son amas de casa, 8 sirvientas y 8 lavanderas. En cuanto a los hombres de esta lista encontramos que los oficios que más se citan son los de zapatero, vendedor, camarero, panadero, jornalero, guardia municipal, pintor, aserrador, baratillero, pescador, carrero, sereno, herrero, labrador, carpintero, hojalatero, etc. Oficios en buena medida coincidentes con los recogidos por Revenga de los fallecidos por tuberculosis en el Madrid de 1899 o por Verdes Montenegro entre los enfermos asistidos en el Dispensario María Cristina en 1910 y 1912 (Molero Mesa, 1989).

Gómez-Plana demuestra que son muy pocas las casas del Distrito en las que no hay como mínimo "*un sembrador del bacilo*". Por todas estas circunstancias considera que la tuberculosis no sólo es una enfermedad sino también un problema eminentemente social; y como hemos podido apreciar, por los datos numéricos expuestos, muy vinculado a la pobreza, que acarrea escasa y mala alimentación, abrigo deficiente y catarros frecuentes por las variaciones atmosféricas. No se olvide que en los prolegómenos de su tesis denuncia también el hacinamiento existente en Cádiz en general y en el Distrito médico de la Palma en particular; circunstancia que también fue señalada para Madrid, en trabajos que pueden considerarse clásicos, por Guerra y Cortés (1903), Luis Lasbesnes (1912), Vicente Álvarez y Rodríguez-Villamil (1912), César Chicote (1914) o José Codina Castellví (1916) (Molero Mesa, 1989). Precisamente las pesquisas de Gómez-Plana en el Distrito de la Palma, localizando a los enfermos de tuberculosis en sus domicilios, recuerdan en buena medida a las realizadas en 1916 por Codina Castellví, aunque este trabajo probablemente era desconocido por el doctorando gaditano, ya que no lo incluye entre las referencias bibliográficas utilizadas en su tesis.

Entre las medidas para combatir la enfermedad cita la vacunación con B.C.G. o la Antialfa, el incremento de la labor de los Dispensarios, la triple cura de Brehmer (reposo, alimentación, aire puro), el aislamiento de los enfermos y la realización de un amplio programa de divulgación higiénica (cine, conferencias, mitines, veladas, etc.). No se debe olvidar que años atrás Leonardo Rodrigo Lavín, al llegar a Cádiz y luego como Inspector provincial de Sanidad, emprendió varias campañas contra la tuberculosis en la prensa local; concretamente, en 1903, 1908 y 1921. Efectivamente, en 1921, entre los meses de febrero y junio, publicó en *Diario de Cádiz* una serie de artículos en pro de la lucha contra la tuberculosis, utilizando como argumentos las estadísticas con el número de defunciones, así como el análisis de las condiciones ambientales de Cádiz y las condiciones socioeconómicas como factores que propician el desarrollo de esta enfermedad, abogando entre otras cuestiones por la creación de un Dispensario Antituberculoso. Un Dispensario que abrió sus puertas en el número 3 de la Portería de Capuchinos<sup>5</sup>, tan solo unos años antes de que

<sup>5</sup> Sabemos que en 1927 este Dispensario de Cádiz se sostiene con 1.000 pesetas trimestrales enviadas desde Madrid, cantidades menores del Ayuntamiento y Diputación, y los recursos de la Fiesta de la Flor (Herrera, en prensa).

Gómez-Plana realizara su tesis doctoral (Herrera, en prensa). Probablemente, además de su experiencia personal, nuestro doctorando recabaría información al personal del Dispensario para la redacción de su tesis. Téngase en cuenta también que en estos años se puso en marcha el *Instituto Provincial de Higiene en Cádiz*, cuyo reglamento fue aprobado en diciembre de 1926, aunque dos años después fue modificado, especificándose en el mismo que uno de los servicios que debe prestar este organismo es el de “*cooperar a la lucha antituberculosa, poniéndose de acuerdo con las autoridades locales, entidades y facultativos encargados de esta lucha*”: por ejemplo, practicando desinfecciones de las ropas, enseres y habitaciones de los enfermos fallecidos a consecuencia de enfermedades infecciosas, y realizando propaganda sanitaria por medio de conferencias, folletos y anuncios de divulgación. Asimismo, en 1927, se observan iniciativas para crear un Sanatorio Antituberculoso en la Sierra de Cádiz, proyecto que en estas fechas trata de impulsar el Inspector provincial de Sanidad, Eustaquio González (Herrera, en prensa).

En este mismo Congreso presentamos una comunicación sobre la mortalidad en Cádiz en los años 1924-1925, fechas muy cercanas a la de la tesis de nuestro doctorando. Muy resumidamente apuntaremos aquí que en estos dos años, la tuberculosis del aparato respiratorio acapara el 12,6% de la mortalidad general, con un total de 493 defunciones, siguiendo los parámetros de clasificación de la C.I.E.4ª. Dato muy significativo que nos sitúa de una forma práctica en el gran problema generado por la tuberculosis en el Cádiz de la época (Sáinz, inédito; Sáinz, et al, 2005).

## 2.2. La sífilis

Otro gran problema, señalado por Gómez-Plana, es la “*carcoma sífilítica*”, que ocasiona más daño que la tuberculosis entre la población obrera del Distrito. El siguiente párrafo lo expresa con elocuencia:

*“Familias enteras de sífilíticos que ignoran su enfermedad, mortalidad intensa en primera infancia, raquitismo, atrepsias, debilidades congénitas y vicios de conformación, necrosis óseas y periósticas; madres honradas de familia, en su mayoría, que cuenta en su anamnesis, quince y veinte años de dolores diarios fuertísimos de cabeza (...); predisposición a ulceraciones interminables de piel, sin causa aparente a que achacarlas; padres de familia que víctimas de una caída fortuita en el lodo de la prostitución, en sus años mozos, ocultaron sus lacras al médico para (inconscientes de su mal), hacerlas revivir quintuplicadas en la mujer honesta que compartió el hogar y en la prole propiciatoria que a forma de ramillete macabro, ofrece a la muerte el sangriento tributo de sus carnes laceradas por la heredo-sífilis...”*

Gómez-Plana ofrece una lista con 71 casos de pacientes sífilíticos domiciliados en el Distrito (49 mujeres y 22 hombres). Concretamente 43 tienen entre 31 y 50 años de edad; y nada menos que 52 carecen totalmente de instrucción higiénica. La mayoría de las mujeres afectadas, un total de 31, se dedican a sus labores, mientras que las restantes son lavanderas, costureras, sirvientas, vendedoras o “*dudosas*”. Llama la atención especialmente que el médico gaditano en dos años de labor en su Distrito, y a través de las historias clínicas

realizadas, ha “*podido entresacar la cifra aproximada de 66 abortos indubitados sifilíticos, y 120 hijos muertos de distintas enfermedades, pero con tara luética comprobada en los padres*”. Estas mujeres, a la edad media de 35 años, suman hasta 10 gestaciones, contando los nacidos y los abortados. Es importante destacar que el diagnóstico de sífilis latente se suele hacer en “*pleno terciarismo*”, cuando por diversas causas la mujer acude al médico diez o doce años después de haber contraído matrimonio. Entre los hombres los oficios predominantes son los de embarcado, guardia municipal, panadero, pescador, sereno, albañil, jornalero, mecánico, guarda y peluquero. Gómez-Plana destaca, con elocuencia y patetismo, la “*transmisión conyugal*” de la sífilis:

“*¡Pobre mujer! ¡No pesa tan sólo ya sobre sus hombros la carga del matrimonio, de la pobreza y de la crianza, sino también la sucia mercancía de los masculinos vicios!...*”

Los diagnósticos consignados con más frecuencia en esta nómina son los de lúes, lúes confirmada, lúes conyugal, aortitis, chancro duro, roséola sifilítica, sífilides, tabes, gomas ulcerados, goma de tibia, etc. En 40 de estos pacientes aparece la confirmación de laboratorio con el Wassermann positivo. Los que aparecen con esta prueba como negativa son considerados sifilíticos por varias razones: la no infalibilidad de la prueba, por haber tenido tratamientos específicos, por datos anamnésicos positivos, por el número de abortos y de muertos no explicables por otra causa y por haber respondido con mejoría al tratamiento prescrito. Recientemente se ha señalado que la cuantificación del impacto de las enfermedades venéreas en la España contemporánea mediante la descripción y el análisis de la morbi-mortalidad por estas enfermedades presenta dificultades graves, por dos razones fundamentales: la primera que las expresiones diagnósticas varían a lo largo del tiempo y en segundo lugar porque los primeros datos de morbilidad por enfermedades venéreas para todo el Estado -refiriéndonos a la población civil- no aparecen hasta 1931 en el *Anuario Estadístico de España* (Castejón, 2004).

Gómez-Plana denuncia como “*delito social*” que el petitorio médico-farmacéutico oficial no incluya en la lista de medicamentos “*unas modestas ampollas de calomelanos*”. Un petitorio que sólo autoriza a recetar con este fin el yoduro potásico, el licor arsenical de Fowler, el licor de Van-Swieten, la pomada mercurial simple y doble, el sublimado corrosivo, la tintura de yodo oficial y el unguento amarillo. En este aspecto el autor se muestra crítico con la Beneficencia Municipal:

“*Medios son estos para utilizarlos hasta el siglo pasado, pero no para curar sifilíticos desde 1918 en que dicho petitorio se hizo*”.

### 2.3. El alcoholismo

Si la tuberculosis y la sífilis son dos problemas sanitarios identificados en su tesis por Gómez-Plana, aún hay un tercero calificado como “*principal lacra*” del Distrito médico de la Palma, el alcoholismo, ya que el 99% de la población masculina bebe o ha bebido, sin olvidar que hay que incluir en esta problemática a un buen número de mujeres. En un plano de Cádiz, Gómez-Plana identifica un total de 169 tiendas de bebidas alcohólicas en el

conjunto de la ciudad, a las que hay que añadir las 19 existentes en el propio Distrito. Estos establecimientos son catalogados según su tipología como almacenes-tabernas, tabernas, bodegones, baches, bares o tiendas. Así que para una población del Distrito de 2.820 individuos calculados, existen 19 locales para beber y 2 casas de prostitución, frente a las tres escuelas de enseñanza primaria.

Las bebidas que preferentemente se consumen son el vino blanco, el vino tinto y el aguardiente, y la mayor parte de los obreros registrados en la casuística de los sifilíticos manifiestan que consumen de 1.000 a 1.500 gramos de vino al día. Un vino que generalmente es de ínfima calidad y que se despacha en vasos con una capacidad de 75 gramos y al precio de diez céntimos. Unos cálculos simples nos permiten comprobar que el consumo de estas personas era de 13 a 20 vasos diarios, lo que supone un gasto al día de 1,30 a 2 pesetas. Téngase en cuenta que los jornales de estas personas oscilan entre las 1,50 y las 6 pesetas, dato muy significativo para entender los problemas económicos que el consumo de alcohol generaba en buena parte de las familias de esta zona de la ciudad.

Gómez-Plana recapitula el problema considerando que "*el alcohol es el lecho de la tuberculosis*" y correlaciona en una misma cadena el hambre, el alcoholismo, la sífilis, la herencia heredo-luética-alcohólica y el manicomio. Precisamente en vecindad con el Distrito médico de la Palma se encontraba el Manicomio Provincial que alojaba en estas fechas nada menos que 400 enfermos. Como ha demostrado Molero Mesa (1989) la vinculación entre el alcohol y la tuberculosis era una idea extendida entre la clase médica, valga como ejemplo la comunicación que Espina y Capó presentó, en 1905, en el Congreso Internacional sobre esta enfermedad celebrado en París, que lleva por título *Alcohol y tuberculosis*.

Uno de los trabajos más sólidos sobre el alcoholismo en la sociedad española entre 1876 y 1923 lo ha firmado Campos Marín. En este estudio el autor plasma, desde un punto de vista crítico y con amplia perspectiva, las causas sociales del alcoholismo, la condena higiénico moral de la taberna e incluso un aspecto muy interesante como la cruzada moral del socialismo español contra esta enfermedad. Opina Campos Marín que la lucha antialcohólica en la España de la Restauración fue más una enorme declaración de buenas intenciones que una estrategia política sanitaria dirigida directamente a intervenir sobre un problema de salud pública. De hecho, las sociedades de temperancia, los asilos para bebedores o las legislaciones antialcohólicas no tuvieron el éxito o la profusión que se observa en otros países (Campos, 1997). Ya Fernández-Miranda reseñó, en su estudio sobre el alcoholismo en el Cádiz de finales del siglo XIX, que el problema se intentó atajar más desde el punto de vista moral y social que desde el científico y médico.

Gómez-Plana en el terreno práctico de las propuestas cree que se equivocan los que pretenden desacreditar la ley seca, aunque la considera inaplicable "*al momento presente*", sosteniendo que en Cádiz sería efectiva la reglamentación de la venta de alcohol. En esta línea admira las medidas tomadas en Göteborg (Suecia); es decir, el monopolio de la venta de las bebidas por el Estado. Concretamente en Cádiz, donde el problema del alcoholismo es grande, aconseja que se deben tomar las siguientes medidas: mejorar las vidas y las viviendas de los obreros; vigilar la calidad de los vinos y el sistema de multas a los adulterantes; recargar con impuesto a los fabricantes y vendedores; denegar las instancias para abrir nuevos locales; cerrar los domingos y por las noches los baches, bodegas y tabernas;

considerar la embriaguez como delito punible; prohibir la fabricación de vinos y licores en los establecimientos y aplicar la monopolización y venta por el sistema Göteborg, "que reduciría en un tercio el consumo".

No cabe duda que la tesis doctoral de Gómez-Plana es un documento de primer orden para conocer las condiciones de vida de la clase obrera en el Distrito médico de la Palma. Una clase obrera que en la provincia de Cádiz, en los años veinte vive una fase de repliegue, como bien ha indicado Caro Cancela:

"...en 1921 hay una fase de repliegue general del movimiento obrero, caracterizada por un marcado descenso de los paros, la disolución de sus sociedades y una fuerte resistencia patronal que también se vio favorecida por el establecimiento de la Dictadura del general Primo de Rivera, entre 1923 y 1930".

Una tesis doctoral, pues, que marca el perfil de Gómez-Plana, en las fechas de su publicación, dentro del regeneracionismo católico y burgués, con una notable influencia bibliográfica de los higienistas franceses y con carencias de citas de las publicaciones realizadas por los higienistas gaditanos desde principios del siglo XX.

## FUENTES

GÓMEZ-PLANA Y CONTE, J. (1929): *Topografía, urbanismo e higienización del distrito médico de la Palma, del barrio de la Viña de Cádiz*. Tesis doctoral. Imprenta de M. Álvarez. Cádiz (Archivo F.H.R.).

Expediente de doctorado de José Gómez-Plana y Conte. Universidad Complutense. Archivo Histórico. Exp. Académicos. Medicina. Caja 287.

## BIBLIOGRAFÍA

ABELLA (1930): *Estatuto Municipal de 8 de marzo de 1924, extensamente anotado, comentado y concordado con los reglamentos complementarios y con el Estatuto Provincial*. Madrid, 4ª edición. Imprenta el Consultor (En este libro puede consultarse también el *Reglamento de 9 de febrero de 1925* de Sanidad Municipal).

CABRERA, JR. y HERRERA, F. (2004): "Expedientes de depuración de profesionales sanitarios a través de la documentación existente en el colegio oficial de médicos de Cádiz (1941-1946). En MARTÍNEZ-PÉREZ, J. et al (dirs.): *La medicina ante el nuevo milenio: una perspectiva histórica*. Cuenca. Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha, pp. 401-421.

CAMPOS, R. (1997): *Alcoholismo, medicina y sociedad en España (1876-1923)*. Madrid. Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

CARO, D. (1999): "Los trabajadores en Cádiz en la historia del siglo XX". En RAMOS, A. (dir.): *Cádiz, la provincia en el siglo XX*. Cádiz. Fundación Provincial de Cultura (Diputación de Cádiz), pp. 121-122.

CASTEJÓN, R. (2004): "Una aproximación al impacto de las enfermedades venéreas en España: años 30 y 40 del siglo XX". En: MARTÍNEZ PÉREZ, J. et al (dirs): *La*

- medicina ante el nuevo milenio: una perspectiva histórica*. Cuenca. Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha, pp. 505-512.
- FERNÁNDEZ-MIRANDA, S. (1999): *La Comisión de Reformas Sociales en el municipio gaditano y la cuestión del alcoholismo obrero*. Memoria de Licenciatura. Ejemplar mecanografiado. Facultad de Filosofía y Letras (Universidad de Cádiz).
- GONZÁLEZ, E. (2005): *La España de Primo de Rivera. La modernización autoritaria (1923-1930)*. Madrid. Alianza editorial, S.A.
- GROSSO, S. (1978): "José Gómez Plana: una vida entre la fe y la medicina". *Diario de Cádiz*, 15-X, 6-7.
- HERRERA, F. (1987): *La investigación científica en la Facultad de Medicina de Cádiz a través de las tesis doctorales producidas en la misma en el siglo XIX*. Tesis doctoral. Microfichas. Barcelona. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cádiz.
- HERRERA, F. (1996): "Incidencia social de la gripe de 1918 en la ciudad de Cádiz". *Llull*, 19, 455-470.
- HERRERA, F. (1997): *Crisis y medidas sanitarias en Cádiz (1898-1945)*, "Cuadernos de Historia de la Ciencia", 10. Zaragoza. Universidad de Zaragoza.
- HERRERA, F. (1998): "El estado sanitario de Cádiz según Bartolomé Gómez Plana". *Llull*, 42, 801-804.
- HERRERA, F. (1999): "La situación sanitaria en la provincia de Cádiz en el siglo XX". En: RAMOS, A. (dir.): *Cádiz, la provincia en el siglo XX*. Cádiz. Fundación Provincial de Cultura (Diputación de Cádiz), pp. 177-186.
- HERRERA, F. (2000): *Gavilla de médicos gaditanos*. Cádiz. Quórum editores.
- HERRERA, F. (2005): *La sanidad municipal en el Cádiz de la posguerra*. Discurso de Ingreso. Cádiz. Real Academia de Medicina y Cirugía de Cádiz.
- HERRERA, F. (en prensa): "Leonardo Rodrigo Lavín (1867-1950) y la lucha antituberculosa en Cádiz. *Libro de Actas del Ciclo In Memoriam Dr. Orozco* (Cádiz, 2001).
- HERRERA, F. y CABRERA, JR (2001): "José Gómez-Plana y Conte". En CABRERA, JR. y HERRERA, F. (dirs.): *El Excmo. Colegio Oficial de Médicos de la provincia de Cádiz en el siglo XX. Conmemoración de su Centenario (1901-2001)*. Cádiz. Excmo. Colegio Oficial de Médicos de la Provincia de Cádiz, pp. 305-308.
- MARCHENA, J. (1999): "La vida institucional en Cádiz y su provincia durante el siglo XX". En: RAMOS, A. (dir.): *Cádiz, la provincia en el siglo XX*. Cádiz. Fundación Provincial de Cultura (Diputación de Cádiz), pp. 104-105.
- MARSET, P.; RODRÍGUEZ OCAÑA, E.; SÁEZ, JM. (1997): "La salud pública en España". En: MARTÍNEZ, F. et al (dirs.): *Salud Pública*. Madrid. McGraw-Hill-Interamericana, pp. 35-39.
- MILLÁN, J.L. (1993). *Cádiz siglo XX. Del Cádiz hundido al Cádiz que resurge (1898-1979)*. Madrid. Silex ediciones, pp. 135-162.
- MOLERO, J. (1989): "La tuberculosis como enfermedad social en los estudios epidemiológicos españoles anteriores a la guerra civil". *Dynamis*, 9, pp. 185-223.
- PIÑEIRO, J. (1998): *Ramón de Carranza, un oligarca gaditano en la crisis de la Restauración*. Cádiz. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cádiz.
- PRO, S. (1927): *Anuario de Cádiz y su provincia*. Cádiz. Guía Oficial, pp. 213-214.

- PRO, S. (1928): *Anuario de Cádiz y su provincia*. Cádiz. Guía Oficial, p. 122.
- PRO, S. (1933): *Callejero Gaditano (Anecdotario)*. Con una carta-prólogo de José M<sup>a</sup>. Pemán y Pemartín. Cádiz. Establecimientos Cerón.
- SÁINZ, A. (inédito): *La mortalidad en Cádiz (1924-1925)*. Proyecto de investigación para el doctorado. Ejemplar mecanografiado. Facultad de Medicina de Cádiz.
- SÁINZ, A.; HERRERA, F.; ALMENARA, J.; LAGARES, C.: “La mortalidad por enfermedades infecciosas en Cádiz (1924-1925)”. Comunicación al IX Congreso de Historia de las Ciencias y de las Técnicas (Cádiz, 27-30 de septiembre de 2005).
- SUÁREZ-JAPÓN, JM. (2002): “La compleja ocupación del Extramuros: la configuración de una ciudad dual”. En: *Paisaje urbano y Memoria. La ciudad de Cádiz en el siglo XX*. Fundación Municipal de Cultura. Excmo. Ayuntamiento de Cádiz. Cádiz, p. 40.

# LA BIOESTADÍSTICA EN ESPAÑA: CRÓNICA DE UNA IDENTIDAD

JOSÉ ALMENARA BARRIOS

ÁREA DE MEDICINA PREVENTIVA Y SALUD PÚBLICA (BIOESTADÍSTICA), UNIVERSIDAD DE CÁDIZ.

LUIS CARLOS SILVA AYÇAGUER

INSTITUTO SUPERIOR DE CIENCIAS MÉDICAS DE LA HABANA, CUBA.

ALINA BENAVIDES RODRÍGUEZ

CESÁREO GARCÍA ORTEGA (†)

ÁREA DE MEDICINA PREVENTIVA Y SALUD PÚBLICA (BIOESTADÍSTICA), UNIVERSIDAD DE CÁDIZ.

JUAN LUIS GONZÁLEZ CABALLERO

DEPARTAMENTO DE ESTADÍSTICA E INVESTIGACIÓN OPERATIVA, UNIVERSIDAD DE CÁDIZ.

CAROLINA LAGARES FRANCO

ÁREA DE MEDICINA PREVENTIVA Y SALUD PÚBLICA (BIOESTADÍSTICA), UNIVERSIDAD DE CÁDIZ.

JUAN LUIS PERALTA SÁEZ

DEPARTAMENTO DE ESTADÍSTICA E INVESTIGACIÓN OPERATIVA, UNIVERSIDAD DE CÁDIZ.

## RESUMEN

*La medicina, la epidemiología o la enfermería son deudoras de una larga historia compartida, y a veces silenciada, con la bioestadística, de cuyos elementos teórico-prácticos se han nutrido para desarrollarse. Pretendemos con esta comunicación dejar constancia de ello e introducir una historia de la bioestadística en España en el marco de referencia de los profesionales de la salud para que entiendan mejor el papel que ella ha desempeñado en el devenir de sus diferentes profesiones. Hemos intentado agrupar situaciones, e identificar patrones en los métodos de trabajo y en la reflexión teórica en torno a la estadística como herramienta de las ciencias sanitarias; para ello hemos empleado una metodología kuhniana, entendiendo la historia de la ciencia como algo más que una mera secuencia cronológica de acontecimientos (Kuhn, 1995).*

*El desarrollo de una correcta política censal desde principios del siglo XVI y los inicios paralelos de una escuela de probabilistas van a facilitar la necesaria preparación del terreno para las aplicaciones ulteriores de la "aritmética política" a la medicina. Aunque, difícilmente es posible encontrar un trabajo con cierta sistematización en la aplicación de la misma a problemas sanitarios antes de la segunda mitad del siglo XVII.*

**Palabras clave:** *historia de la bioestadística española, epidemiología, paradigma.*

## ABSTRACT

*The medicine, the epidemiology or the infirmary are indebted of one long shared history, and sometimes silenced, with the biostatistics, of whose theoretical-practical elements they have been nourished to be developed. We try with this communication to put record of it and to introduce a history of the biostatistics in Spain within the framework of reference of the professionals of the health so that they understand better the paper than the biostatistics has carried out in happening of its different professions. We have tried to group situations, and to identify patterns in the methods of work and the theoretical reflection around the statistic like tool of sanitary sciences; for it we have used a kuhniana methodology, understanding history of science like something more than chronological sequence of events (Kuhn, 1995).*

*The development of a correct census policy from principles of century XVI and the parallel beginnings of probability school are going to facilitate the necessary terrain preparation for the later applications of the "political Arithmetic" to the medicine. Although, hardly it is possible to find a job with certain systematisation in the application of the same one to sanitary problems before second half of century XVII.*

**Keywords:** *history of Spanish biostatistics, epidemiology, paradigm.*

## INTRODUCCIÓN: CENSOS EN ESPAÑA, Y UN APUNTE SOBRE EL PROBABILISMO NACIENTE

España posee una notable historia en materia censal que nos sitúa a la cabeza de las naciones europeas en esta actividad. Es preciso enfatizarlo por su vínculo con el nacimiento de la estadística sanitaria española. El inicio de los censos españoles se puede establecer a principios del siglo XVI, durante el cual la Corona de Castilla realiza dos recuentos: uno que va de 1528 a 1536, y otro, mucho más importante que se realiza en 1591 (Reher y Valero, 1995).

Aunque existieron otros recuentos a lo largo de los siglos XVI y XVII es en el siglo XVIII cuando se llevan a cabo los 4 grandes censos históricos, considerados como las primeras grandes fuentes estadísticas españolas (Reher y Valero, 1995): el *Catastro del Marqués de la Ensenada*, realizado entre 1749 y 1753; el *Censo de Aranda*, llevado a cabo entre 1768 y 1769; el *Censo de Floridablanca* efectuado en 1787, el mejor español y uno de los mejores europeos de su época y, para cerrar el siglo; el *Censo de Godoy* también conocido como de *Larraga*, de 1797.

Tras un período de “sequía censal” propiciada por la situación política del país, donde sólo destacó el *Censo General de Población* de 1837, comienzan a verificarse los censos modernos, 16 en total a lo largo de los últimos quince decenios; concretamente, se llevaron a cabo en los años 1857, 1860, 1877, 1887, 1897, 1900, 1910, 1920, 1930, 1940, 1950, 1960, 1970, 1981, 1991 y 2001.

Prontamente, además, se va desarrollando en España una importante escuela de probabilistas que empieza a ser estudiada en la actualidad por autores como: Santos del Cerro (2000), Martín (2002) o Gómez (2002), quienes han ido rescatando una rica tradición española en el estudio de la idea de probabilidad. Así, Santos ha conformado una “teoría sobre la creación del concepto moderno de probabilidad” y las aportaciones españolas al mismo. Identificando la aparición de las primeras ideas del llamado *probabilismo moral* en la obra del dominico español Bartolomé de Medina, *Expositio in Primam Secundae Angelici Doctoris D. Thomae Aquinatis* de 1578.

## INICIOS DE UN PRIMER PARADIGMA EN ESPAÑA: LOS PIONEROS DE LA DEMOGRAFÍA SANITARIA EN LOS SIGLOS XVII Y XVIII

Pese a la larga tradición censal y al desarrollo de una incipiente teoría de probabilidad desde el siglo XVI, que ejercieron su influencia, difícilmente, es posible encontrar un trabajo con cierta sistematización en la aplicación de la aritmética a problemas sanitarios antes de la segunda mitad del siglo XVII. Señalándose como uno de los iniciadores españoles y representante genuino de un primer paradigma a Francisco Gavaldá (1618-1686), clérigo dominico valenciano, en cuya *Memoria de los sucesos particulares de Valencia y su Reino en los años mil seiscientos cuarenta y siete y cuarenta y ocho, tiempo de peste*, publicada en 1651, presenta los primeros estudios estadísticos que sobre la peste se llevaron a cabo en España (López, 1989).

Los esfuerzos mayoritarios en este siglo XVII se centrarán en materia estadística como ya hemos señalado, en la elaboración de censos y en las aportaciones de los estudiosos de la probabilidad.

A lo largo del siglo XVIII la estadística se va consolidando como disciplina, en un terreno fundamentalmente demográfico, con la aparición de los anteriormente citados grandes censos de la Ilustración.

Pero, además, España no será ajena al espíritu regeneracionista de la época, y por tanto se terminará por utilizar el número como “arma social”, y no sólo como elemento de una aritmética censal, con la idea última de provocar cambios en la mentalidad del momento y en las viejas estructuras sociales y de poder, elementos definitorios de un primer paradigma en la utilización de la estadística de índole; aritmético, político y social (Almenara y col., 2003).

El positivismo de los ilustrados traerá consigo la definitiva instauración y *normalidad* del primer paradigma en España, en cuanto, y no olvidemos el objetivo de este ensayo, a la aplicación de la estadística en problemas sanitarios.

La preocupación de los dirigentes ilustrados por las condiciones socio-sanitarias de la población supuso de manera inmediata la utilización de la metodología aritmética en otros ámbitos diferentes a los meramente censales. Ello se hace patente, ya de forma madura, en los trabajos de demografía sanitaria de la segunda mitad del siglo XVIII.

Uno de los grandes problemas de la época, abordado bajo este prisma es el de los “niños abandonados”. El niño expósito se convierte en un verdadero problema de conciencia de la sociedad ilustrada, y se desarrollaron múltiples trabajos estadísticos para evaluar su situación (Carreras, 1977).

En este ambiente de preocupación por los males sociales nace en Cádiz José Vargas Ponce (1760-1821). Del estudio de Fernando Durán López se deriva su labor erudita, de ensayista y orador. Vargas Ponce fue marino, académico (director de la Real Academia de la Historia, miembro de la Real Academia Española, de la de Bellas Artes de San Fernando, de la Real Sociedad Económica Matritense de Amigos del País, etc.), poeta, geógrafo, historiador, diputado en dos ocasiones y autor de una larga lista de obras escritas (Durán, 1997). El interés de recalcar a Vargas Ponce en estas páginas se encuentra motivado, evidentemente, por su labor como estadístico, la cual, en realidad, ha sido poco reivindicada, aunque

Anes y Álvarez de Castrillón define a Vargas como un “*Demógrafo Ilustrado*” (Anes y Álvarez de Castrillón, 1982). Y así, siendo teniente de navío y Director de la Real Academia de la Historia publicó en 1805 su obra *Estados de Vitalidad y Mortalidad de Guipúzcoa en el siglo XVIII*. En ella, mediante la oportuna colaboración de los párrocos iraconfeccionando los listados de nacidos y fallecidos, que le van a permitir analizar bajo el prisma demográfico esa provincia y, construir por ejemplo, una pionera tabla de mortalidad infantil.

La obra de los primeros demógrafos, de los cuales Vargas Ponce puede ser emblemático, encaja bien en lo que hemos definido en obra precedente como primer paradigma aritmético y social (Almenara y col., 2003).

## LA NORMALIDAD EN EL PRIMER PARADIGMA EN ESPAÑA. LA LABOR DE LOS HIGIENISTAS DECIMONÓNICOS

Los primeros síntomas de *normalidad* en la aplicación de la estadística a problemas sanitarios los podemos constatar en una figura señera de la Epidemiología de la primera mitad del siglo XIX, el médico Mateo Seoane (1791-1870). Exiliado liberal en Londres, conoció la organización estadística británica y comprendió la necesidad de una reforma sanitaria donde la estadística tuviera un papel destacado. En 1837 publicó *Consideraciones generales sobre la estadística médica* y, en 1838, ante la sección de antropología de la Real Academia de Ciencias Naturales, puso de manifiesto la relación existente entre los datos referentes a la situación de un país y su realidad sanitaria (Rodríguez y Bernabeu, 1996).

No será hasta 1841 cuando se edita en España un libro específico sobre estadística. Nos referimos a los *Elementos de la Ciencia Estadística* del portugués A. P. Forjaz de Sampaio (1810-1874 ó 1878) (traducción de la obra original en portugués, *Primeiros Elementos de Ciencia Estadística*, también de 1841). Pasa por ser este libro el primero que sobre la materia que nos ocupa se publica en España (Sánchez-Lafuente, 1975).

Un ejemplar del mismo puede hallarse en la Biblioteca Nacional de Madrid, que lo compró en 1882, (Sánchez-Casado, 1982), una edición facsímil fue producida por el INE en 1982.

La estadística de Sampaio es achenwaliana<sup>1</sup>, como se aprecia al leer la definición que nos ofrece de la misma (Sampaio, 1841, edición de 1982):

“*La Estadística viene á ser la ciencia de la situación actual de los Estados, ó de sus fuerzas y recursos presentes morales y materiales, como resultados de su gobierno, territorio, número, civilización é industria de la población*”.

Sampaio nació en Coimbra en 1810 y fue profesor de Economía Política en la Universidad de su ciudad natal. Para muchos, con él comienza la literatura estadística en español (Montes, 1982) y de su obra nos dice Sánchez-Casado “*Sampaio, estadísticamente hablando, inmerso tal vez en un romanticismo teórico, es, sin embargo, un sólido expositor de principios de ejecución estadística.*”

<sup>1</sup> Recordemos que el término “achenwaliano” implica una estadística como ciencia política, poco cuantitativa. De hecho, que no espere encontrar el lector de Sampaio ni un sólo número en su libro.

A los efectos del presente ensayo sobre la historia de la Bioestadística, parece significativo señalar aquí al traductor de la obra de Sampaio: el leonés Vicente Díez Canseco (1813-1878). Díez Canseco era médico y biólogo, además de uno de los más importantes helenistas y latinistas de la época. Su fama se debe fundamentalmente a la primera traducción al castellano de las obras completas de Hipócrates, a partir del original griego (Sánchez-Casado, 1982). De nuevo nos encontramos un médico inmerso en el desarrollo de la Estadística, en situación privilegiada, y llevando a cabo una gran aportación: traducir el que ha sido considerado primer texto de estadística en lengua castellana.

Desde el punto de vista de la Estadística Médica, de la obra de Sampaio, nos parece interesante resaltar el apunte que hace en el capítulo II, *Estadística del pueblo*, en su punto 33 (Sampaio, 1841, reedición de 1982):

*“Movimiento de la población.-Número total de los nacidos y muertos, comparando. Por lo que respecta especialmente á los nacimientos, el estadista deberá distinguirlos por sexos, legitimidad, vitalidad (nacidos muertos y vivos) y fecundidad (nacimiento de gemelos, tres, cuatro, etc.): lo mismo en cuanto fuere aplicable á las defunciones, por edades, estados, mortalidad de mujeres de parto, género de muerte (natural ó violenta, indicando sus causas)”.*

Nada que objetar a esta definición, hace ya más de 160 años Sampaio expone ordenadamente los objetivos de la demografía sanitaria, tal como hoy los llevamos a cabo.

No puede olvidarse en la relación de obras de carácter general la monumental obra de Pascual Madoz (1805-1870) *Diccionario geográfico-estadístico-histórico de España y sus posesiones de ultramar*, publicado en Madrid entre 1845 y 1850. En el prólogo de su obra nos dice (Madoz, 1845-50 reedición de 1986):

*“Dar a conocer con la extensión posible lo que es, lo que en su día podrá ser y lo que en otro tiempo el país que se describe fue, cosa que no puede conseguirse sino por medio de la Geografía, de la Estadística y de la Historia.”*

En la introducción del volumen dedicado a Cádiz del *Diccionario* en una edición de 1986 (Suárez, 1986) se lee:

*“(…) podría destacarse también en el tratamiento de la información que Madoz realiza un cierto matiz de lo que podríamos llamar un determinismo ambientalista, por otra parte en sintonía con algunos planteamientos contemporáneos en las ciencias del espacio, en general, y de la geografía en particular. De esta forma vemos reiteradamente en el Diccionario (...), la relación mecanicista entre tipos de temperaturas, luminosidad del cielo, la presencia de ciertos vientos, y los correspondientes comportamientos definidores de las formas de ser de los grupos humanos. Esta conexión la llevará Madoz no sólo a los hechos económicos sino también a los de índole moral que en el Diccionario tienen atención particular bajo los epígrafes que llama “estadística criminal”. Igualmente se plantea la explicación de los “estados sanitarios” de las poblaciones.”*

Podemos ver aquí una conexión importante entre las ideas ambientalistas de un “estadístico general” (aunque Madoz era abogado), y el ambientalismo derivado de la obra de Pettenkofer en la Higiene que empezaría a configurar un nuevo enfoque ecológico de dicha ciencia en Europa (Carrillo, Bernal y Bonilla, 1990).

Se desconoce en qué medida influyeron en los higienistas españoles todas estas aportaciones estadísticas de carácter general, pero lo que está claro es que la reivindicación del método estadístico, motivado en gran medida por el ambientalismo pettenkoferiano y el que emanaba de obras como la de Madoz, será ya una constante en esos predios como veremos en la relación de epidemiólogos que presentamos a continuación.

Francisco Méndez Alvaro (1806-1883), nacido en Pajares de Adaja (Ávila), es otro de nuestros higienistas notables. En 1836 ingresó como ayudante en la Plana Mayor del Cuerpo de Sanidad Militar, organizada por el entonces inspector de hospitales, el ya citado Mateo Seoane. En 1847 es nombrado secretario del Consejo de Sanidad del Reino (Fresquet, 1990).

Como recoge Fresquet, citando a López Piñero, Méndez Alvaro pertenece a las llamadas "*generaciones intermedias*", que tienen un papel fundamental en la recuperación científica en la España de la Restauración.

Méndez Alvaro conoce las obras de Villermé, Quetelet, Malthus o Marc d'Espine, y como a ellos, le preocupó las brechas de desigualdad en materia de mortalidad, las condiciones higiénicas de las clases más desfavorecidas y la higiene infantil. Se preocupó también de que la Estadística se introdujera en los planes de estudios de las facultades de Medicina, y llevó a cabo una notable labor de análisis y crítica de los datos que se recogían en la España de entonces, lo que llevó a concebir procedimientos sistemáticos adecuados para recoger la información del Registro Civil, (Fresquet, 1990).

El médico catalán Pedro Felipe Monlau y Roca (1808-1871), cuyo pensamiento como higienista se asentó en dos pilares: el *movimiento sanitario británico*, *sanitary movement*, encabezado, fundamentalmente, por Edward Chadwick; y las ideas ambientalistas de la primera escuela vienesa encabezada por Johan Peter Frank (Granjel, 1983). En 1847 publicó una obra brillante, *Elementos de Higiene Pública*, donde se hace patente la necesidad del estudio de la estadística por parte de los higienistas. Dos reediciones ve el libro, la primera en 1862 y la última en 1871, donde ya aparece un capítulo dedicado a la Estadística (Rodríguez y Bernabeu, 1996).

En gran medida lo que nosotros hemos llamado primer paradigma en la aplicaciones estadísticas a los problemas sanitarios, coincide en el tiempo con lo que diversos autores de la Historia de la Medicina han llamado *paradigma ecológico* previo al bacteriológico (Carrillo y col., 1990). Merece aquí la pena recordar a un hombre que representa en Higiene al último de los higienistas decimonónicos de marcado pensamiento ecológico, nos referimos al húngaro-español Felipe Hauser y Kobler (1832-1925), que representa ya los últimos coletazos del paradigma *aritmético y social* en cuanto a la Bioestadística se refiere.

Paralelamente otros higienistas se preocupan también del análisis demográfico de las poblaciones con un interés sanitario. Aparecen los trabajos llevados a cabo por el cuerpo médico de la ciudad de Barcelona. Dos médicos fueron los pioneros de esta labor: primero José Nin y Pullés (fallecido en 1892) y después Luis Comenge Ferrer (1854-1916), quienes elaboraron las estadísticas demográficas de la ciudad referentes a mortalidad, morbilidad, nacimientos, matrimonios, migraciones, etc. (Rodríguez, 1992), (Rodríguez y Bernabeu, 1997).

Para entender cabalmente el papel que estos higienistas dieron a la Estadística, resulta útil recordar el encendido y enjundioso arrebato que, en su defensa, publicaba

Comenge en la Revista Iberoamericana de Ciencias Médicas en 1899 (Comenge, 1899). Vale la pena detenerse en ello, no sólo por el interés que puede despertar el contenido, sino porque su lectura nos permite deleitarnos con el estilo de la época, ausente hoy en el vértigo de las comunicaciones contemporáneas:

*"(...) A despecho de amaños, ignorancias, descuidos, abusos e injurias, defectos que, si alcanzan e hieren á la estadística, son imputables tan sólo a los hombres que de tal disciplina se sirvieron con prácticas incorrectas y reprobados fines, trocándola en muro y feudo de charlatanes, ella ha sido, y será cimiento, sostén y razón de los procedimientos salutíferos, preceptiva de las gentes y norte de todo régimen biológico sensato.*

*La estadística reúne los hechos médicos, los clasifica y los compara, inquiere motivos y estudia resultados, para deducir, en suma óptimas y complejas enseñanzas. ¿Quién duda que la suma de autoridades, como conjunto de éxitos de idéntica naturaleza, precisamente han de ser sillares de toda afirmación terapéutica? ¿Cómo negar que la aritmética descubre al higienista sagaz y a las autoridades celosas, los elementos de vida y muerte en los pueblos, razas y familias, y muestra la manera de vigorizar los primeros y atenuar los últimos para bien de los mortales?*

*Con minuciosidad recogidos, con rectitud agrupados y con sereno discurso interpretados, los guarismos son gala, ornamento y columna del Arte hipocrático; merced á ellos, es decir, al legítimo criterio aritmético, no es la ciencia de la salud y de la enfermedad congenie de instituciones y sospechoso montón de ensayos y de hechos. Sin la eficacia directriz juzgadora de los números, semejaría nuestra ciencia Astronomía sin álgebra, Historia sin filosofía y Geografía sin mensura (...)*

*La estadística médica, obrero y supremo juez, a un tiempo, de la ciencia de curar, organizada por Graunt y Louis, cultivada por Broussais, Gavarret, Osterlen, Bertillon y otros; de apariencia moderna, pero antiquísima en sustancia, es, en suma, de utilidad inmensa, de importancia inestimable, de complejidad enorme, de extensión inabarcable, de espinoso practicar, y sólo brinda al confeccionador de buena ley, ventajas personales mínimas é inciertas. Mas, ¡qué importa! Ella es grande, trascendente, según dijo Plinio al hablar del número en sí mismo.*

*A la extensión y dificultades de la estadística corresponden las condiciones nada comunes del estadista médico; ha de ser éste paciente y tenaz en la dura recolección de hechos, cauto en su agrupación, concienzudo en la formación de especies, sagaz y metódico en la etiología, fiel en las comparaciones, de espíritu fuerte para resistir la ajena prevención y las propias inclinaciones, incansable en el estudio, liberal en las tareas, elevado en los propósitos y veraz siempre.*

*Tan excelentes calidades, pedidas al demógrafo para vencer los recios obstáculos inherentes a la estadística, explican en parte el abandono en que yace esta ciencia, y el sencillo y agradable partido que sus demostradores alcanzan en nuestro país".*

Así pensaba un higienista español de finales del siglo XIX sobre la estadística, y éstas fueron las ideas que configuraron la estadística sanitaria española hasta algo más allá

del primer cuarto del siglo XX. Como bien explican Rodríguez Ocaña y Bernabeu i Mestre, se instaura en el país una época de “*entusiasmo estadístico demográfico*”, fundamentalmente en los servicios de higiene municipales (Rodríguez y Bernabeu, 1996).

Parece que el primer paradigma en España se nos va. Pero antes de entrar en lo que podemos llamar un terreno de preparación, de transición al segundo, hemos de mencionar al higienista Manuel Martín Salazar (1854-1937), quien dejará la vía abierta para la modernización de la Sanidad en España, y de nuevo dará importancia a las aplicaciones de la estadística en Sanidad.

Veremos cómo la estadística se configurará como una de sus grandes preocupaciones. La toma de decisiones para la reforma sanitaria que el país necesita, entiende, ha de estar sustentada en datos (Salas, 1998). Y así, se creará bajo sus directrices el *Boletín de Estadística demográfico-sanitario*, que ofrecerá mensualmente información sanitaria de las capitales de provincias y de las poblaciones de más de 10000 habitantes. Para el resto de poblaciones ya existía un Boletín semestral. La orden de la creación del mencionado Boletín aparece en la *Gaceta de Madrid*, en 1909.

Además, se interesó Martín Salazar por que llegará a la Universidad la docencia en Estadística Médica. El historiador Francisco Herrera en su libro *Crisis y Medidas Sanitarias en Cádiz (1898-1945)*, da cuenta acerca de cómo el mencionado e ilustre sevillano Martín Salazar se presentó en 1889 a la cátedra de Higiene de la Facultad de Medicina de Cádiz y obtuvo el segundo lugar. Repite suerte y se presenta a la cátedra de Patología General de Granada en 1892 y en su programa incluye una lección de estadística con el contenido siguiente (Herrera, 1997):

*“Principios de estadística médica. Concepto general de estadística y su aplicación al estudio y progreso de los asuntos médicos. Importancia y extensión actual que han tomado los estudios. Principios lógicos en que se funda toda estadística. Ídem en que se basa la estadística especial médica. Reglas generales que deben presidir a la confección de una estadística perfecta. Rigor de juicio con que deben estimarse los datos estadísticos. Trascendencia de la estadística médica en cuanto pueda contribuir a la fundación de una medicina social de carácter positivo”.*

Este creciente entusiasmo, aunque casi circunscrito al ámbito de los epidemiólogos, por la aplicación de la estadística a la solución de problemas sanitarios se inscribe claramente, a nuestro juicio, en un primer paradigma, donde lo sustancial es una estadística de tablas, frecuencias y porcentajes, pero que instauró sin embargo la necesaria toma de conciencia para que la Demografía y la Estadística formaran parte del cuerpo doctrinal de la Higiene. Así podemos verlo constatado en los tratados de Higiene del primer cuarto del siglo XX. Un ejemplo puede ser el *Tratado de Higiene* de Antonio Salvat Navarro, cuya primera edición data de 1915 (nosotros hemos trabajado con la de 1925), el cual suscribe esta idea, incorporando la *Demografía y Estadística en su Clasificación de las Materias de la Higiene* (Salvat, 1925).

## SEGUNDO PARADIGMA EN LA BIOESTADÍSTICA ESPAÑOLA: LA PREPARACIÓN DEL TERRENO Y LA LABOR DE MARCELINO PASCUA

La llegada de un segundo paradigma a España tomará algún tiempo. Resultó necesaria, entre otras cosas, una formación moderna en Estadística, ya que si bien la Higiene era disciplina consolidada desde 1843, incluyendo en ella las nociones básicas de Estadística, la disciplina de Bioestadística como tal no se incorporará a los planes de estudios de la licenciatura de Medicina hasta la muy tardía fecha de 1973.

Habría que esperar hasta 1924, año en que nace la Escuela Nacional de Sanidad, para vislumbrar en España el que hemos denominado segundo paradigma de la aplicación de la estadística a la medicina, un paradigma de tipo inferencial (Almenara y col., 2003).

Tardó, pues, el segundo paradigma en arribar al país, ya que, como hemos visto, toda la segunda mitad del siglo XIX y buena parte del XX están dominadas por la idea de una estadística demográfica, de frecuencias y tablas.

Sin embargo, se va abriendo paso poco a poco una corriente que propiciará la aparición del mismo. Señalar como indicios de preparación del terreno un libro olvidado, debido a la pluma del francés Martinet, traducido al castellano por Arturo Cubells Blasco, inspector provincial de sanidad, editado en Barcelona en el año 1923 con el título de *Elementos de Biometría*. La primera edición del mencionado texto había visto la luz en Francia en 1916 (Martinet, 1923). Esta obra representa un ensayo de extender el razonamiento numérico y estadístico a la investigación médica en general, y en un sentido más amplio al que hasta ese momento imperó.

Especial satisfacción nos produjo encontrar, también, el libro titulado *Manual de matemáticas para biólogos* de los profesores Vegas y Navarro Borrás, publicado en Madrid antes de la guerra civil. Se trata de uno de los primeros manuales modernos de matemáticas aplicadas a la biología. El texto fue prologado por el Catedrático de la Facultad de Medicina de Madrid D. Antonio García Tapia, quien escribió:

*“En suma, el “Manual de Matemáticas para biólogos” de los profesores Navarro y Vegas debe figurar como uno de sus libros auxiliares más útiles en la biblioteca de todos los médicos”.*

Este libro ve la luz en enero de 1936. Lamentablemente los avatares políticos y sociales posteriores llevaron a España a la ignominiosa guerra civil, y al consecuente estancamiento posterior en virtualmente todas las esferas, incluida la Bioestadística.

Tras el paréntesis las nuevas ideas en materia de la aplicación estadística a la investigación van introduciéndose en España. Y, así, en 1942 ve la luz *El método estadístico en Biología*, uno de los primeros intentos loables de incorporar el razonamiento inferencial a la investigación médica. Sus autores fueron los médicos Gerardo Sanz Vázquez y Jorge Tamarit Torres (1913-1986).

La definitiva incorporación de esa nueva estadística inferencial al arsenal de procedimientos de la investigación médica será finalmente protagonizada por D. Marcelino Pascua Martínez, quien representa a nuestro juicio el máximo exponente de los epidemiólogos españoles que desde finales del siglo XIX se venían interesando por la utilización del

método estadístico para el estudio de los problemas de la salud y de la enfermedad en las poblaciones. Su formación inicial tuvo lugar en la Universidad Complutense de Madrid, pero se especializó posteriormente en Epidemiología y Estadística, tanto en EEUU (en la *Johns Hopkins University*) como en Inglaterra (*University College* primero y *National Institute of Health* de Londres, luego). Estando en contacto con personalidades de la talla de Greenwood, Pearl y Frost.

Su *curriculum* profesional es denso: ocupó puestos docentes relevantes en la Escuela Nacional de Sanidad donde enseñó Estadística y Demografía y estuvo al frente de los servicios de Estadística Sanitaria de la Dirección General de Sanidad en los períodos que van de 1929 al 31 y de 1933 al 36. Tras la guerra civil, se ve abocado al exilio que le lleva de nuevo a la docencia, esta vez ejercida en Baltimore, en la *Johns Hopkins University* y, más concretamente, en su emblemática Escuela de Higiene y Salud Pública (Almenara y Silva, 1999). Así aparece en la relación de profesores que publica el boletín *Biometrics*. En el volumen 1 de agosto de 1945 se puede leer la siguiente relación de profesores del Departamento de Bioestadística de la Escuela Johns Hopkins, (Anónimo, *Biometrics*, 1945): Loweel J. Reed (*Professor and Head of the Department*); Margaret Merrell (*Associate Professor*); W. Hedrich and W.T. Fales (*Lectures*); y E. L. Crosby, G. F. Badger, y M. Pascua (*Assistant Professors*). Es aquí donde desarrolla una gran parte de su labor investigadora que facilitará su salto en 1948 a la Jefatura del Departamento de Estadísticas Sanitarias de la Organización Mundial de la Salud, cargo que ocupa hasta el año 1957, fecha de su jubilación.

En la última etapa es cuando D. Marcelino, ya jubilado, se centra en uno de sus últimos y más acariciados proyectos, el manual de *Metodología Bioestadística para médicos y oficiales sanitarios*, que publicará la editorial Paz Montalvo en 1965.

Con la labor docente de la Escuela Nacional de Sanidad y la insigne figura de Marcelino Pascua entra definitivamente el segundo paradigma en España y la madurez de las aplicaciones estadísticas en la investigación médica española.

## 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. SILVA L.C. (1999). "Metodología Bioestadística para médicos y oficiales sanitarios". Nota: Análisis del libro con ese título de D. Marcelino Pascua. *Llull* 22,(44): 317-335.
- Anónimo. (1945). "Department of Biostatistics at the School of Higiene and Public Health, The Johns Hopkins University". *Biometrics* (4):53.
- ANES Y ÁLVAREZ DE CASTRILLÓN G. (1982). Editor y autor de la nota preliminar en el trabajo de José Vargas Ponce (1805) *Estados de Vitalidad y Mortalidad de Guipúzcoa en el siglo XVIII*. Madrid, Real Academia de la Historia.

- CARRERAS A. (1977). *El problema del niño expósito en la España Ilustrada*. Salamanca. Ediciones del Instituto de Historia de la Medicina Española. Universidad de Salamanca.
- CARRILLO J. L. BERNAL E. BONILLA I. (1990). Introducción y notas a las *Memorias Autobiográficas* de Felipe Hauser (c.1924). "Colección de bolsillo", 108. Sevilla, Universidad de Sevilla.
- COMENGE L. (1899). "Sobre Demografía Sanitaria". *Revista Iberoamericana de Ciencias Médicas*. II:140-153.
- DURÁN F. (1997). José Vargas Ponce (1760-1821). Ensayo de una bibliografía y crítica de sus obras. Cádiz, Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cádiz.
- FRESQUET J.L. (1990). *Francisco Méndez Alvaro (1806-1883) y las ideas sanitarias del liberalismo moderado*. Colección "Textos Clásicos Españoles de la Salud Pública", 14. Madrid, Ministerio de Sanidad y Consumo.
- GÓMEZ F. (2002). "Probabilismo y toma de decisiones en la escolástica española". En *Historia de la Probabilidad y de la Estadística*. A.H.E.P.E. Madrid, Editorial AC.
- GRANJEL M. (1983). *Pedro Felipe Monlau y la Higiene española del siglo XIX*. Salamanca, Cátedra de Historia de la Medicina de la Universidad de Salamanca.
- HERRERA F. (1997). *Crisis y medidas sanitarias en Cádiz. (1898-1945)*. "Cuadernos de Historia de la Ciencia", 10. Zaragoza, Universidad de Zaragoza.
- KUHN T.S. (1995). *La estructura de las revoluciones científicas*. Decimoséptima reimpresión de la primera edición en castellano de 1971. Primera edición inglesa de 1962 (The Structure of Scientific Revolutions, University of Chicago Press). Madrid, Breviarios del Fondo de Cultura Económica.
- LÓPEZ J. M. (1989). *Los orígenes en España de los estudios sobre la Salud Pública*. Colección "Textos Clásicos Españoles de la Salud Pública", 1. Madrid, Ministerio de Sanidad y Consumo.
- MADOZ P. (1986). *Diccionario Geográfico-Estadístico-Histórico de España y sus posesiones de ultramar*. Edición original publicada entre 1845-1850, Madrid. Nota: aquí hemos utilizado el volumen de Cádiz correspondiente a la reedición de 1986. Valladolid, Editor Domingo Sánchez Zurro, Ámbito ediciones, S.A.
- MARTÍN F.J. (2002). "Los probabilistas españoles de los s. XVII a XIX". En *Historia de la Probabilidad y de la Estadística*. A.H.E.P.E. Madrid, Editorial AC.
- MARTINET A. (1923). *Elementos de Biometría*. Barcelona, Editorial Pubul.
- MONTES J. (1982). Presentación de la obra de Sampaio *Elementos de la Ciencia de la Estadística* (1841). Madrid, INE.
- PASCUA M. (1965). *Metodología bioestadística para médicos y oficiales sanitarios*. Madrid, Editorial Paz Montalvo.
- REHER D-S. VALERO A. (1995). *Fuentes de información demográfica en España*. "Cuadernos metodológicos", 13. Madrid, C.I.S.
- RODRÍGUEZ E. (1992). *Por la Salud de las Naciones. Higiene, microbiología y Medicina Social*. "Historia de la Ciencia y de la Técnica", 45. Madrid, Ediciones Akal.
- RODRÍGUEZ E. BERNABEU J. (1996). "El legítimo criterio aritmético. Los métodos cuantitativos en la salud pública española, 1800-1936". En: Emilio Sánchez-

- Cantalejo (editor). *La Epidemiología y la Estadística*. Ponencias del V Encuentro Marcelino Pascua. Granada, Escuela Andaluza de Salud Pública.
- RODRÍGUEZ, E. y BERNABEU, J. (1997). "Physicians and statisticians: two ways of creating demographic health statistics in Spain, 1841-1936". *Continuity and Chance* 12,(2):252.
- SALAS F. (1998). *Manuel Martin Salazar. Apuntes biográficos*. Edita Excmo. Ayuntamiento de Montellano, Camas (Sevilla).
- SALVAT A. (1925). *Tratado de Higiene*. 2a ed. Tomo I. Barcelona, Editor: Manuel Marín.
- SAMPAIO A.P.F. (1982). *Elementos de la Ciencia de la Estadística*. Traducido al español por Vicente Diez Canseco. Editor: I. Boix. Edición facsímil de la obra original de 1841. Madrid, INE.
- SÁNCHEZ-CASADO I. (1982). Comentario a la obra de Sampaio *Elementos de la Ciencia de la Estadística* (1841). Edición facsímil de la obra original de 1841. Madrid, INE.
- SÁNCHEZ-LAFUENTE, J. (1975). *Historia de la Estadística como ciencia en España (1800-1900)*. Madrid, INE.
- SANTOS DEL CERRO J. (2000). "Una teoría sobre la creación del concepto moderno de probabilidad: aportaciones españolas". *Llull*. (47):431-450.
- SANZ M. A. (1996). "La Epidemiología y la Estadística". En: Emilio Sánchez-Cantalejo (editor). *La Epidemiología y la Estadística*. Ponencias del V Encuentro Marcelino Pascua. Granada, Escuela Andaluza de Salud Pública.
- SANZ G. TAMARIT J. (1942). *El método estadístico en Biología*. Madrid, Espasa-Calpe, S.A.
- SUÁREZ J. M. (1986). Estudio introductorio al *Diccionario Geográfico-Estadístico-Histórico de España y sus posesiones de ultramar* de P. Madoz. Edición original publicada entre 1845-1850, Madrid. Nota: se ha utilizado el volumen de Cádiz correspondiente a la reedición de 1986. Valladolid, Editor Domingo Sánchez Zurro, Ámbito ediciones, S.A.



# ASPECTOS MÉDICO-SANITARIOS EN LA INSTITUCIONALIZACIÓN CIENTÍFICA EN LOS INICIOS DEL SIGLO XIX

MARCELO FRÍAS NÚÑEZ  
UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID

ANDRÉS GALERA GÓMEZ  
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

## RESUMEN

*Nuestro trabajo aborda el contenido de la presencia del discurso científico en estos primeros años del siglo XIX, a partir de aspectos médicos y sanitarios. Contemplamos el papel institucionalizador de la ciencia y las grandes publicaciones de medicina y de historia natural, en el debate académico y político que se genera sobre la salud pública y sobre el estatuto embrionario del ser humano.*

**Palabras clave:** *Medicina, Salud Pública, Embriología, Institucionalización, Academias, Discurso Científico, España, Francia.*

## ABSTRACT

*Our work approaches the content of the presence of the scientific speech in these first years of century XIX, from medical and sanitary aspects. We contemplated to the institutional paper of science and great publications of medicine and natural history, in the academic and political debate that is generated on the public health and the embryonic statute of the human being.*

**Keywords:** *Medicine, Public Health, Embryology, Institutionalization, Academies, Scientific Speech, Spain, France.*



## PRESENTACIÓN

Queremos significar en primer lugar la satisfacción personal de que esta nueva reunión de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas -como IX Congreso- se halla desarrollado en la ciudad de Cádiz. Ello nos permite, a los que tenemos una relación especial y personal con esta ciudad la oportunidad de encontrarnos una vez más en un entorno que siempre nos recibe y acoge con una simpatía y generosidad que creo que se ha convertido ya en una referencia clásica en el conjunto de la sociedad académica de nuestro país.

Más que resultados concretos de una investigación puntual, en esta presentación que hacemos en el IX Congreso<sup>1</sup> hemos querido acercarnos a las líneas principales de tres líneas de investigación que se han puesto recientemente en marcha junto con los mecanismos de reflexión y marco teórico que vamos conformando. Ello nos permite trabajar conjuntamente a un grupo aparentemente dispar de investigadores, pero con la ambición de abrir y explorar nuevas formas de estudio de nuestro pasado científico.

## LOS FUNDAMENTOS

Tras la aparente normalidad con que la sociedad española abordó las diferentes parcelas científicas durante la etapa de la Ilustración, la llegada del siglo XIX supuso un cambio significativo en el que variaron las perspectivas sociales de la ciencia.

El primer tercio del siglo XIX ha sido considerado en España como una etapa de profunda crisis social, de aislamiento intelectual y científico en el que las condiciones de trabajo de los profesionales de la ciencia iban a encontrar un marco poco adecuado, condicionado por una cerrazón ideológica y falta de circulación de las ideas. La radicalización de la monarquía absoluta, con la consiguiente represión de los atisbos de propuestas liberales ha

<sup>1</sup> Esta presentación se hace en el marco del Proyecto de Investigación HUM 2004-02907 "La institucionalización científica del siglo XIX: repercusión en la sociedad española y relaciones con Francia" y del Proyecto de Investigación "Medio siglo de teratología evolutiva (1820-1870)", ambos financiados por la Dirección General de Investigación del Ministerio de Educación y Ciencia de España.

sido presentada asimismo como el origen de las dos posiciones de polarización ideológica que se manifestarían en la sociedad española a lo largo del siglo XIX.

Al abordar la institucionalización científica del siglo XIX surge la necesidad de prestar atención a las universidades, en cuanto instituciones destinadas a docencia y a la investigación y a las diferentes sociedades científicas, que también cumplirán una labor destacada en la difusión del conocimiento. La influencia que el marco de inestabilidad social de esta época tuvo en la organización de la ciencia ha sido abordado en trabajos ya clásicos como los de Comenge<sup>2</sup>, a principios del siglo pasado, los de los hermanos Peset<sup>3</sup>, sobre la Universidad, en la década de los 70, o más recientemente para el caso de la fisiología, los de Josep Luis Barona<sup>4</sup>, estudios que nos han mostrado cómo “uno de los principales factores de discordia que se puso de manifiesto al iniciarse el siglo XIX fue la pervivencia de dos tipos de profesionales claramente diferenciados: la del médico y la del cirujano”<sup>5</sup> -cada grupo con sus propias instituciones docentes: facultades de medicina y colegios de cirugía-.

Más allá del papel jugado por las facultades de medicina y los colegios de cirugía, otros foros característicos de debate científico han sido quizás menos analizados, especialmente las Academias y entre ellas, las que nos interesan más en el tema que nos ocupa, las Reales Academias de Medicina. Instituciones, cuya actividad ha sido considerada asimismo -para el caso español- como de entrada en decadencia, durante los primeros años del siglo XIX.

En estos momentos de contradicción entre política y ciencia, creemos sin embargo, que hay una vía de comunicación, de debate, de intercambio científico y de ideas médicas, que está presente en el discurso de muchos de nuestros médicos de estos años, y en los que aparece de una manera nítida también una clara influencia europea, especialmente francesa.

Así, entendemos el término “institucionalización” por tanto, en un sentido mucho más amplio: donde tienen cabida los centros como universidades y academias, pero también el conjunto de propuestas, reflexiones o intentos tanto teóricos como prácticos de innovación. Y en estas propuestas consideramos tanto las cuestiones directamente relacionadas con la salud pública, como el debate científico sobre las formas del origen y desarrollo de la vida, que condicionarán y estarán presentes en el ideario médico.

En la construcción de este discurso científico, de la construcción y difusión de este conocimiento médico y sanitario, consideramos que las grandes publicaciones europeas marcaron una decisiva referencia en todo el continente, incluida España, en esta otro acercamiento a la “institucionalización” que nosotros proponemos.

En este marco abordamos referentes clásicos del siglo XVIII en *historia natural*, como son las obras de Buffon<sup>6</sup>, el *Classique*<sup>7</sup> o el *Déterville*<sup>8</sup> -que estarán presentes a lo largo

<sup>2</sup> COMENGE FERRER, L. (1914) *La medicina en el siglo XIX. Apuntes para la historia de la cultura médica en España*, J. Espasa, Barcelona.

<sup>3</sup> PESET, M. y J. L. PESET (1974) *La Universidad española (siglos XVIII-XIX). Despotismo ilustrado y revolución liberal*, Taurus, Madrid.

<sup>4</sup> BARONA VILAR, J. L. (1992) *La doctrina y el laboratorio. Fisiología y experimentación en la sociedad española del siglo XIX*, CSIC, Madrid.

<sup>5</sup> Idem, pp. 38-39.

<sup>6</sup> BUFFON, G-L. L. (comte de) (1749-1789) *Histoire naturelle, générale et particulière*, 36 vols., Paris.

<sup>7</sup> *Dictionnaire classique d'histoire naturelle* (Dir. Bory de Saint-Vincent) (1827), Paris.

<sup>8</sup> *Nouveau dictionnaire d'histoire Naturelle appliquée aux arts, principalement à l'agriculture et à l'économie rurale et domestique: par un société de naturalistes et d'agriculteurs avec des figures tirées des trois regnes de la nature* (1803 - An XI), 24 vols., Déterville, Paris.

del XIX-, así como los grandes diccionarios de medicina -tanto la principal referencia de inicios del siglo: el *Panckoucke*<sup>9</sup>, como la fuente indispensable en la segunda mitad del propio siglo XIX: el *Déchambre*<sup>10</sup>.

Como tercer eje incluimos el de las propuestas francesas, pues el notable retraso con que los descubrimientos científicos de fuera de nuestro país llegaban a España fue encontrando remedio especialmente con la apertura hacia Francia. La presencia y posición dominante del idioma francés entre nuestros científicos tuvo, sin duda, un papel destacado en esta opción especialmente a lo largo del siglo XVIII. La invasión francesa de principios del siglo XIX y el posterior reinado de Fernando VII iba a dar lugar a una situación contradictoria: si bien la llegada de las tropas francesas favorecería también la llegada tanto de científicos como de teorías del otro lado de los Pirineos, la posterior vuelta de Fernando VII supuso la persecución de afrancesados y liberales -responsables, en buena medida, de la difusión en España de la ciencia europea-. Ello no impidió sin embargo, que los autores franceses circularan por nuestro país y la Real Academia de Medicina, por ejemplo, iba a ejercer una labor de filtro tanto en la difusión de los originales franceses como en las traducciones al español<sup>11</sup>.

## LA PRÁCTICA

En este marco de encuentro el trabajo que abordamos se inserta en tres líneas de investigación:

En una de ellas nos centramos en el proceso de institucionalización científica de la sociedad española en el siglo XIX -acercando nuestro análisis al papel de las Academias, especialmente en la temática de medicina y salud pública, y a la legislación oficial. Las propias instituciones científicas -como la Real Academia Nacional de Medicina en España<sup>12</sup>- se convierten en lugares privilegiados de estudio de la salud pública, como lugares de encuentro de saberes científicos sobre las enfermedades, ideas políticas y propuestas de prácticas tanto individuales como colectivas. La Real Academia de Medicina, que surgió como instrumento encargado de velar por el bienestar de los ciudadanos, tenía como objetivos el progreso de la ciencia médica, la formación de sus profesionales, la atención por la salud y la prevención de las enfermedades. Por tanto, cuando revisamos la diversidad de materias abordadas en los trabajos de los académicos, encontramos una gran mayoría de temas médicos -con continuas referencias a los problemas más importantes como las fiebres y diferentes procesos epidémicos-. Pero al lado de estos temas, también aparecen otras

<sup>9</sup> *Dictionnaire des sciences médicales, par une société de médecins et de chirurgiens*, 60 vols., C. L. F. Panckoucke, Paris, (1812-1822).

<sup>10</sup> DECHAMBRE, A. (Dir.) (1864-1889) *Dictionnaire encyclopédique des sciences médicales*, 100 vols., Paris.

<sup>11</sup> FRIAS NÚÑEZ, M. Censura en la Real Academia Médica de Madrid: notas sobre la edición española de los 'Elemens d'hygiène' de Etienne Tourtelle, en *Jornadas de homenaje al Dr. Antonio Orozco*, Academia Hispanoamericana de Cádiz, Cádiz (En prensa)

<sup>12</sup> FRIAS NÚÑEZ, M. (2004) "La Real Academia Médica de Madrid en los albores de la Historia Contemporánea de España (finales del siglo XVIII-principios del siglo XIX)" en *Actas del VIII Congreso de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas*, Logroño.

preocupaciones científicas<sup>13</sup>. Nos encontramos, en este sentido, con una cierta situación de *lugar agrupador* en el estudio de las distintas ramas de la ciencia, que nos ha permitido considerar -en línea con lo apuntado por Antonio González Bueno y Raúl Rodríguez Nozal- el establecimiento identificativo entre la Academia de Medicina y la no existente entonces Academia de Ciencias<sup>14</sup>.

En la segunda línea de trabajo, se abordan precisamente los debates de la Academia de Ciencias Francesa, centrándonos en el debate en torno al embrión. Las peculiares características del modelo español no podía hacernos obviar, como señalábamos unas líneas antes, el influjo de los vecinos europeos, especialmente de Francia. Por ello consideramos especialmente enriquecedora la aportación de conocimientos sobre la Academia de Ciencias francesa, en cuyo seno la cuestión de la embriología va a tener una consideración significativa. Este trabajo prosigue la línea de la investigación dirigida por Jean-Louis Fischer sobre "Las representaciones del embrión humano, desde la fecundación hasta el nacimiento" -en el término "representación" se comprende tanto los bajo relieves, las esculturas, pinturas o dibujos en sus diferentes soportes, como los textos científicos que los describen, explican y elaboran teorías sobre la generación y el desarrollo embrionario del hombre, un estatuto cuya definición provoca debates contradictorios<sup>15</sup>.

Francia aparece, como señalábamos antes, en tanto que país clave para profundizar en la institucionalización española. En España el modelo de estado y muchas de las instituciones científicas tuvieron una clara influencia del modelo francés. Las teorías científicas que allí se produjeron marcaron también nuestro país. En esta sentido se aborda la tercera línea de investigación, centrada en el análisis de algunos de los trabajos de teratología experimental transformista más importantes del siglo XIX. Así, junto a las realizaciones de William Edwards<sup>16</sup>, se estudian las de Étienne Geoffroy Saint-Hilaire<sup>17</sup> y Camille Dareste<sup>18</sup> en el período 1820-1870. Partiendo del referente ideológico inicial del modelo formulado por Lamarck en 1809 en su *Philosophie Zoologique*<sup>19</sup>, se trata de comprobar su hipótesis sobre la capacidad del medio para modificar el desarrollo embrionario y conformar individuos específicamente diferentes a los progenitores. Tras los trabajos de

<sup>13</sup> Abordando materias como la aritmética, la arquitectura, la astronomía, la meteorología, la mineralogía, la paleontología, la química, la símica, la vulcanología y la botánica.

<sup>14</sup> GONZÁLEZ BUENO, A. y R. RODRÍGUEZ NOZAL (1995) "Conocimiento científico y poder en la España Ilustrada; hacia la supremacía comercial a través de la Botánica Medicinal", *ANTILLA, Revista española de historia de las ciencias de la naturaleza y de la tecnología*, Vol. I., Artículo nº 2.

<sup>15</sup> FISCHER, J. L. (1998) "Histoire de la chaire d'embryologie du Collège de France", en *Revue d'Histoire des Sciences*, 51/4, pp. 435-456. FISCHER, J. L. (1999) "Embryogenèse", en "*Dictionnaire d'histoire et de philosophie des sciences*", (Dir. Dominique Lecourt) PUF, Paris, pp. 332-337.

<sup>16</sup> EDWARDS, W. (1824) *De l'influence des agents physiques sur la vie*, Paris.

<sup>17</sup> SAINT-HILAIRE, E. G. (1833) "Le degré d'influence du monde ambiant pour modifier les formes animales question intéressant l'origine des espèces téléosauriennes et sucesivement celle des animaux de l'époque actuelle", en *Memoires de l'Academie Royale des Sciences*, vol. 12, pp. 63-92. SAINT-HILAIRE, E. G. (1834) *Histoire naturelle des mammifères, comprenant quelques vues préliminaires de philosophie naturelle et l'histoire des singes, des makis, des chauve-souris et de la taupe*, Paris.

<sup>18</sup> DARESTE, C. (1877) *Recherches sur la production artificielle des monstruosités ou essais de tératogénie expérimentale*, Paris.

<sup>19</sup> LAMARCK, J.-B., (1809), *Philosophie zoologique*, Paris.

Saint-Hilaire encontraremos la formulación de un esquema evolutivo propio en Francia<sup>20</sup>, y en el caso de Dareste, la participación plena en el debate darwinista decimonónico<sup>21</sup>, definiendo un modelo experimental continuado en el siglo XX por científicos como Paul Ancelet-teratogénesis química- y Étienne Wolff -teratogénesis de los rayos X<sup>22</sup>.

Así, intentamos confrontar puntos de vista de la historia de la medicina y de la salud pública con otros de historia de la biología. Preocupación por la salud, ideología médica, ideario sobre el origen del hombre... que estarán presentes en el debate científico a lo largo del siglo XIX, y que tendrá su plasmación en las propias prácticas de los científicos y en sus propuestas innovadoras.

La acción del Estado y su función institucionalizadora formarán parte asimismo de este entremado de encuentros entre saberes y prácticas a partir de los fundamentos del poder médico y su presencia en el pensamiento sobre el origen del hombre y el estatuto embrionario del ser humano.

Madrid-Cádiz, Septiembre de 2005.

## REFERENCIAS

- BARONA VILAR, J. L. (1992) *La doctrina y el laboratorio. Fisiología y experimentación en la sociedad española del siglo XIX*, CSIC, Madrid.
- BUFFON, G-L. L. (comte de) (1749-1789) *Histoire naturelle, générale et particulière*, 36 vols., Paris.
- COMENGE FERRER, L. (1914) *La medicina en el siglo XIX. Apuntes para la historia de la cultura médica en España*, J. Espasa, Barcelona.
- DARESTE, C. (1877) *Recherches sur la production artificielle des monstruosités ou essais de tératogénie expérimentale*, Paris.
- DECHAMBRE, A. (Dir.) (1864-1889) *Dictionnaire encyclopédique des sciences médicales*, 100 vols., Paris.
- Dictionnaire classique d'histoire naturelle* (Dir. Bory de Saint-Vicent) (1827), Paris.
- Dictionnaire des sciences médicales, par une société de médecins et de chirurgiens*, (1812-1822), 60 vols., C. L. F. Panckoucke, Paris.
- EDWARDS, W. (1824) *De l'influence des agents physiques sur la vie*, Paris.
- FISCHER, J. L. and SMITH, J. "French embryology and the mechanics of development from 1887 to 1910: L. Chabry, Y. Delage and E. Bataillon", en *History and philosophy of the life sciences*, vol. 6, n. 1, 1984, pp. 25-39.

<sup>20</sup> FISCHER, J. L. and SMITH, J. "French embryology and the mechanics of development from 1887 to 1910: L. Chabry, Y. Delage and E. Bataillon", en *History and philosophy of the life sciences*, vol. 6, n. 1, 1984, pp. 25-39.

<sup>21</sup> RICHARDS, R. J. (1992) *The meaning of evolution. The morphological construction and ideological reconstruction of darwin's theory*, Chicago.

<sup>22</sup> GALERA, A. (2000) *Historias de la evolución*, vol. temático de la revista *Asclepio*, Madrid. GALERA, A. (2002) "Creating Evolution", en PUIG-SAMPER, M. A., RUIZ, R., y A. GALERA (Eds.) *Evolucionismo y cultura*, Ediciones Doce Calles, Madrid.

- FISCHER, J. L. (1998) "Histoire de la chaire d'embryologie du Collège de France", en *Revue d'Histoire des Sciences*, 51/4, pp. 435-456.
- FISCHER, J. L. (1999) "Embryogenèse", en "*Dictionnaire d'histoire et de philosophie des sciences*", (Dir. Dominique Lecourt) PUF, Paris, pp. 332-337.
- FRIAS NÚÑEZ, M. (2004) "La Real Academia Médica de Madrid en los albores de la Historia Contemporánea de España (finales del siglo XVIII-principios del siglo XIX)" en *Actas del VIII Congreso de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas*, Logroño.
- FRIAS NÚÑEZ, M. "Censura en la Real Academia Médica de Madrid: notas sobre la edición española de los 'Elemens d'hygiène' de Etienne Tourtelle", en *Jornadas de homenaje al Dr. Antonio Orozco*, Academia Hispanoamericana de Cádiz, Cádiz (En prensa).
- GALERA, A. (2000) *Historias de la evolución*, vol. temático de la revista Asclepio, Madrid.
- GALERA, A. (2002) "Creating Evolution", en PUIG-SAMPER, M. A., RUIZ, R., y A. GALERA (Eds.) *Evolucionismo y cultura*, Ediciones Doce Calles, Madrid.
- GONZALEZ BUENO, A. y R. RODRIGUEZ NOZAL (1995) "Conocimiento científico y poder en la España Ilustrada: hacia la supremacía comercial a través de la Botánica Medicinal", *ANTILIA, Revista española de historia de las ciencias de la naturaleza y de la tecnología*, Vol. I., Artículo nº 2.
- LAMARK, J.-B., (1809), *Philosophie zoologique*, Paris.
- Nouveau dictionnaire d'Histoire Naturelle appliquée aux arts, principalement à l'agriculture et à l'économie rurale et domestique: par un société de naturalistes et d'agriculteurs avec des figures tirées des trois regnes de la nature* (1803 - An XI), 24 vols., Déterville, Paris.
- PESET, M. y J. L. PESET (1974) *La Universidad española (siglos XVIII-XIX). Despotismo ilustrado y revolución liberal*, Taurus, Madrid.
- RICHARDS, R. J. (1992) *The meaning of evolution. The morphological construction and ideological reconstruction of darwin's theory*, Chicago.
- SAINT-HILAIRE, E. G. (1833) "Le degré d'influence du monde ambiant pour modifier les formes animales question intéressant l'origine des espèces téléosauriennes et successivement celle des animaux de l'époque actuelle", en *Memoires de l'Academie Royale des Sciences*, vol. 12, pp. 63-92.
- SAINT-HILAIRE, E. G. (1834) *Histoire naturelle des mammifères, comprenant quelques vues préliminaires de philosophie naturelle et l'histoire des singes, des makis des chauve-souris et de la taupe*, Paris.

# EL CÓLERA EN LA CAPITAL HISPALENSE DURANTE LA SEGUNDA MITAD DEL SIGLO XIX

MARÍA DEL CARMEN GIMÉNEZ MUÑOZ  
DEPARTAMENTO DE HISTORIA CONTEMPORÁNEA, UNIVERSIDAD DE SEVILLA

## RESUMEN

*El cólera fue la causa más importante de la mortalidad catastrófica en el siglo XIX. Europa, al establecer relaciones comerciales con las regiones asiáticas, se contagió del cólera. Ésta era una enfermedad endémica del delta del Ganges, desde donde iniciaba su salida siguiendo preferentemente las vías fluviales. La irrupción de la mortífera epidemia generó profundas repercusiones demográficas, sociales, económicas, médicas y sanitarias. Es mi intención, en este trabajo, analizar los comportamientos de la sociedad en la capital hispalense durante la segunda mitad del siglo XIX ante la amenaza y el ataque de la enfermedad, sus reacciones respecto a un fenómeno de profundas implicaciones en todos los ámbitos, las medidas adoptadas por las autoridades políticas y sanitarias para afrontar el problema y la alarma de desestabilización social que producía. Las epidemias de cólera se sucedieron periódicamente en Sevilla a lo largo del siglo XIX en los años 1833, 1834, 1854, 1855, 1856 y 1865. En 1885 y 1890 hubo casos aislados que no revistieron carácter epidémico. Aunque las disposiciones preventivas contra el cólera se repetían a lo largo de los años, no obstante, se prueban la desidia y la falta de aplicación de las medidas sanitarias por parte de la junta municipal sevillana.*

**Palabras clave:** Beneficencia, Sanidad

## ABSTRACT

*Cholera was the main cause of mortality in the 19th Century. After trade relations with Asia were established, this disease spread throughout Europe. This was an epidemic*

*illness which originated in the delta of the Ganges River, from where it later spread via the river's connecting streams. The eruption of this deadly epidemic generated profound demographic, social, economical, medical and health repercussions. In this paper, I intend to analyse four areas: the behaviour of the society of the capital city of Seville during the second half of the 19th Century when faced with the threat and attack of this disease; its reactions with respect to a phenomenon of profound implications in all areas; the measures taken by the political and health authorities to face the problem; and the social instability which was produced. The cholera epidemic repeated periodically in Seville throughout the 19th Century in the years 1833, 1834, 1854, 1855, 1856 and 1865. In 1885 and in 1890 there were isolated cases that did not reach epidemic levels. Preventive measures were repeatedly taken against cholera throughout the years; nevertheless, the appearance of these isolated cases was proof of idleness and lack of proper health measures on the part of the municipality of Seville.*

**Keywords:** *Welfare (System), Health (System)*

El cólera fue la causa más importante de la mortalidad catastrófica en el siglo XIX. La irrupción de la mortífera epidemia generó profundas repercusiones demográficas, sociales, económicas, médicas y sanitarias. Es mi intención, en este trabajo, analizar los comportamientos de la sociedad en la capital hispalense durante la segunda mitad del siglo XIX ante la amenaza y el ataque de la enfermedad, sus reacciones respecto a un fenómeno de profundas implicaciones en todos los ámbitos, las medidas adoptadas por las autoridades políticas y sanitarias para afrontar el problema y la alarma de desestabilización social que producía. Desde este enfoque, adquieren especial relevancia las medidas que tomaron las autoridades municipales y provinciales orientadas a la higiene tanto de las personas como de las viviendas así como al cuidado de la salubridad pública, comprendiendo la limpieza de calles, la erradicación de estercoleros, la instalación de letrinas en las viviendas, la lucha contra el hacinamiento de los sectores menesterosos, la construcción de alcantarillado, la limpieza en los mercados y mataderos, etcétera. No menos importante fue la vigilancia de mercancías procedentes de lugares contagiados o sospechosos de estarlo, la instalación de lazaretos para las personas que pudieran ser portadoras de la enfermedad, la aplicación de cuarentenas a los barcos sin patente limpia o bien la prohibición del atraque cuando procedían de zonas contagiadas. Las diferencias de clase, la escisión de la sociedad entre los sectores acomodados y los sectores menesterosos, hicieron que el cólera golpeará de forma muy distinta a unos y a otros. Éstos últimos fueron los más castigados (pobres, mendigos, campesinos...) cuyas condiciones de vida estaban caracterizadas por la insuficiencia alimentaria, el hacinamiento y la ausencia de higiene en tanto que los sectores acomodados abandonaban los núcleos urbanos hacia zonas rurales donde el contagio era menos probable. Finalmente, el cólera obligó a prestar atención a los enfermos en la capital hispalense dada la inexistencia de hospitales específicos para coléricos teniendo que recurrir a crear hospitales utilizando los edificios de los conventos desamortizados.

## **EL CÓLERA DEVORA A SEVILLA**

La preocupación frente a una posible aparición del cólera es constante a mediados del siglo XIX. Europa, al establecer relaciones comerciales con las regiones asiáticas,

se contagió del cólera. Ésta era una enfermedad endémica del delta del Ganges, desde donde iniciaba su salida siguiendo preferentemente las vías fluviales. La dolencia estaba provocada por una enterotoxina, el vibrión colérico descubierto por Roberto Koch en 1883, que colonizaba en el intestino delgado de la especie humana y que en su forma más grave originaba una rápida pérdida de líquidos y electrolitos produciendo un shock hipovolémico, acidosis metabólica, seguida de la muerte del paciente<sup>1</sup>. Las epidemias de cólera se sucedieron periódicamente en Sevilla a lo largo del siglo XIX en los años 1833, 1834, 1854, 1855, 1856 y 1865. En 1885 y 1890 hubo casos aislados que no revistieron carácter epidémico<sup>2</sup>.

En la capital hispalense, concretamente en julio de 1854 se produjeron los primeros casos de cólera en el barrio de Triana coincidiendo con la sublevación de los seguidores del movimiento político iniciado por el General O'Donnell. El día 26 hubo 14 defunciones en Triana aumentando en progresión constante hasta el 30 en que murieron 90, por cuya cifra alarmante y previa consulta a la Academia de Medicina y Cirugía se declaró el estado de epidemia por la alcaldía. En consecuencia se procedió a la instalación de juntas parroquiales, organización de hospitales para pobres enfermos (en San Jacinto, San Hermenegildo y la Trinidad), auxilio y socorro de invadidos y pobres, arbitrio de trabajos para los braceros sin ocupación y demás tareas administrativas<sup>3</sup>. Sólo el día 3 de agosto de 1854 la mortandad en Triana alcanzaba el número de 91 víctimas, en la ciudad el 15 de agosto hubo 81 defunciones llegando al día 24 a los 111 fallecimientos<sup>4</sup>.

La Corporación municipal hizo frente a la calamidad mediante una suscripción voluntaria. A las pocas horas, la cifra de lo recaudado ascendió a 400.000 reales. Los duques de Montpensier ofrecieron la suma de 20.000 reales como donativo. Además la infanta doña María Luisa Fernanda, como fundadora, protectora y presidenta de la Asociación de beneficencia domiciliaria y con acuerdo de las señoras que formaban parte de ella, destinó para socorro de los coléricos la cantidad de 40.000 reales del fondo de la Asociación que habrían de ser repartidos entre Triana y Sevilla<sup>5</sup>. La capital hispalense se encontraba en un estado angustioso a resultas de la incomunicación con todos los pueblos de su provincia que habían establecido cordones sanitarios para evitar el contagio de la enfermedad. Incluso se cerraron los puertos de Cádiz y Sanlúcar a los artículos procedentes de Sevilla.

<sup>1</sup> Véase NAVARRO, Ramón (2002). *Historia de la Sanidad en España*, Madrid, LUNWERG EDITORES.

<sup>2</sup> Hay opiniones no publicadas que expresan sus dudas sobre la veracidad de los casos.

<sup>3</sup> Según el oficio del día 23 de agosto de 1854, la junta municipal de sanidad pedía que se le remitiera por los presidentes de las juntas parroquiales el número de familias más indigentes que existiera en cada una de las parroquias sin recurso alguno de subsistencia y pasando nota de la cantidad de medias hogazas de pan que necesitara cada uno diariamente debido a las circunstancias calamitosas por las que atravesaba la ciudad. De esta manera, Luis del Real presidente de la parroquia de Santa Marina exponía que las familias ascendían a 222 y el número de individuos a 778 teniendo en cuenta que pertenecían a dicha parroquia 103 casas. Luis del Real sugería que si para un niño era bastante una libra de pan para un padre desalimentado y descaecido y una madre criando, sin otro recurso que el pan, opinaba que no le eran bastantes dos libras por lo que con libra y media, es decir, media hogaza para cada individuo podría ser suficiente. Archivo Municipal de Sevilla (en adelante A.M.S.), *Colección Alfabética*, sección "Cólera", caja 1509.

<sup>4</sup> Véanse los partes sanitarios en A.M.S., *Colección Alfabética*, sección "Cólera", caja 1508.

<sup>5</sup> Véase GUICHOT Y PARODY, Joaquín (1903). *Historia de Sevilla*, Sevilla, Imprenta de El Mercantil Sevillano, tomo V, págs. 44-45.

A consecuencia de la epidemia y como preferencia destructora tuvo a las mujeres, por lo que muchas personas quedaron sin familia<sup>6</sup>. El problema se trasladaba así a las instituciones benéficas. La junta directiva del Hospicio Provincial no contaba con los suficientes recursos y localidades para recoger en sus dos establecimientos (Hospicio de San Luis y de Santa Isabel) a todos los huérfanos y necesitados<sup>7</sup>. Para la admisión, la junta contaba con el apoyo de los informes que les proporcionaban los curas y alcaldes de barrio respecto al aspirante.

Tras 1854, la reaparición del cólera en 1855 fue más acentuada por su prolongación con un contingente significativo de defunciones de junio a octubre: desde el 29 de mayo de uno a cinco fallecidos por día hasta fin de junio; en julio sucumbían ocho el día 19; en agosto se agravaba la mortandad, no bajando de tres a primeros de mes y sosteniéndose entre siete y diez casos diarios para subir a 14 en los días 26 y 29; en septiembre no decrecía el cómputo de las defunciones llegando a 18 víctimas el día 21; en octubre se producían 21 casos de mortandad epidémica el día 17. En resumen, perecieron 881 personas de resultas de la epidemia colérica de 1855<sup>8</sup>.

El único éxito que se puede deducir de dicha epidemia fue la promulgación de la primera Ley de Sanidad en España. En el bienio progresista gobernando el general Espartero y siendo ministro de Gobernación Julián de Huelvas, la Ley de Sanidad decretada por las Cortes Constituyentes era sancionada por Isabel II el 28 de noviembre de 1855<sup>9</sup>.

Así pues, nadie esperaba que en 1856 se reprodujera por tercer año consecutivo el cólera en la capital hispalense<sup>10</sup>. Al igual que en años anteriores, muchos niños quedaron huérfanos y volvieron a producirse los mismos problemas para las instituciones benéficas<sup>11</sup>.

<sup>6</sup> El cronista Velázquez y Sánchez menciona que en el trienio 1854 a 1856 se observó en los registros necrológicos que había una tercera parte más de hembras que de varones. Véase VELÁZQUEZ Y SÁNCHEZ, José (1994). *Anales de Sevilla de 1800 a 1850*, "Colección Clásicos Sevillanos", Sevilla, Ayuntamiento de Sevilla, págs. 225-226. A consecuencia de la muerte de su madre por el cólera su hija llamada Rita Padilla, vecina y natural de Triana, en la calle Mangaban, solicitaba entrar en el establecimiento de Santa Isabel. En dicha solicitud exponía tener 16 años, ser ciega y carecer de recursos para vivir. Su padre se dedicaba a hacer mandados no ganando lo suficiente para mantener y alimentar a sus seis hijos. En el caso anterior, el cura de la parroquia de Santa Ana, Manuel Palomar, afirmaba lo expuesto por Rita Padilla y el alcalde de barrio Joaquín Díaz de la Cuesta lo corroboraba. De esta manera tuvo ingreso dicha joven por el cupo de la ciudad. Archivo Diputación Provincial de Sevilla (en adelante A.D.P.S.), *Hospicio*, serie "Movimiento de acogidos", legajo 65.

<sup>7</sup> Véase GIMÉNEZ MUÑOZ, María del Carmen (2005). *Las instituciones benéficas de la ciudad de Sevilla*, Tesis inédita, Universidad de Sevilla.

<sup>8</sup> Véase VELÁZQUEZ Y SÁNCHEZ, José: *Anales...*, op. cit., pág. 220.

<sup>9</sup> La Ley de Sanidad se encuentra publicada en *El Porvenir*, en los días 12 y 13 de diciembre de 1855. Este texto legal, decisivo en la historia de la legislación sanitaria española, se ordenaba en 19 capítulos con un total de 102 artículos. Dicha Ley disponía la constitución de los organismos rectores de la política sanitaria (capítulos I-III), se ordenaba el modo de cumplirse los servicios sanitarios marítimo o exterior (capítulos IV-X) e interior (capítulos XI-XIII) y finalmente se establecían normas para la regulación de otras actividades sanitarias (capítulos XIII-XIX).

<sup>10</sup> Véanse los partes sanitarios en A.M.S., *Colección Alfabética*, sección "Cólera", caja 1511.

<sup>11</sup> Este fue el caso de Manuela Chaves, que habitaba en la casa situada en el callejón de las Becas, pretendía que se le admitiera en el Hospicio a su hermana Emilia, de ocho años, exponiendo que en el último cólera quedó huérfana de padre y madre con siete hermanos menores y sin recursos de ninguna clase a cargo de su abuela, anciana e impedida. La junta acordaba su ingreso previos informes del cura Francisco P. Serrano y del alcalde Joaquín del Castillo del barrio de San Lorenzo. Otro caso fue el de Ignacio Felison pretendiendo se admitiera en

Años más tarde, en 1865, el cólera comenzó hacer sus estragos en Sevilla, por Triana, el día 6 de septiembre, declarándose oficialmente la epidemia dos semanas después. Los periódicos locales anunciaban en sus columnas la devastación: “que hasta ahora la dolencia sólo ha invadido a aquellos seres, que por su debilidad física unas veces, por su mal estado de salud otras, y por las peores condiciones de su existencia, ofrecen fácil entrada a la enfermedad”. La mayoría eran párvulos que no habían pasado el período de la dentición y adultos en estado de miseria. Desde *La Andalucía* se reclamaba “el consorcio de todas las clases acomodadas, de todos los hombres de la ciencia y de influencia, de todas las autoridades a favor de los menesterosos, a favor de los infelices del barrio de Triana, porque son los que en primer término necesitan de una eficaz protección, si han de atravesar con ánimo sereno las actuales circunstancias. Para el resto de los menesterosos de Sevilla también los pedimos, pero en segundo grado y como medida preventiva”<sup>12</sup>. El citado periódico quedaba conmovido de la desgraciada suerte de la otra orilla del Guadalquivir “habitando en inmundos tugurios, alimentándose de la manera mas nociva y peligrosa, contraviniendo constantemente los preceptos de la higiene, esos proletarios, no solo del orden económico, sino también del orden moral, son los que están sufriendo todo el rigor del azote, son los que a esta fecha ven diezmasadas sus filas por la terrible influencia del contagio”<sup>13</sup>. El cronista José Velázquez y Sánchez demuestra en sus *Anales* que la repetición de la epidemia en aquel distrito no se debió a la circunstancia de insalubridad inherente al citado barrio “sino a su posición topográfica y a las especialidades marcadísimas de su vecindario [hornos de alfarería...]”<sup>14</sup>.

Apenas se declaró el cólera en la ciudad cuando comenzó la emigración que la privó de 15 a 20.000 personas. Todos pertenecían a familias acomodadas. Esto produjo un notable perjuicio de la agricultura, la industria y comercio. El alcalde García de Vinuesa tomó medidas para curar a los afectados, evitar la propagación y conseguir la completa extinción de la epidemia antes de atemorizar a los ciudadanos. Recomendó mucha limpieza y aseo en el interior de las habitaciones y dispuso se evitara la aglomeración en ellas de más de cuatro personas. Prohibió la venta de frutas que se creyeron podían ser nocivas a la salud y ordenó otras disposiciones higiénicas. Pero, todos sus afanes se estrellaban ante la crueldad del

---

el Hospicio a su hija Josefa. Ignacio, vecino de San Bernardo, exponía ser viudo con tres hijos y sin más recursos que el de tres reales que ganaba como guarda en el lagar de lacera teniendo que abandonarlos de continuo. Los informes del cura José María Morales y el alcalde Manuel García del barrio de San Bernardo afirmaban que dicha joven tenía seis años huérfana de madre y de padre a un pobre trabajador del campo que ganaba un corto jornal cuando existía trabajo para mantener a sus tres hijos. Pero, la junta ponía de manifiesto que el mismo interesado, anteriormente, presentó solicitud con el nombre y apellido de Ignacio Felison pretendiendo se admitiera en el Hospicio a sus tres hijos, Joaquín, Josefa y Dolores y que consiguientemente a los informes que evacuaron el cura y alcalde del barrio de Triana determinaron la admisión del varón, el cual se hallaba en el Hospicio. No teniendo efecto el ingreso de la niña en el Hospicio de Santa Isabel. A.D.P.S., Hospicio, serie “Movimiento de acogidos”, legajo 67.

<sup>12</sup> “La cuestión del día”, en *La Andalucía*, 19 de septiembre de 1865.

<sup>13</sup> “A tu prójimo como a tí mismo”, en *La Andalucía*, 21 de septiembre de 1865.

<sup>14</sup> VELÁZQUEZ Y SÁNCHEZ, José: *Anales...*, op. cit., pág. 214. La loza de Triana tenía crédito en Puerto Rico puesto que se vendía a un precio elevado. Uno de los vasos fabricados conocidos con el nombre de “servicios” se vendían en nuestro mercado por cinco o seis reales y en Puerto Rico a dos y tres pesos. “Aviso a los alfareros”, en *El Porvenir*, 16 de noviembre de 1860.

terrible azote en la capital hispalense, especialmente en el barrio de Triana. Fue preciso tomar otras resoluciones en mayor escala con que poder hacer frente a las circunstancias como reclamaba el estado afflictivo de la población. Los escasos recursos con que contaba el Ayuntamiento hacían más difícil dar una solución. Así pues, el gobernador civil y la Corporación municipal citaron a una reunión a los mayores contribuyentes para manifestarles cuanto ocurría y el peligro que cercaba habiendo una carencia absoluta de medios con que detener la epidemia por lo que pidieron su contribución a través de sus donativos que aceptaron inmediatamente. De conformidad con los asociados autorizó a la alcaldía por voto unánime para levantar un empréstito voluntario de 100.000 escudos, sin interés alguno, devuelto por los fondos de Propios en cuatro plazos iguales al vencimiento de 12, 18, 24 y 30 meses. La prensa publicaba las circulares en los que el alcalde y gobernador de la provincia hicieron una llamada a la filantropía y a la caridad de los sevillanos<sup>15</sup>. De esta manera se abrió en el acto una suscripción que encabezaron el gobernador Joaquín de Peralta y el alcalde García de Vinuesa junto a todos los concurrentes, inscribiendo las cantidades que sus respectivas posiciones les permitían<sup>16</sup>.

Por disposición de Joaquín de Peralta se estableció un hospital en el exconvento de San Jerónimo para que en el caso de ser invadida la población sirviera a los enfermos procedentes del presidio y de la cárcel. Asimismo, por orden de la citada autoridad fue habilitada la planta baja del exconvento de Capuchinos para los militares afectados. Varias personas se brindaban a prestar su ayuda. Como era de esperar, las hermanas de las Hijas de la Caridad de San Vicente de Paúl junto a otro número de individuos pertenecientes al colegio de practicantes<sup>17</sup>. De este modo, el gobernador disponía que dos hermanas de la Caridad pasaran al Hospital de San Jacinto y otras dos al de Capuchinos<sup>18</sup>. El indicado colegio habría de designar diez de sus individuos distribuidos entre aquellos establecimientos.

También se hacía un llamamiento desde los periódicos locales a los colegas de Madrid, Granada, Málaga, Córdoba y Cádiz para que reprodujeran en sus columnas un aviso. Éste iba dirigido a los habitantes de Sevilla que habían abandonado sus hogares, con el fin de poder contribuir desde la distancia por medio de sus administradores, amigos o

<sup>15</sup> Se encuentran ambas circulares de las diferentes corporaciones, municipal y provincial, fechadas en 18 de septiembre de 1865 en "A los sevillanos", en *La Andalucía*, 20 de septiembre de 1865 y "A tu prójimo como a ti mismo", en *La Andalucía*, 21 de septiembre de 1865.

<sup>16</sup> En la primera lista de donaciones realizadas a favor de los pobres se suscribían: Joaquín de Peralta (1.000 reales de vellón), Juan J. García de Vinuesa (1.000), Bernardo Toresano (1.000), Francisco Pagés del Corro (1.000), El Centro de Recreo Sevillano (1.000), Basilio del Camino y hermanos (5.000), José Elías Fernández (500), Antonio Fernando García (200), Emilio G. Reynobis (200), Mr. Phe. Vandereld (100), Gil de Miranda (100), Eusebio Tarancón (400). Entre todos la suma ascendía a 11.500 reales de vellón. "Disposiciones adoptadas por la autoridad", en *La Andalucía*, 20 de septiembre de 1865. El segundo listado de donativos se elevaba ya a 34.300 reales de vellón. "Socorro a los pobres enfermos de Triana", en *La Andalucía*, 21 de septiembre de 1865. Las sucesivas listas de donativos quedan recogidas en la prensa local sevillana. También se aprecian los donativos entregados en la Depositaria de Propios para atender a los gastos de la calamidad pública en A.M.S., *Colección Alfabética*, sección "Cólera", caja 1513.

<sup>17</sup> En el año 1857 la Ley de Instrucción Pública, denominada Ley Moyano, creó el título de practicante así como el de partera o matrona.

<sup>18</sup> Véase GIMÉNEZ MUÑOZ, María del Carmen (2005). "La llegada de las Hijas de la Caridad de San Vicente de Paúl a la Casa de Expósitos, Hospital de las Cinco Llagas y Hospicio Provincial de Sevilla, en el siglo XIX" en *ISIDORIANUM*, n.º27, págs. 189-211.

<sup>19</sup> "A los vecinos de Sevilla que se hallan ausentes", en *La Andalucía*, 21, 22, 23 y 24 de septiembre de 1865.

corresponsales a la suscripción abierta a favor de los afectados por el cólera<sup>19</sup>.

La suscripción fue bien avenida por todas las clases de la sociedad habiendo sido su resultado satisfactorio<sup>20</sup>. La caridad del pueblo sevillano se aprecia en algunos ejemplos que a continuación exponemos<sup>21</sup>. Sabemos que el ciudadano Manuel de Robles y Elías no sólo contribuyó con 1.000 reales a la suscripción abierta por el municipio, además de abonarse 5.000 reales en el caso que llegara a pedirse un préstamo, sino que se comprometió a proveer de medicinas y de lo que necesitaran los operarios ocupados en las obras efectuadas en fincas de su propiedad, ofreciendo igual ayuda a las familias de aquéllos en el caso de ser invadidos por el cólera. También, el señor Coya, dueño de la droguería de la plaza del Príncipe don Alfonso, se comprometía a facilitar gratis 50 arrobas de cloruro de cal y el ácido sulfúrico necesario para desinfectar habitaciones u otros usos análogos<sup>22</sup>. Los hermanos Pérez, dueños de la fundición de San Antonio, se responsabilizaban en socorrer a las familias de los 120 operarios que tenían en sus talleres. A estos rasgos de filantropía tenemos que añadir otros varios. El médico José Roby se ofrecía al municipio para asistir en su demarcación de San Andrés a los enfermos, sin retribución de ninguna especie. El farmacéutico Mata Castro ofrecía facilitar gratuitamente las medicinas que necesitaban los enfermos pobres de su circunscripción. Los serenos que vigilaban el barrio de Triana prestaban sus servicios desinteresadamente, entre ellos, cabe distinguir al sereno Antonio del Valle que murió víctima de su abnegación en el momento que mejores servicios prestaba dejando a una numerosa familia<sup>23</sup>.

Las juntas parroquiales de sanidad que informaban día y noche del estado de salud pública tenían además el cargo de distribuir limosnas a los más necesitados. En un principio se limitaron a auxiliar, exclusivamente, a los afectados por el cólera y después a los que no se les reconocía recurso alguno para poder vivir<sup>24</sup>. De esta manera, la junta parroquial de Triana, presidida por el cura párroco Manuel Adalid, suministraba las medicinas a los afectados que lo reclamaban y daba una comida a los pobres que carecían de medios para proporcionarlo. El alcalde García de Vinuesa, teniendo en cuenta el incremento que tomaba la mortandad, mandó levantar tiendas de campañas en la vega de Triana para que se albergaran todos los vecinos de las casas infectadas. Les socorría con cuanto necesitaban dándoles dos comidas al día extendiéndose esta medida a los pobres. Además, al socorro alimenticio se unió el económico a los que por su crecida familia y grave situación les era necesaria la ayuda. Las autoridades políticas y sanitarias intentaron evitar que cundiera el pánico entre la población ante los estragos de la epidemia. Para ello limitaron el uso de las campanas para

<sup>19</sup> Se recaudaron más de 731.000 reales de vellón.

<sup>20</sup> Véanse donativos por calamidad pública a consecuencia del cólera en A.M.S., *Colección Alfabética*, sección "Cólera", caja 1513.

<sup>21</sup> "Rasgos de abnegación y filantropía", en *La Andalucía*, 22 de septiembre de 1865.

<sup>22</sup> El cura Mijares de la parroquia de Santa Ana viendo que iba a enterrarse en la fosa común al sereno Valle dispuso que fuera trasladado al cementerio y que de su bolsillo particular se le costeara una caja y un nicho donde fueran enterrados sus restos. Cabe citar al comandante de los serenos llamado Olivar, quien pasaba las noches enteras en el barrio de Triana organizando los servicios que la sección de serenos estaba prestando e incluso asistiendo personalmente a muchos enfermos invadidos por el cólera. "Rasgos filantrópicos", en *La Andalucía*, 24 de septiembre de 1865.

<sup>24</sup> A.M.S., *Colección Alfabética*, sección "Cólera", caja 1513.

la administración de sacramentos a los enfermos coléricos y para anunciar su fallecimiento. El transporte y enterramiento de los cadáveres se hacía desde las 11 de la noche hasta el amanecer, con lo cual se evitaban manifestaciones de duelo<sup>25</sup>.

Por otra parte, las juntas parroquiales estimuladas por su deber y por la caridad de los individuos que las componían acudían sin descanso a todo lo que estaba a su cuidado proporcionando la ayuda necesaria y llevando personalmente el consuelo a las casas de los afectados del cólera. A semejanza de lo hecho en Triana se estableció un campamento en el prado de San Sebastián colocando en él tiendas de campaña a las que eran trasladadas todas las personas que por haber sido contagiadas sus casas se ordenaban desocupar por la autoridad. Se mandaron limpiar los muros del Valle y de los Navarros así como cercarlos para que no se convirtieran nuevamente en depósitos de suciedad. Inmediatamente trasladaron los cerdos que estaban en la isleta de San Jerónimo a los terrenos de Tercia, pertenecientes al señor Benjumea. También echaron gran cantidad de cal en los muladares de Triana al mismo tiempo que se limpiaban los sumideros. Había hombres pagados con el fin de desinfectar las habitaciones en que hubiera enfermos del cólera y fumigar en caso de ocurrir defunciones. Quedaba prohibida la venta de frutas excluyendo tan sólo los melocotones, peras, manzanas y naranjas. Esta resolución se tomaba por dictamen de los facultativos que pertenecían a las juntas de beneficencia provincial y municipal.

A pesar de todas las medidas, el mortífero huésped se propagó al interior de la ciudad. Las visitas realizadas por el gobernador y el alcalde fueron constantes. En una de ellas, el gobernador Joaquín de Peralta en unión del secretario del gobierno Osuna recorrieron la parte de Triana donde el padecimiento se presentó con mayor intensidad, entrando en casa de varios enfermos a quienes vio detenidamente enterándose de su estado y proveyendo a las necesidades más urgentes. A continuación se dirigió Peralta al Hospital de San Jacinto acercándose una por una a las camas de los afectados informándose de la marcha de la enfermedad. Su postura traspasó los límites de la autoridad administrativa para responder con sus actos a los sentimientos caritativos<sup>26</sup>.

Así pues, quedaron habilitados dos hospitales exclusivamente para los enfermos contagiados, uno en el exconvento de Capuchinos, que estaba situado a las afueras de la que fue Puerta de Córdoba<sup>27</sup>, y otro en el de San Jacinto, ubicado en el barrio de Triana. De esta manera, se comunicaba a los empleados del Hospital de las Cinco Llagas que en caso de ser invadidos ellos por la enfermedad fueran trasladados inmediatamente al de Capuchinos<sup>28</sup>.

<sup>25</sup> A.M.S., *Colección Alfabética*, sección "Cólera", caja 1510.

<sup>26</sup> "Rasgos de abnegación y filantropía", en *La Andalucía*, 22 de septiembre de 1865.

<sup>27</sup> Desde 1854 el edificio de Capuchinos se destinaba, bajo la protección del Ayuntamiento, a hospital de coléricos atendido por los religiosos de San Francisco.

<sup>28</sup> A.D.P.S., *Junta de Beneficencia*, sección "Fundación y gobierno", Libro de Actas de la Hospitalidad Municipal y Provincial de Beneficencia, legajo 13. Como caso expresivo del mal, en el Hospital del Santísimo Cristo de los Dolores de pobres mujeres impedidas en cama, conocido como el Pozo Santo, moría la novicia Tránsito llamada Manuela Gallardo y Guisado. A.H.P.S.S., legajo 5. En la sesión de 30 de octubre de 1865, enterada la junta de que había ocurrido en el Hospital del Pozo Santo una defunción a consecuencia del cólera acordaba oficiar a la Madre Mayor y facultativo del mismo previniéndoles que, inmediatamente, se presentara otro caso fuera trasladada la enferma al Hospital de Capuchinos con el objeto de evitar el contagio. A.D.P.S., *Junta de Beneficencia*, sección "Fundación y gobierno", Libro de Actas de la Junta de Gobierno Administrativa de la Hospitalidad Provincial, legajo 17.

En el Hospicio Provincial, de las 35 personas existentes en el mes de octubre de 1865, 24 fueron afectadas por el cólera morbo, cinco de ligeras colerinas y seis de enfermedades comunes. De todos ellos pasaron seis al Hospital de Capuchinos sanando uno y muriendo cinco. Los 18 restantes quedaron en el establecimiento, de los cuales fallecieron ocho y sanaron diez. Como se recoge en el siguiente cuadro:

**Cuadro nº1**  
Estado sanitario del Hospicio en el mes de octubre de 1865<sup>29</sup>

PARTIDO JUDICIAL	PUEBLO	EXISTENCIA DEL MES ANTERIOR			TOTAL	INVÁLIDOS EN EL PRESENTE MES			TOTAL
		HOMBRES	MUJERES	NIÑOS		HOMBRES	MUJERES	NIÑOS	
SEVILLA	SEVILLA	6		8	14	15	9	11	35

Una vez más, las clases más humildes fueron las más afectadas. Una de las circunstancias que predisponían al contagio era la miseria. El cólera elegía para pasto de su cruel voracidad al indigente, víctima predilecta de esta enfermedad. Seguidamente exponemos el estado de las defunciones del cólera morbo ocurridas en el arrabal de Triana y el Hospital de San Jacinto<sup>30</sup>:

**Cuadro nº2**  
Defunciones en el barrio de Triana y Hospital de San Jacinto

INDIVIDUOS	NIÑOS	SOLTEROS	CASADOS	VIUDOS	TOTALES
VARONES	194	40	72	22	328
HEMBRAS	156	45	85	44	330
<b>TOTALES</b>	<b>350</b>	<b>85</b>	<b>157</b>	<b>66</b>	<b>658</b>

También, mostramos las defunciones de los barrios extramuros y del Hospital civil y militar de Capuchinos:

**Cuadro nº3**  
Defunciones en barrios extramuros y Hospital Civil y Militar de Capuchinos

INDIVIDUOS	NIÑOS	SOLTEROS	CASADOS	VIUDOS	TOTALES
VARONES	336	273	287	96	992
HEMBRAS	317	223	296	219	1.055
<b>TOTALES</b>	<b>653</b>	<b>496</b>	<b>583</b>	<b>315</b>	<b>2.047</b>

<sup>29</sup> FUENTE: Elaboración propia a partir de los datos recogidos en A.D.P.S., *Hospicio*, serie "Movimiento de acogidos", legajo 59 bis.

<sup>30</sup> Los datos han sido recogidos en BUSTAMANTE, José y Manuel (1866). *La caridad ante el pueblo de Sevilla*, Sevilla, M. L. Salvador y Comp. Bateojas.

La prensa local publicaba una memoria del Ayuntamiento que comprendía el resumen de los socorros dispensados a los pobres enfermos de la capital y de los gastos hechos en el servicio sanitario durante la invasión del cólera morbo en el año de 1865. Los donativos en metálico de los bienhechores de Sevilla para cubrir a las necesidades de la población ascendieron a 75.523 escudos con 331 milésimas y lo suplido por las arcas municipales a 11.971 escudos con 817 milésimas. Por consiguiente, el total satisfecho a las juntas parroquiales de beneficencia ascendió a 54.864,910 y el total general de gastos durante toda la epidemia importó 87.485,148 escudos<sup>31</sup>.

Seguidamente, los gastos de todas las parroquias de la capital hispalense durante los meses de septiembre, octubre, noviembre y diciembre quedan representados en el siguiente cuadro:

**Cuadro nº4**  
**Gastos de las juntas parroquiales de Beneficencia en 1865<sup>32</sup>**

PARROQUIAS	ESCUDOS
SANTA ANA Y LA O	9.125,200
SAN ANDRÉS	311,875
SAN BARTOLOMÉ	1.011,684
SAN BERNARDO	610,880
SANTA CATALINA	1.654,905
SANTA CRUZ	1.711,615
SAN ESTEBAN	875,555
SAN GIL	3.314,566
SAN ILDEFONSO	802,958
SAN ISIDORO	1.586,466
SAN JUAN DE LA PALMA	1.533,100
SAN JULIÁN	749
SAN LORENZO	3.737,550
SANTA LUCÍA	1.082,375
MAGDALENA	Andrés Parladé satisfacía de su peculio todos los gastos hechos en la feligresía
SANTA MARÍA LA BLANCA	711,752
SANTA MARINA Y SAN MARCOS	2.413,502
SAN MARTÍN	1.275,172
SAN NICOLÁS	1.011,450
OMNIUM SANCTORUM	3.026,575
SAN PEDRO	685,300
SAN ROMÁN	1.032,512
SAN ROQUE	3.369,859
SAGRARIO	4.867,184
SALVADOR	2.488,338
SANTIAGO	650
SAN VICENTE	4.467,515

<sup>31</sup> A.M.S., *Colección Alfabética*, sección "Cólera", caja 1514.

<sup>32</sup> FUENTE: Elaboración propia a partir de los datos recogidos en "Crónica Bético-Extremeña", en *La Andalucía*, 24 de octubre de 1866.

La funesta enfermedad siguió haciendo progresos en la Península, extendiéndose de unos pueblos a otros, sin que las distancias y condiciones sanitarias fueran suficientes para preservarlos de su contagio. Según fuentes documentales hasta el año 1885 no volvió aparecer el cólera por Sevilla. No obstante, hubo casos aislados como lo confirman las Actas de la Diputación Provincial en los pueblos de Cantillana y Alcalá del Río<sup>33</sup>. Igualmente ocurrieron en Badolatosa, Casariche, Herrera, Brenes, Utrera y Sevilla como a continuación exponemos en el cuadro siguiente:

**Cuadro nº5**  
**Resumen de las invasiones y fallecimientos por causa del cólera**  
**en Sevilla y su provincia durante 1885<sup>34</sup>**

AYUNTAMIENTOS	COMIENZO	TÉRMINO	INVADIDOS	FALLECIDOS	POBLACIÓN SEGUN CENSO
SEVILLA	13 de OCTUBRE	18 de OCTUBRE	7	5	132.241
BADOLATOSA	26 de JULIO	6 de AGOSTO	116	22	2.598
CASARICHE	16 de AGOSTO	16 de AGOSTO	1	1	2.892
HERRERA	8 de AGOSTO	24 de SEPTIEMBRE	65	33	1.508
CANTILLANA	12 de OCTUBRE	31 de OCTUBRE	5	3	5.164
ALCALÁ DEL RÍO	17 de OCTUBRE	20 de NOVIEMBRE	13	10	2.704
BRENES	21 de NOVIEMBRE	17 de DICIEMBRE	5	4	1.991
UTRERA	9 de SEPTIEMBRE	15 de OCTUBRE	35	23	15.103

En 1890 el cólera hizo su aparición en algunos pueblos de España como por ejemplo Badajoz, Valencia, etcétera<sup>35</sup>. En diciembre de dicho año sucedieron en el Hospicio Provincial de Sevilla algunas defunciones que presentaron caracteres alarmantes o sospechosos. En este sentido se oficiaron a los médicos José Arizmendi, delegado de la alcaldía, y a Francisco Sánchez Pizjuán, subdelegado de medicina, para visitar el mencionado establecimiento. En seguida se personaron en el centro en el que fue presentado por la Superiora un niño de diez a once años de edad en periodo agónico. El padecimiento, según los asistentes del Hospicio, fue brusco. En efecto, tras reconocerlo y estudiar el cuadro sintomático los médicos afirmaban que se trataba de una enfermedad contagiosa: el cólera. También se les hacía saber que con idéntico cuadro de síntomas habían fallecido durante la última quincena del mes de diciembre hasta seis asilados. Algunos de ellos en el corto periodo de siete horas. A continuación se procedió a la adopción de medidas preventivas para extinguir la causa que podía ser determinante de aquéllas. De acuerdo con el médico del establecimiento, Ricardo Martín, se practicaron las acostumbradas operaciones de desinfección y de aislamiento. A primeros de enero de 1891 desaparecía el foco de infección<sup>36</sup>. De todas formas,

<sup>33</sup> A.D.P.S., *Libro de Actas*, 1885. Sesión de 18 de noviembre de 1885.

<sup>34</sup> FUENTE: Elaboración propia a partir de los datos recogidos del Ministerio de la Gobernación en A.M.S., *Colección Alfabética*, sección "Cólera", caja 1518.

<sup>35</sup> A.M.S., *Colección Alfabética*, sección "Cólera", cajas 1520 y 1521.

<sup>36</sup> En sólo dos días desinfectaron 420 sábanas y 100 cobertores. Tarea larga y difícil la desinfección de las ropas de uso y de camas con más de 800 asilados. La dificultad sería aún mayor con los colchones debido a su volumen

la capital hispalense se mantuvo en alerta previniendo la invasión del cólera como consecuencia de haberse declarado oficialmente la existencia de la enfermedad en Francia, Alemania, Portugal así como en otros países<sup>37</sup>.

## LAS MEDIDAS CONTRA EL CÓLERA EN LA CAPITAL HISPALENSE

En el momento álgido de la epidemia se generaba una psicosis colectiva de miedo. Si bien se desconocieron las causas y las vías de transmisión hasta avanzada la centuria, se tenía la convicción de que el contagio se producía no sólo por el contacto con los enfermos sino también por los miasmas que se propagaban por el aire, las emanaciones deletéreas que se desprendían de los enfermos coléricos, de los muertos por la enfermedad, es decir, de todas aquellas sustancias orgánicas en descomposición.

Las medidas que se adoptaron con más insistencia y reiteración se referían a la desinfección de las viviendas de los enfermos y a la erradicación de los focos de putrefacción y fetidez que contaminaban la atmósfera. En el barrio de Triana el cólera comenzó por las calles Sucia, Sola y las inmediatas. Si se extendía la enfermedad al barrio de la Alameda acometía, primeramente, al corral de Esquivel, ya que estaba labrado sobre un antiguo estercolero. Otras medidas apuntadas como eficaces eran el azufre en los zapatos y el no comer excesos en la bebida. Los medrosos se desataban a emborracharse por error de que el vino y aguardiente hacían frente a la enfermedad. Lo que si aconsejaban era beber vino aguado o puro en la comida huyendo de alimentos indigestos como los callos, pringues, mariscos, frutas inmaduras y otros que para ciertas personas eran dañinas. También advertían comprar sulfato de hierro (caparrosa o vitriolo verde) como medio económico y de fácil uso para mezclar con los vómitos y deyecciones coléricas y verter por las letrinas. De esta manera se evitaba el mal olor y se destruirían los pequeños focos de infección. Igualmente, la utilización de escobilla y cal viva de Morón para blanquear sin meterse en las habitaciones hasta que estuvieran bien secas. El no regar con demasiada agua sino con la precisa, sirviéndose más del estropajo que del cubo. Recomendaban que de día las puertas estuvieran abiertas y de noche cerradas, pero no herméticamente. Si la persona presentaba algunos signos de diarreas, mareos, vómitos, frialdad, calambres y sed eran señales de que podía padecer el cólera. En estos casos, mientras llegaba el médico, se aconsejaba guardar cama, beber agua y manzanilla con ron.

En la capital hispalense donde se llevaba más de un mes de enfermedad empezaron a utilizar las fogatas. Las hogueras modificaban las condiciones de la atmósfera destruyendo los gérmenes nocivos en ella predominantes. Así pues se encendían en la calle

por lo que no podían ser conducidos en gran número desde el Hospicio Provincial al lugar donde se encontraba la estufa de desinfección. Además solamente podía desinfectar de cada vez más que a dos de aquellos o tres si fueran pequeños. Había que tener en cuenta la conducción puesto que no debían de conducirse en carros abiertos por la posibilidad de esparcir los gérmenes infecciosos. Por el contrario, en el carro cerrado se habrían de invertir muchos viajes siendo la operación interminable. Con este motivo era trasladada la máquina de desinfección al Hospicio Provincial. A.M.S., *Colección Alfabética*, sección "Cólera", caja 1522, expediente nº13.

<sup>37</sup> A.M.S., *Colección Alfabética*, sección "Cólera", cajas 1519 y 1523.

Placentines, en la de San Vicente y en otros puntos de la ciudad<sup>38</sup>. También se fumigaban con cloruro por medio de pipas de riego varias calles de las parroquias de San Gil, el Salvador, del Sagrario, San Bartolomé y San Juan de la Palma<sup>39</sup>. Además los carros de romero y tomillo eran recibidos y quemados en las parroquias del Sagrario, Salvador y San Gil encendiéndose hogueras con dicho material en varias calles pertenecientes a aquéllas. Todos los días continuaban yendo por disposición de la autoridad municipal tres carradas de dichas hierbas olorosas para ser quemadas en las parroquias mas invadidas. Desde la prensa local se insistió en la conveniencia de que las hogueras fueran más generales y numerosas, por su utilidad incuestionable. Además hacía notar que no era necesario que las hogueras se formaran sólo con plantas aromáticas, pues uno de los objetos seria quitar la humedad atmosférica por lo que podían emplearse otras plantas para conseguirlo<sup>40</sup>.

Las luchas de las autoridades políticas para erradicar el mal nada más percibirlo era fundamental. En 1866, ante el temor de un nuevo brote de epidemia, el gobernador de la provincia Joaquín de Peralta difundía las medidas sanitarias oportunas a sus delegados en sus provincias<sup>41</sup>. Así pues, volvían a ponerse en marcha las precauciones higiénicas y sanitarias, repitiendo las medidas tomadas en los años precedentes. Algunas de aquellas disposiciones eran las siguientes: primero, la reparación, limpieza y curso de los conductos de aguas sucias, de pozos inmundos, sumideros, letrinas, alcantarillas, arroyos, corrales y patios; segundo, limpieza de las fuentes, calles, plazas y mercados; tercero, la desaparición de los depósitos de materiales animales y vegetales en putrefacción que existían dentro o fuera de la población; cuarto, la desaparición de los efluvios pantanosos así como los productos de las fábricas insalubres; quinto, la necesidad de matar los animales inútiles cuidando de que los muertos fueran enterrados; y por último, la inspección de los alimentos y bebidas que se vendían al público. Para destruir las causas parciales de insalubridad se cuidaba de: mantener un estado saludable de los establecimientos públicos y particulares en que por la reunión de muchas personas o por la falta de una buena ventilación podía ser foco de infección en hospitales, hospicios, escuelas, etcétera; cuidar minuciosamente de las condiciones higiénicas

<sup>38</sup> Esta medida fue utilizada en Madrid y anteriormente en Constantinopla, Marsella y en otros donde se habían ensayado su beneficio. "Crónica Bético-Extremeña", en *La Andalucía*, 10 de octubre de 1865.

<sup>39</sup> La ciudad de Sevilla y sus arrabales se hallaban divididos en 29 parroquias de término y una auxiliar (La de la O, auxiliar de Santa Ana), además de la coadjutoria de San Benito. Véase GÓMEZ ZARZUELA, Manuel (1865). *Guía Oficial de Sevilla y su Provincia [1865]*, Sevilla, Imprenta de la Andalucía [1865], págs. 262-267.

<sup>40</sup> Por ejemplo en Italia se hacía uso de la paja con éxito. "Crónica Bético-Extremeña", en *La Andalucía*, 11 de octubre de 1865.

<sup>41</sup> La circular corresponde al 9 de julio de 1866 publicada en el B.O.P., 11 de julio de 1866. En el citado año el cólera se hacía sentir en diferentes puntos de Europa, Asia, África y América. Así pues, para secundar los propósitos del gobierno se reunieron la junta provincial de sanidad, como corporación consultora del gobernador de la provincia en materias sanitarias, y al consejo y diputados provinciales residentes en la ciudad. Entre aquellas disposiciones se acordaban visitas sanitarias en la Isla Menor situada a nueve leguas de la capital hispalense como consecuencia de los buques procedentes de puertos extranjeros. También se establecía una comisión sanitaria para desempeñar aquél servicio así como un destacamento de carabineros para auxiliar a la citada comisión en el caso que la tripulación de algún buque intentara quebrantar alguna medida adoptada. Otra disposición sería el quedar prohibido los funerales de cuerpo presente en las iglesias de la provincia como acababa de acordar el gobierno evitando los miasmas pútridos que producía la descomposición de los mismos. En relación a esto último véase la Real Orden de 6 de julio de 1866 así como las de 20 de septiembre de 1849, 28 de agosto de 1855, 13 de febrero de 1857 y otras dictadas sobre este particular.

que debían de tener los cementerios, los mataderos, las carnicerías, los lavaderos públicos, los almacenes de pescados y de sustancias de fácil corrupción, las traperías, las fábricas de curtidos y cuerdas de tripa, y en general, los depósitos de animales; ejercer una severa policía sanitaria en los puertos y embarcaderos; impedir que vivieran hacinadas en reducidas habitaciones familias de pobres, de jornaleros, etcétera. En este sentido, la entrada del aire y su renovación era el medio de oponerse a la acción deletérea de los miasmas epidémicos. Por tanto, los tres medios de ventilación, limpieza y desinfección se llevaban a la práctica. Así, en los establecimientos de beneficencia se lavaban y pasaban por lejía los efectos de cama y aun de vestir que hubieran servido a los coléricos antes de que se la pusiera una persona sana y se desinfectaban sus habitaciones recomendando esta misma práctica en las casas particulares. Inmediatamente, después de la muerte de un colérico se hacían, sobre el cadáver, aspersiones de agua clorurada proporcionando al mismo tiempo una buena ventilación.

La hospitalidad domiciliaria también quedaba organizada. A los enfermos pobres se les daba ayuda facultativa, alimentos, medicinas, ropas y demás socorros de cualquier clase que hubieran de distribuirse entre las personas sanas que se hallaban en la misma situación<sup>42</sup>. Además era indispensable centralizar toda la ayuda posible para prestarse pronta y ordenadamente la asistencia. Por ello se preparaban los locales para que todas las clases sociales, especialmente las menesterosas, hallaran los recursos necesarios. Al menos una casa de socorro por cada parroquia sería el centro de la hospitalidad domiciliaria para los auxilios que hubieran de darse en ella a los indigentes enfermos de la misma parroquia<sup>43</sup>. Los enfermos se trasladaban directamente de su casa a los hospitales, no recogiendo en las casas de socorro más que las personas que cayeran enfermas fuera de su domicilio y no dieran razón del mismo. Después de haberle prestado la ayuda que pudiera necesitar con urgencia se llevaban a su casa o al hospital, dependiendo del caso.

La preocupación frente a una arribada del cólera era constante. Así ocurrió en 1884 ante la presencia del cólera morbo asiático en Tolón (Francia). El gobierno había anunciado oficialmente a las autoridades de las provincias, ser un hecho la aparición de aquella terrible enfermedad<sup>44</sup>. El propósito de las juntas de sanidad de prevenir tanto la entrada como la

<sup>42</sup> Especial mención al facultativo Tomás Boutin que ya en el año 1854 prestó sus servicios en la parroquia de Omnium Sanctorum. En 1865 se encontraba desempeñando interinamente su profesión en un pueblo de la provincia y tan pronto tuvo conocimiento de que se había declarado oficialmente la epidemia en Sevilla dimitió de su destino partiendo a la capital. Se ofreció al alcalde García de Vinuesa quien en el mismo día lo destinó a la parroquia de San Bartolomé. No satisfecho con sus sentimientos humanitarios se ofreció a prestar gratuitamente los primeros auxilios de su profesión a todos los que se los reclamasen desde las once de la noche hasta las cinco de la madrugada. "Crónica Bético-Extremeña", en *La Andalucía*, 11 de octubre de 1865 y en *El Porvenir*, 12 de octubre de 1865.

<sup>43</sup> Véase la Real Orden circular de 28 de junio de 1866.

<sup>44</sup> El cólera importado según las noticias recibidas de Tonquín (China), por medio del transporte fluvial, colocaban en inminente peligro la salud pública de España por su proximidad al foco de infección lo que trastocaba la preocupación en temor. Desde el Ministerio de la Gobernación, la Dirección general de Beneficencia y Sanidad difundía una circular, promulgada 18 años atrás, donde hacía una recopilación de las instrucciones que debían observar los gobernadores de provincias y las autoridades locales para prevenir el desarrollo de una epidemia o enfermedad contagiosa aminorando sus efectos en caso de aparición. La circular corresponde al 24 de junio de 1884 publicada en el B.O.P., 27 y 28 de junio de 1884. De esta manera se recopilaban las precauciones higiénicas contra el cólera promulgado en la Real Orden de 11 de julio de 1866 que puso en vigor las instrucciones de la circular 9 de agosto de 1865.

extensión del cólera se manifestó en la adopción de medidas enérgicas para evitar el contagio, preservando a la provincia de Sevilla de contactos con personas y mercancías procedentes de los puntos contagiados. Para ello se habilitaron lazaretos, donde los individuos contaminados o sospechosos de estarlo debían pasar cuarentenas, así como locales de expurgo de las mercancías y equipajes de los viajeros procedentes de zonas afectadas por el cólera.

El vecindario alarmado ante la gravedad de las noticias que se recibían reprobaba enérgicamente el abandono a que el Ayuntamiento relegaba los intereses sanitarios de la población. El estado general de la capital hispalense exigía que su municipio adoptara las precauciones para evitar a toda costa, no sólo que el cólera invadiera a la ciudad sino que procurase urgentemente el saneamiento de la población. La administración del Ayuntamiento de Sevilla no respondía a los fines pretendidos debido a la crisis municipal existente. Entre las medidas que no se llevaron a cabo fueron: las visitas domiciliarias a las casas, sin ventilación, sin luz y sin condición higiénica donde habitaban hacinados innumerables vecinos; el reconocimiento de los muladares próximos a la ciudad que formaban focos de infección; el mayor celo en la limpieza pública haciendo desaparecer los depósitos de inmundicia que se encontraban atestadas las calles; la eficacia en el servicio de los mercados, principalmente al reconocimiento de las frutas; la inspección de los barrios extramuros; el facilitar la salida de las aguas sucias que permanecían estancadas en innumerables sitios de la ciudad; la higiene de las columnas mingitorias y otras medidas análogas que debían de practicarse. Esta situación daba lugar a la crítica por parte del vecindario y por la prensa al Ayuntamiento, cuya conducta era tanto más censurable si se comparaba con la diligencia y celo desplegados por el gobierno y con la actividad con que procedía el gobernador civil y la junta provincial de sanidad.

La alcaldía había habilitado dos departamentos en el exconvento de Capuchinos, uno para hombres y otro para mujeres, en el caso de que la enfermedad invadiera a Sevilla, debiéndose encargar del cuidado de los enfermos las Hijas de la Caridad de San Vicente de Paúl por sus rasgos humanitarios<sup>45</sup>. También se venían girando visitas domiciliarias en los barrios y recomendaban a los delegados de la autoridad local en los mercados de abastos que redoblaran su vigilancia y la inspección de los artículos de consumo<sup>46</sup>. La alcaldía había dictado órdenes para practicar la más escrupulosa limpieza de los orinaderos en las vías públicas. Pero, esta medida no se llevó a la práctica por los encargados de la administración local. No obstante, una comisión de vecinos de la calle Sierpes daba las gracias al gobernador civil Enrique de Leguina con motivo de haber atendido sus quejas así como las indicaciones de la prensa. De este modo, desaparecía el orinadero situado a la entrada del café Suizo en la referida vía pública.

<sup>45</sup> Varios periódicos locales elogiaban el acierto de que en caso se presentara la epidemia en Sevilla se instalara, como años atrás, el Hospital provisional en el exconvento de Capuchinos gracias al ahinco del concejal Pastor y al oficial Castellanos. El hospital presentaba salas espaciosas y ventiladas dotadas con 108 camas, número que podía superarse hasta 300. Tenía los departamentos convenientemente separados para los afectados y convalecientes. Además de otras habitaciones, las cuales acogían a los médicos, topiqueros, capellanes e Hijas de la Caridad. "Crónica de la Andalucía", en *La Andalucía*, 31 de julio de 1884.

<sup>46</sup> El periódico *La Andalucía* recoge lo que escribe *El Tribuno* referente a la noticia de que las medidas de precaución e higiénicas propuestas por los tenientes de alcalde, como resultado de las visitas que estaban girando a sus respectivos distritos quedaban archivados en el Ayuntamiento. "Crónica de la Andalucía", en *La Andalucía*, 6 de julio de 1884.

En el año 1885 llegaba el fatal desenlace de la aparición del cólera morbo, cuyo primer foco fue Játiva, al poco tiempo se extendió por todo el país<sup>47</sup>. Juan José Fernández Sanz señala que en abril del citado año las dos terceras partes de las defunciones tuvieron lugar en el partido judicial de Játiva y en junio con las demás provincias limítrofes Alicante, Castellón, Murcia, Albacete, Cuenca y Teruel. También el cólera invadía las de Madrid, Toledo, Segovia, Zaragoza, Huesca y Tarragona<sup>48</sup>. La existencia del cólera morbo era ya una realidad en España<sup>49</sup>. De este modo obligaba a la administración a cumplir con todo rigor los preceptos de la higiene pública y las disposiciones dictadas en el año anterior con objeto de evitar la difusión de los gérmenes morbosos y de conseguir su extinción en los focos existentes. El Ayuntamiento de Sevilla adoptó cuantas medidas de precaución estaban prescritas con el fin de evitar el contagio en la capital tan favorable siempre para la incubación y desarrollo de los gérmenes coléricos aún cuando disfrutaba de una absoluta inmunidad. Quedaba dispuesto que sólo se detuviera en período de observación a aquellas personas que del reconocimiento facultativo presentaran síntomas sospechosos de cólera, que los equipajes y viajeros se fumigaran y que los géneros contumaces se desecaran en la estufa de calor. Para cumplir estas disposiciones existía una cámara en el exconvento de San Jerónimo, en cuyo edificio y bajo la inspección de un médico y del personal necesario se hallaban establecidas unas habitaciones espaciosas y ventiladas donde hacían las primeras observaciones: se cuidaba de que las deyecciones fueran depositados en vasos adecuados, para evitar el contagio; se lavaban las ropas después de hervidas en una disolución de ácido fénico y se saneaban los equipajes. En todas las estaciones había instaladas grandes estufas para la fumigación de los viajeros, acudiendo a la llegada de los trenes un teniente de alcalde con el personal facultativo necesario para observar a los viajeros que procedían de puntos infectados y certificar qué número presentaban síntomas sospechosos de cólera. La higiene se convertía en la principal arma sobre todo cuando no existía un antídoto eficaz hasta la llegada de la vacuna<sup>50</sup>. En la sesión de 18 de mayo de 1885 se leía una moción suscrita por los diputados Ibarra, Sánchez Bocanegra y Molina que decía así: “los Diputados que suscriben, teniendo en cuenta los notables resultados que según se demuestra por distintos escritos está dando el Dr. Ferran en la provincia de Valencia con su aplicación de inoculaciones como medio de evitar el contagio en las epidemias del cólera-morbo asiático, que actualmente existe en aquella provincia, proponen al cuerpo provincial se sirva acordar el nombramiento de dos facultativos que pasando a aquella región, estudie dichos procedimientos con el fin de ponerlos en práctica en esta provincia”<sup>51</sup>. Con este motivo se nombraba a uno de ellos

<sup>47</sup> “La epidemia en Játiva”, en *La Andalucía*, 8 de abril de 1885.

<sup>48</sup> Véase FERNÁNDEZ SANZ, Juan José (1989). *El cólera de 1885 en España*, Madrid, Universidad Complutense de Madrid, pág. 15.

<sup>49</sup> La dirección general de beneficencia y sanidad comunicaba los partes sanitarios recibidos de los gobernadores de las provincias en las distintas capitales y pueblos de España. Algunos ejemplos lo encontramos en G.M., 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29 y 30 de junio de 1885.

<sup>50</sup> Véase BERNAL, Encarnación y BONILLA, Inés (1989). “Los problemas sociocientíficos de la vacunación anticólerica en Sevilla (1885): Los informes de Rafael Tuñón y Leopoldo Murga” en *DYNAMIS*, volumen 9, págs. 167-184.

<sup>51</sup> A.D.P.S., Libro de Actas, 1885. Para un estudio más exhaustivo sobre la inoculación de Ferran y la pervivencia de los sistemas tradicionales, consúltese la Tesis Doctoral publicada bajo el título *El cólera de 1885 en España*, anteriormente citada, concretamente el capítulo II, págs. 115-294.

llamado Rafael Tuñón de Lara, médico de la beneficencia municipal, para estudiar la enfermedad epidémica en la provincia de Valencia<sup>32</sup>.

En Sevilla no se hizo declaración oficial del cólera porque los casos ocurridos no revistieron carácter epidémico. Uno de los afectados fue una niña de tres años que vivía en la calle de Placentines, nieta de un cargador de la estación del ferrocarril de San Bernardo. Éste, el día 12 de octubre, estuvo conduciendo varios fardos procedentes de Cádiz y que con la manta que usaban los cordeleros, para mayor comodidad de los bultos transportados, abrigó a su dicha nieta transmitiéndole el miasma infeccioso de que estaba impregnada la manta. La niña falleció al día siguiente calificando el médico la enfermedad de “enterocolitis”. A las pocas horas, después de la muerte de la niña, el cargador cayó enfermo y avisado al facultativo Jacinto Zaldo calificó la enfermedad de “sospechosa”. Dicho invadido sobrevivió. Otros fueron contagiados en la plaza del Triunfo en donde una niña fallecía la noche del 14 y la madre a la mañana del día siguiente. El génesis de estos dos casos no se lo explicaba nadie ya que la familia de la casa no viajó durante el verano quedando en Sevilla. Sin embargo, rondaba una versión acerca de quien podía ser el portador del mal: un pariente que estuvo en Archena en una fonda donde ocurrieron tres casos de cólera y cuando regresó a la capital estuvo descansando en la casa donde habían acaecido las defunciones. Otros dos enfermos padecían la enfermedad. Una niña de 12 años, aprendiz de modista, que vivía en la calle del Socorro y el de un hombre que tenía su domicilio en la calle del Sol, de oficio dorador en los talleres del fabricante señor Rossi. El alcalde interino Monti visitaba a todos los enfermos prodigándoles palabras de consuelo y socorriéndoles con dinero y con cuanto necesitaban<sup>33</sup>.

Otro caso ocurría en la calle del Almirantazgo, pero fue una falsa alarma ya que los médicos Pizarro y García acudieron para examinar a la enferma y no le encontraron ningún síntoma epidémico. Con respecto a estos sucesos, la junta de sanidad acordaba la desinfección de las casas donde ocurrieran las invasiones quemando las ropas y aislando completamente a los enfermos. De este modo, las ropas, muebles y cuantas materias contumaces había en la casa de la plaza del Triunfo fueron quemados en la misma plaza para cuyo efecto se llevaron los hornos de calefacción de hierro que el Ayuntamiento había construido en la fundición de San Antonio de la ciudad. Las habitaciones bajas y sus muros ocupadas por los enfermos antes de su fallecimiento fueron regadas abundantemente con una disolución de bicloruro de mercurio. El resto de las habitaciones se desinfectaron por medio de cloruro. Un acta notarial levantada certificaba las ropas, muebles y útiles quemados para abonar a sus dueños la correspondiente indemnización. Otro enfermo de la calle Borceguinería fue trasladado a otra habitación donde se le había dispuesto cama nueva y muebles suministrados por el Ayuntamiento a fin de quemar e inutilizar las ropas y efectos existentes en el cuarto en que fue atacado. Los excusados y sumideros de las casas donde se presentaban los

<sup>32</sup> A.M.S., *Colección Alfabética*, sección “Cólera”, caja 1519, expediente nº98. Véase el informe presentado al Ayuntamiento de Sevilla por el doctor Rafael Tuñón de Lara en *El cólera y la vacunación anticólera*, Sevilla, 1885.

<sup>33</sup> A.M.S., *Colección Alfabética*, sección “Cólera”, caja 1520. Heraso concejal liberal fusionista que no había tomado posesión de su cargo y Floranes afecto a la misma fracción política se ofrecieron al alcalde interino Monti incondicionalmente.

focos infecciosos fueron desinfectados, primero con abundantes disoluciones concentradas de ácido sulfúrico y después con hipoclorato de cal. La diligencia del alcalde Manuel de Monti y el jefe del gabinete histoquímico Rafael Tuñón proporcionaban a Sevilla las medidas necesarias para concebir la esperanza de que los casos ocurridos permanecieran aislados no constituyendo focos de infección que propagaran el miasma colérico por el recinto de la ciudad. Además la conducción de cadáveres afectados por la epidemia nada dejaba que desear, pues se había dispuesto suficiente número de cajas de madera de forma rectangular recubiertas por su parte interior de zinc con tapadera del mismo metal e independiente. En ellas se colocaba el cadáver con desinfectantes sin peligro de transmisión de gérmenes infecciosos. También, el Ayuntamiento tenía camillas para el transporte de cadáveres con revestimiento interior de zinc ya que de esta manera evitaba el desprendimiento de gérmenes infecciosos que eran causa de propagación de la enfermedad<sup>34</sup>.

## A MODO DE CONCLUSIÓN

En la segunda mitad del XIX existe preocupación creciente de la comunidad científica por el tema de la prevención al contagio de enfermedades infecciosas. El gran problema sanitario, con efectos importantes demográficos y sociales, lo suscitaron las epidemias de cólera. Sevilla conoció cómo el cólera se cebaba en los barrios insalubres afectando especialmente a las clases menos acomodadas de lo que se deduce que la falta de higiene resultaba caldo de cultivo apropiado para la epidemia. Se descubre el conocimiento epidemiológico y la consideración social de la enfermedad. Desde que las correspondencias extranjeras anunciaran la aparición del cólera morbo, hubo una preocupación por parte de las autoridades políticas de esos rumores por la relación que ese asunto traía con la salud pública. Aunque las disposiciones preventivas contra el cólera se repetían a lo largo de los años, no obstante, se prueban la desidia y la falta de aplicación de las medidas sanitarias por parte de la junta municipal sevillana.

## BIBLIOGRAFÍA

- BERNAL, Encarnación y BONILLA, Inés (1989). “Los problemas sociocientíficos de la vacunación anticolérica en Sevilla (1885): Los informes de Rafael Tuñón y Leopoldo Murga” en *DYNAMIS volumen 9*, págs. 167-184.
- BUSTAMANTE, José y Manuel (1866). *La caridad ante el pueblo de Sevilla*, Sevilla, M. L. Salvador y Comp. Bateojas.
- BUSTAMANTE ARENAS, Javier (2005). “Las epidemias sanitarias del siglo XIX en Carmona. El cólera morbo de 1854 y 1855” en *Actas IV Congreso de Historia de Carmona. Carmona en el siglo XIX (1808-1874)*, Carmona, Ayuntamiento de Carmona y Universidad de Sevilla, págs. 351-362.

<sup>34</sup> A.M.S., Colección Alfabética, sección “Cólera”, caja 1520.

- CONDE GARGOLLO, Enrique (1969). "Invasiones de cólera en la España del siglo XIX" en *Asclepio*, nº21, págs. 113-120.
- FERNÁNDEZ GARCÍA, A. (1976). "La epidemia de cólera de 1854-55 en Madrid" en *Estudios de Historia Contemporánea*, vol. I, págs. 223-252.
- FERNÁNDEZ SANZ, Juan José (1989). *El cólera de 1885 en España*, Madrid, Universidad Complutense de Madrid.
- GIMÉNEZ MUÑOZ, María del Carmen (2005). *Las instituciones benéficas de la ciudad de Sevilla*, Tesis inédita, Universidad de Sevilla.
- (2005) "La llegada de las Hijas de la Caridad de San Vicente de Paúl a la Casa de Expósitos, Hospital de las Cinco Llagas y Hospicio Provincial de Sevilla, en el siglo XIX" en *ISIDORIANUM*, nº27, págs. 189-211.
- GUICHOT y PARODY, Joaquín (1885). *Historia de la ciudad de Sevilla*, Sevilla, Imprenta y Litografía de José María Ariza, 6 vols.
- GÓMEZ ZARZUELA, Manuel (1865). *Guía Oficial de Sevilla y su Provincia [1865]*, Sevilla, Imprenta de la Andalucía [1865].
- MORO, José María (2003). *Las epidemias de cólera en la Asturias del siglo XIX*, Oviedo, Universidad de Oviedo, 2003.
- NAVARRO, Ramón (2002). *Historia de la Sanidad en España*, Madrid, LUNWERG EDITORES.
- RODRÍGUEZ GORDILLO, José Manuel (1978). "Las crisis demográficas gaditanas de mediados del siglo XIX (las epidemias de 1854 y 1856)" en Revista *GADES*, nº 1, págs. 133-162.
- VELÁZQUEZ Y SÁNCHEZ, José (1994). *Anales de Sevilla de 1800 a 1850*, "Colección Clásicos Sevillanos", Sevilla, Ayuntamiento de Sevilla.

# LAS TÉCNICAS DE LUCHA CONTRA EL VECTOR DE LA MALARIA. EL INSECTICIDA ESPAÑOL

BALBINA FERNÁNDEZ ASTASIO.

DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA CELULAR, UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

## RESUMEN

*La eliminación de Anopheles sp, diptero transmisor de la malaria, fue uno de los mecanismos utilizados de lucha contra la enfermedad. En el siglo XX se pasó de la utilización de los insecticidas inorgánicos derivados de fosfatos, arsénico o de plantas (polvos de pelitre o rotenonas) al descubrimiento de los potentes insecticidas orgánicos (DDT y HCH).*

*El objetivo de esta comunicación es el estudio historiográfico de la síntesis de los insecticidas orgánicos en España, de los mecanismos empleados para probar su eficacia contra el paludismo, de las técnicas de desinsectación de locales y viviendas y de las consecuencias negativas del uso de estos tóxicos: fenómenos de resistencia, toxicidad en animales y contaminación del medio ambiente.*

**Palabras clave:** *Malaria, Paludismo, Mosquitos, Insecticida, Toxicidad, Persistencia.*

## ABSTRACT

*One of the main mechanisms used in fighting malaria was Anopheles sp elimination, insect that causes this disease using several substances.*

*In the XX century Inorganic insecticides like phosphate, arsenic or plants derived, leads to the discovery of a new powerful organic insecticide (DDT and HCH).*

*The main goal of this communication is the analysis of the evolution of organic insecticides synthesis in Spain. Furthermore, the study the mechanisms used to prove their efficiency as well as the techniques of places and houses and the desinsectation negative consequences of the use of this toxic matter: resistance, toxicity and pollution of environment.*

**Keywords:** *Malaria, Paludisme, Mosquitoes, Insecticide, Toxicity, Persistence.*

La malaria o paludismo es una enfermedad conocida de antiguo que se distingue por la periodicidad de sus ciclos febriles. Está causada por el protozoo *Plasmodium sp.* que vive de forma parásita en los glóbulos rojos de hombres, monos y aves y que se transmite por la picadura de la hembra del díptero *Anopheles sp.*

Uno de los métodos de lucha contra el paludismo consistió en la eliminación del vector adulto por medio de sustancias químicas denominadas insecticidas. Los insecticidas debían reunir algunas características: estabilidad físico-química, acción irreversible y persistente y elevada toxicidad para los insectos y mínima para el ganado y los hombres<sup>1</sup>.

La segunda guerra mundial impulsó, por diferentes motivos, el desarrollo de la industria de los insecticidas. De una parte debido a la escasez de la corteza del árbol de la quina, con la ocupación de la isla de Java por los japoneses en la Segunda Guerra Mundial y de otra por la imperiosa necesidad de abastecimiento de antipalúdicos que mostraban los ejércitos combatientes. Tanto los antiguos insecticidas inorgánicos (derivados de arsénico, flúor o azufre) como los de origen natural (rotenonas o piretrinas derivadas de raíces de leguminosas (*Derris sp.*) o de flores de crisantemos (*Crysantemum cinerarefolium* respectivamente no cubrían las necesidades existentes. Provocaban la parálisis neuromuscular de los insectos adultos por la presencia de alcaloides tóxicos fueron sustituidos por los modernos insecticidas originados a partir de compuestos con carbono.

La compañía suiza Geigy S.A. llevaba tiempo luchando contra las plagas del campo. Uno de sus investigadores, Paul Müller, roció un campo de patatas parasitadas por el escarabajo rojo (*Leptinotarsa decemlineata*) con *diclorodifeniltricloroetano (DDT)* y comprobó la rápida muerte de los insectos. El *DDT* resultó un potente insecticida de olor aromático, soluble en disolventes orgánicos que se inactivaba por la acción combinada de la luz, la humedad y el calor<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Piédrola G. (1947). *Nuevos insecticidas y ahuyentadores. Su estudio, importancia y técnicas de empleo.* Madrid. Publicaciones del Instituto Español de Medicina Colonial.

<sup>2</sup> Gil J., Ramos A., (1953). *Métodos de lucha contra insectos y roedores en la casa, en la industria y en el campo.* Madrid. Publicaciones de la Real Academia de Farmacia; Lozano A. (1953) *Teoría y práctica de la desinsectación en la lucha antipalúdica.* Dirección General de Sanidad. Madrid.

La investigación del *DDT* y su posterior estudio llevó a una gran confusión, fruto del desarrollo de diferentes técnicas químicas, de la experimentación simultánea en varios países y por si fuera poco del secreto de guerra. “*En el verano de 1942 la casa Geigy comunicó sus resultados a las Embajadas de Inglaterra y Estados Unidos (...) pudiendo pasar una muestra de Gerasol los controles de las potencias del eje y llegar a Nueva York donde la sucursal americana lo puso a disposición del ejército*”<sup>3</sup>. Se fabricaron rápidamente 325 toneladas destinadas a proteger a cincuenta millones de soldados durante al menos un mes. Una pequeña caja con dos onzas de *DDT* acompañó a los soldados en las diferentes campañas militares<sup>4</sup>.

En 1942 se descubrió por el inglés R. Slade el poder insecticida de un compuesto conocido desde 1825, el *hexaclorociclohexano*, *HCH*, *BCH* ó *666*. En el mismo año fue estudiado en el Instituto Fitopatológico de Versalles por Dupire y Raoucourt<sup>5</sup>.

Se trataba de un compuesto blanco, insoluble en agua y del que se describieron cuatro isómeros: *alfa*, *beta*, *gamma* y *delta*, siendo el *gamma* ó *lindane* el más potente insecticida que se caracterizaba por su olor a humedad.

Debido a su naturaleza liposoluble, tanto el *DDT* como el *HCH* atravesaban la cutícula de los insectos y actuaban como un veneno nervioso causando temblores, fuerte excitación, incapacidad para permanecer en posición normal, pérdida de coordinación del vuelo, parálisis, convulsiones y finalmente la muerte<sup>6</sup>.

## LA UTILIZACIÓN DE INSECTICIDAS DE SÍNTESIS EN ESPAÑA

El desastre social y económico producido por la Guerra Civil Española destruyó la organización antipalúdica española creada en 1920 y permitió la alarmante progresión del paludismo. En 1942 se registraron 276.905 enfermos y 1.801 muertos, al año siguiente se contabilizaron 426.000 muertos, diez veces más que el primer año de la guerra<sup>7</sup>.

Frente a este panorama, en 1944 se constituyó en Baracaldo la compañía *Insecticidas Cóndor* que buscaba productos eficaces y más baratos que el *DDT*. En ella su Director Técnico, el químico José María Gomeza Ozámiz sintetizó el *hexaclorociclohexano*.

El poder insecticida del nuevo compuesto fue demostrado por el Jefe de Entomología de Cóndor, el naturalista Juan Gil Collado, tras experimentar en mosquitos, pulgas, cucarachas y ácaros<sup>8</sup>.

<sup>3</sup> Piédrola. Op. cit. Pág. 243-244.

<sup>4</sup> Santa Cruz J. (1945). “Lucha contra los insectos”. *Ejército*. N° 69. Pág. 17-26.

<sup>5</sup> Dupire A., Raoucourt M. (1943). «Un insecticide nouveau, l’hexachlorure de benzène». *C. R. Acad. Agr: France*. N° 29. Page 470; Slade R. (1945) *The hurter memorial lecture*. 8 march.

<sup>6</sup> Piédrola G. (1953). “El descubrimiento del hexaclorociclohexano sinonimia del producto técnico hexacloruro de benceno 666 (español) HCH (francés), BCH (anglosajón), HCCH (alemán) o 6BH (norteamericano) sinonimia el isómero gamma-gammahexanolindano)”. *La Medicina Colonial*. Tomo XXI. Pág. 477-494; Piédrola G., Bravo J. (1954). “Estudio físico-químico y biológico del hexaclorociclohexano y en especial del lindano”. *La Medicina Colonial*. Tomo XXIII. (Vol. I). Pág. 557-580.

<sup>7</sup> Fernández B. (2002) *La erradicación del paludismo en España. Aspectos biológicos de la lucha antipalúdica*. Madrid. UCM. Tesis doctoral.

<sup>8</sup> Gomeza J. (1954) “El descubrimiento del nuevo insecticida 666”. *Ion*. Vol. 53. (N° V). Pág. 745-750.

Sin embargo el producto carecía de la patente oficial y desde los laboratorios de Cándor se buscó el asesoramiento del Instituto Antipalúdico de Navalmoral de la Mata, institución que desde 1925 dirigía la lucha antipalúdica española.

El 17 de Julio de 1944, Insecticidas Cándor solicitó al Director del Instituto, Alvaro Lozano, que probase la actividad del nuevo compuesto "*para combatir las larvas y mosquitos transmisores de la fiebre palúdica*" según consta en la relación epistolar mantenida entre ambas instituciones<sup>9</sup>.

Lozano, reclamó la autorización del Director General de Sanidad<sup>10</sup>. Posteriormente recibió una muestra de cinco kilos de un insecticida diluido al 15%, de "*síntesis nacional que actuaba por contacto e ingestión*"<sup>11</sup>. En un principio Cándor no desveló la formulación química del compuesto por "*razones de secreto comercial y técnico*"<sup>12</sup>. Le solicitaron se abstuviera de "*señalar, no solo su composición química sino también su componente activo, pudiendo referirse a un <Insecticida sintético> o <Tipo Cándor> por ser el primero y como consecuencia crear un tipo. Esta reserva se mantendría por un periodo muy corto*"<sup>13</sup>.

Las razones de Cándor eran, por una parte el interés en no difundir la naturaleza del compuesto hasta realizar las comprobaciones pertinentes y de otra la falta de patente oficial. Insecticidas Cándor S. A. presentó solicitud ante el Registro de la Propiedad Industrial el 6 de septiembre de 1947. El Registro aprobó el nombre comercial para "*químicos, desinfectantes, productos contra animales dañinos y contra plagas del campo, insecticidas, raticidas, fungicidas y productos para mejorar los terrenos*" con fecha 22 de noviembre de 1948<sup>14</sup>. Cándor envió a Lozano dos sustancias, la A que era una mezcla de *hexacloruro de benceno* con *carbonato cálcico* y la B (*hexacloruro de benceno* puro). Solicitaron dos peritajes, uno relativo a la eficacia del insecticida y otro acerca del procedimiento de aplicación más adecuado, teniendo en cuenta que el producto, insoluble en agua, presentaba dificultades de manejo. Lozano ensayó el polvo y probó su eficacia tanto en larvas como en insectos adultos.

Los resultados de sus investigaciones fueron comunicados a Cándor el 24 de Agosto de 1944. En abril de 1945 Lozano las dió a conocer en las IV Jornadas Médicas Españolas sin mencionar la estructura química del preparado, tal y como había acordado con Cándor<sup>15</sup>.

La industria le contestó agradeciéndole la atención "*que ha tenido con nosotros en el trabajo que va a publicar, de no especificar el compuesto químico. Esperamos que para su próxima publicación se hayan aprobado todos los requisitos legales para nuestra patente de <hexacloruro de benceno> por lo que en sucesivas publicaciones podrá indicar la*

<sup>9</sup> Lozano A. (1998). *Vida y obra del Dr. Alvaro Lozano Morales: La aportación de un extremeño en la lucha y erradicación del paludismo*. Navalmoral de la Mata. División Editorial, Pág. 103.

<sup>10</sup> Ídem. Pág. 104

<sup>11</sup> Ídem. Pág. 103.

<sup>12</sup> Ibidem. Pág. 109.

<sup>13</sup> Ibidem.

<sup>14</sup> "*Expediente promovido por Insecticidas Cándor S.A.*". *Registro de la Propiedad Industrial. Nombres comerciales. 6.9.1947*. Oficina Española de Patentes y Marcas. Ministerio de Industria. (Madrid). Expediente n° 23634.

<sup>15</sup> Lozano A. (1945). "El Hexacloruro de Benceno en la lucha antilarvaria". *Comunicación a las IV Jornadas Médicas Españolas*. Sevilla. 30 de Abril al 4 de Mayo.

*composición química de nuestro producto*<sup>16</sup>. Ya en 1948 y en su Tesis doctoral, Alvaro Lozano defendió la eficacia del nuevo insecticida denominado *hexaclorociclohexano*<sup>17</sup>.

El dictamen del Instituto Fitopatológico Agrícola de Madrid, realizado por el Ingeniero Agrónomo Miguel Benlloch, resultó favorable al insecticida. Benlloch analizó la relación directa entre la acción letal de los nuevos insecticidas y la temperatura<sup>18</sup>.

También el *hexaclorociclohexano* resultó de interés para el ejército. Los químicos Villarán y Gomeza visitaron al Director del Instituto de Higiene Militar, José Blanco Rodríguez realizando propaganda a favor del “*milagroso insecticida*”, del que “*bastaba poner polvo en un papel debajo de la cama, (...) para que desapareciesen las chinches de la misma y aún del cuarto.*”<sup>19</sup>

La nueva sustancia fue probada con resultados favorables por el Jefe del Servicio de Vacunaciones, Gonzalo Piédrola en la lucha contra los temidos piojos, transmisores del tifus exantemático, tan extendido en los ejércitos<sup>20</sup>.

El 18 de Octubre de 1945 la Dirección General de Servicios del Ejército “*previo informe de la Jefatura de Sanidad*” resolvió “*declarar de utilidad para el ejército el producto Insecticida Cóndor*”<sup>21</sup>.

## TÉCNICAS Y DOSIS DE APLICACIÓN DE INSECTICIDAS

Un paso más en la investigación de los nuevos productos consistía en aplicarlos con la mayor eficacia, teniendo en cuenta que se trataba de compuestos solubles en solventes orgánicos. Las preferencias en la utilización de estos productos se regulaban por su eficacia, facilidad de manipulación y elevado poder residual. Cuanto mayor fuesen estas cualidades, de menor coste resultarían las campañas antipalúdicas.

El DDT se empleó en polvos a los que se añadía un estabilizante que facilitaba su adherencia a las paredes. La mezcla se preparaba en bidones abiertos, en los que se formaba una papilla con agua y, sin dejar de remover, para evitar la sedimentación, se agregaba el resto del producto y se cargaban los aparatos desinsectadores. Hasta 1957 se empleó en concentraciones de 1 gr/m<sup>2</sup>, doblándose la dosis a partir de 1958<sup>22</sup>.

<sup>16</sup> Lozano A. (1998) Op. cit. Pág. 110.

<sup>17</sup> Lozano A. (1949). “Aspectos sanitarios del hexaclorociclohexano, insecticida sintético de la serie 666 (acción inmediata y residual, modalidades de aplicación y teorías apropiadas para su empleo en lucha antipalúdica)”. *Revista de Sanidad e Higiene Pública. Tomo XXIII. (Nº 2)*. Pág. 129-190.

<sup>18</sup> Benlloch M. (1945). “Los nuevos insecticidas orgánicos”. *Agricultura. Nº 10*. Pág. 511-516.

<sup>19</sup> Ídem. Pág. 560.

<sup>20</sup> Piédrola G. “El descubrimiento del hexaclorociclohexano...” Op. cit. Piédrola G. (1945) “Valor epidemiológico de los nuevos insecticidas. Estudio comparativo de las dos series principales y técnicas adecuadas de empleo”. *Acta Médica Hispánica. Tomo III*. Pág. 473-505; “El hexacloruro de benceno como insecticida”. *Revista Española de Medicina y Cirugía de la Guerra. Tomo VII. (Nº 5)*. Pág. 247-259; Piédrola G., Ramos A. (1946). “Técnica de valoración de los nuevos insecticidas en el laboratorio y en los locales desinsectados”. *Trabajos del Instituto Nacional de Ciencias Médicas. Tomo VII*. Pág. 57-80; Piédrola G., Villabaso M., (1946). “Técnicas de desinsectación en colectividades. Nuestra aportación con las nuevas series insecticidas”. *Medicina y Cirugía de la Guerra. Tomo VIII. (Nº 16)*. Pág. 25-45.

<sup>21</sup> “Insecticida. Dirección General de Servicios”. (1945). *Diario Oficial del Ministerio del Ejército*. Disposición Oficial nº 235. Pág. 255.

<sup>22</sup> Lozano A. (1956). *Sanidad y enfermedades transmitidas por insectos. Realidades y perspectivas españolas*. Madrid. Dirección General de Sanidad; Missiroli A. (1949). “Reducción o erradicación de anofeles”. *Revista de Sanidad e Higiene Pública. Tomo XXIII*. Pág. 316-335.

El *hexaclorociclohexano* se empleó en tres tipos de preparados: polvo, soluciones y emulsión, según concentración. Pronto se observaron fenómenos de resistencia, sobre todo en moscas<sup>23</sup>. Hasta 1943 el único insecticida orgánico en nuestro país fue el *Gesarol* (DDT original de la casa suiza). A partir de esta fecha se usaron los compuestos *Neocidol*, *Neocid*, *C.A.M.* ó *Gesapón*, *Insecticida Zeltia*, *Detano*, *Doriphol*, *Medesal* o *Pek* que contenían DDT como principio activo. El *hexaclorociclohexano* se utilizó a partir de 1942 en los productos llamados *Cóndor*, *Gelon*, *Agrodim* ó *ZZ*<sup>24</sup>.

## LOS MÉTODOS DE APLICACIÓN DE INSECTICIDAS

Los procedimientos de aplicación de los nuevos insecticidas variaban dependiendo de que el producto utilizado fuesen polvos, líquidos o gases. De esta manera se diferenciaba el espolvoreo, la pulverización y la fumigación respectivamente.

El espolvoreo era el tratamiento más primitivo. Consistió inicialmente en golpear sacos de arpillera cargados de insecticida y colgados en estacas. Este método tan rudimentario dejó paso a la utilización de aparatos que constaban de un fuelle y un depósito de salida del producto. Un modelo español con un depósito cónico permitía inyectar el tóxico en colchones y en muebles. También era de origen español un pistolete utilizado en el despjojamiento de colectividades.

El fundamento de los pulverizadores se basaba en la creación de un movimiento giratorio del líquido, anterior al orificio de salida, que transformaba el fluido en pequeñas gotas que aumentaban la superficie impregnada.

En la lucha antipalúdica española se utilizaron, por su cómodo manejo, aparatos de mochila accionados a brazo por los operarios y con una capacidad de diez o quince litros. Para grandes extensiones se usaron modelos con capacidad para más de cincuenta litros que se montaban sobre carretillas. En el mercado español existía un modelo consistente en un carro con una cuba, que servía de depósito y cuya bomba a presión se accionaba al ser arrastrado por ruedas o por la caballería.

Desde 1946 se prepararon en España fumígenos de una materia combustible y *hexaclorociclohexano* que se sublimaba dando lugar a humos densos<sup>25</sup>.

## ACCIÓN RESIDUAL Y TOXICIDAD DE LOS INSECTICIDAS

La actividad residual de los insecticidas dependía no sólo de las cualidades del producto (calidad, concentración, dosis, técnica de impregnación, poder absorbente de las paredes, etc.) sino de las condiciones ambientales: temperatura, humedad, ó renovación del aire.

<sup>23</sup> Lozano A. (1947). "Acción residual del 666 Hexaclorociclohexano y algunos datos para su empleo racional en campañas de lucha antipalúdica". *Revista de Sanidad e Higiene Pública*. Tomo XXI. Pág. 1103-1117; (1951) Principios fundamentales de la desinsectación antipalúdica. *Revista de Sanidad e Higiene Pública*. Tomo XXV. Pág. 222-237; (1956) "Desinsectación resistencia y sanidad (Un nuevo enfoque del problema)". *Revista de Sanidad e Higiene Pública*. Tomo XXX. Pág. 456-460.

<sup>24</sup> Benlloch M. (1946). "Ensayos de laboratorio sobre la acción por contacto de los insecticidas orgánicos clorados (DDT y 666)". *Boletín de Patología Vegetal y Entomología Agrícola*. Vol XIV. Pág. 189-198.

<sup>25</sup> Gil J., Ramos A. (1954). Op. cit; Lozano A. (1947) "Acción residual del 666". Op. cit.

En general la duración media de una impregnación oscilaba entre 15-60 días a concentraciones habituales de 0,5 gr/m<sup>2</sup> de HCH y de 1 a 1,25 gr/m<sup>2</sup> de DDT. El coste de las impregnaciones era de 0,33 Pts/m<sup>2</sup> para el DDT y 0,105 para el HCH<sup>26</sup>.

Con estos datos la España de la posguerra se decantó fácilmente por la utilización del HCH por su menor coste. La popularidad del *lindane* facilitó su aplicación en las campañas antipalúdicas españolas, en las que se aseguraba la eliminación definitiva de moscas y mosquitos<sup>27</sup>.

## TOXICIDAD DE LOS INSECTICIDAS DE SÍNTESIS.

La inocuidad de los nuevos insecticidas estuvo en entredicho desde los primeros momentos de su utilización. En Estados Unidos llegó a hablarse del *Virus X*. Se comprobó que el tóxico pasaba a la leche de las vacas y se describieron casos de ingestión accidental que cursaban con ansiedad, dolor de piernas, debilidad, náuseas y vómitos. La alarma saltó con la primera muerte por DDT de un niño de diecinueve meses que ingirió por error treinta gramos de una solución de DDT. A los diez minutos de la toma sufrió violentos vómitos, a la hora entró en coma y a las cuatro horas falleció de un edema pulmonar. La autopsia demostró congestión en cerebro, hígado y bazo<sup>28</sup>.

Ya en 1945, Miguel Benlloch exponía sus recelos. Aseguraba que "*ni en nuestro país ni en el extranjero se ha llegado todavía a delimitar exacta ni completamente el campo de acción de estos nuevos y poderosos insecticidas y las posibles dificultades a que su aplicación a gran escala pudiera dar lugar*" (...) <sup>29</sup> Las dosis usadas eran mínimas, en ocasiones "*por bajo del nivel de utilidad práctica admisible*" <sup>30</sup>. Lozano fue un firme defensor de la utilización de los insecticidas en la lucha antipalúdica y sostenía la ausencia de alteraciones en el ganado y en la fauna acuática<sup>31</sup>. En 1945 afirmaba que "*ni el DDT ni el HCH han resultado tóxicos al hombre*" <sup>32</sup> y que las dosis que se usaban no suponían "*peligro de ningún género*". Achacaba a la prensa "*profana en materia sanitaria*" un "*excesivo sensacionalismo*" acerca de la toxicidad de los productos<sup>33</sup>. Para el farmacéutico Moreno Martín el producto resultaba "*poco menos que inofensivo*" <sup>34</sup>.

<sup>26</sup> Lozano A. (1947) "Problemas prácticos de lucha antipalúdica. Nuevos aspectos de la lucha contra larvas y adultos con hexacloro benceno (666)". *Revista de Sanidad e Higiene Pública*. Tomo XXI. Pág. 35-44; Maldonado M. (1960). "Observaciones y experiencias sobre el mecanismo de acción, actividad y poder residual de los insecticidas". *Revista de Sanidad e Higiene Pública*. Tomo XXXIV. Pág. 624-679.

<sup>27</sup> Lozano A. (1949). "Aspectos sanitarios del hexaclorociclohexano, op. cit."; Rey F. (1948). "Importancia de los insecticidas modernos en la lucha antipalúdica". *Revista de Sanidad e Higiene Pública*. 1948. Tomo XXII. Pág. 718.

<sup>28</sup> Wigglesworth V. (1945). "A case of DDT poisoning in man." *British Medical Journal*. 14. 519.

<sup>29</sup> Benlloch M. (1945). "Los nuevos insecticidas orgánicos". Op. cit. Pág. 513.

<sup>30</sup> Benlloch. M. (1945). "Observaciones sobre la eficacia insecticida de los preparados comerciales a base de DDT y gammahexano". *Boletín de Patología Vegetal y Entomología Agrícola*. Vol. XIV. Pág. 343.

<sup>31</sup> Lozano A. (1950). "Principios fundamentales de desinsectación antipalúdica". *Revista de Sanidad e Higiene Pública*. Tomo XXVIII. Pág. 729-734. Pág. 230.

<sup>32</sup> Lozano A. (1954). "Lucha contra los insectos vectores de enfermedades en la organización mundial de la salud". *Revista de Sanidad e Higiene Pública*. Tomo XXVIII. Pág. 729-734.

<sup>33</sup> Lozano A. (1953). *Teoría y Práctica de la desinsectación en la lucha antipalúdica*. Dirección General de Sanidad. Pág. 37.

<sup>34</sup> Moreno F. (1946). "El insecticida español, 666". *Ejército*. N° 81. Pág. 63.

La falta de toxicidad para los animales de sangre caliente y elevada para los insectos resultaba contradictoria. Se desconocían los efectos de los nuevos insecticidas a largo plazo. Algunos autores (Domenjoz, 1948) ya lo apuntaban: *"la acción insecticida no es una función biológica claramente definida sino que comprende toda una serie de mecanismos biológicos y toxicológicos que escapan a razones o explicaciones técnicas"*<sup>35</sup>.

Con el paso de los años se demostró que estos compuestos se acumulaban en los tejidos grasos de animales y se transmitían a través de la cadena trófica. Además, su resistencia a la degradación originaba grave contaminación de aguas y suelos.

## LA POLÉMICA DEL INSECTICIDA ESPAÑOL

La España de la posguerra alabó el descubrimiento del *hexaclorociclohexano* que fue considerado un *"extraordinario descubrimiento"*<sup>36</sup>. Su sintetizador, Gomeza Ozámiz, afirmaba que *"el descubrimiento de las propiedades del 666 como insecticida valioso y la síntesis industrial del mismo en nuestro país, han sido debidos exclusivamente a la investigación española"*<sup>37</sup>. El farmacéutico militar Moreno Martín no dudó en denominar al producto el *"insecticida español"*. Moreno reclamaba la prioridad en la síntesis, primero para la investigación española respecto de la inglesa y después para sí mismo. Sin embargo los primeros resultados fueron publicados por Slade en Abril de 1945 y por Lozano en Agosto del mismo año. Alvaro Lozano no entró en la polémica de la autoría, únicamente aseguró que se trataba de un *"descubrimiento español"*<sup>38</sup>.

## ACTIVIDAD REALIZADA POR INSECTICIDAS CÓNDOR S.A.

La producción industrial de *HCH* y *lindane* en España comenzó en 1947 en *Cóndor S.A.* en Baracaldo y *Nexana-Celamerck* en Erandio. En 1953 se prohibió la utilización del *HCH* como insecticida y se generó un nuevo problema. Por cada tonelada de *lindane* se generaban diez de *HCH* como residuo de producción. Hasta 1987 y 1982, fechas en que las dos empresas permanecieron activas, el total de residuos depositados alcanzó las 100.000 toneladas, dando lugar a más de treinta focos de contaminación de suelos. La solución fue la construcción de celdas de seguridad (estructuras que posibilitaban almacenar sustancias o materiales peligrosos evitando su dispersión)<sup>39</sup>.

En el presente estudio hemos descrito cómo de los antiguos preparados inorgánicos se pasó a la utilización de los modernos y contaminantes insecticidas orgánicos. En la actualidad sin embargo, la prohibición de estos compuestos y la resistencia de los fármacos

<sup>35</sup> Domenjoz R. (1948). "Sobre la acción biológica de algunos derivados del DDT". *La Medicina Colonial*. Tomo X. (Nº 6). Pág. 481-487.

<sup>36</sup> Gomeza J. M. (1945). "El descubrimiento del nuevo insecticida. 666. *Ion*. Vol V. (Nº 53). Pág. 746.

<sup>37</sup> Idem.

<sup>38</sup> Lozano A. (1998). Vida y obra.... Op. cit. Pág. 83.

<sup>39</sup> IHOBE. Sociedad Pública de Gestión Ambiental. <http://www.ihobe.es>.

tradicionales, han llevado al empleo de antiguos métodos de desinsectación por su menor agresividad con el medio ambiente.

La malaria nos obliga continuamente a echar la vista atrás y a reconsiderar los tratamientos utilizados para su erradicación.

## BIBLIOGRAFIA

- BENLLOCH M. (1945). "Los nuevos insecticidas orgánicos". *Agricultura*. N° 10. Pág. 511-516.
- BENLLOCH M. (1945). "Observaciones sobre la eficacia insecticida de los preparados comerciales a base de DDT y gammahexano". *Boletín de Patología Vegetal y Entomología Agrícola*. Vol. XIV. Pág. 343-352.
- BENLLOCH M. (1946). "Ensayos de laboratorio sobre la acción por contacto de los insecticidas orgánicos clorados (DDT y 666)". *Boletín de Patología Vegetal y Entomología Agrícola*. Vol. XIV. Pág. 189-198.
- DUPIRE A.,RAOUCOURT M. (1943). «Un insecticide nouveau, l'hexachlorure de benzène». *C R. Acad. Agr. France*. N° 29.P. 470.
- DOMENJOZ R. (1948). "Sobre la acción biológica de algunos derivados del DDT". *La Medicina Colonial*. Tomo X. (N° 6). Pág. 481-487.
- "Expediente promovido por Insecticidas Cóndor S.A.". *Registro de la Propiedad Industrial*. Nombres comerciales. 6.9.1947. Oficina Española de Patentes y Marcas. Ministerio de Industria. (Madrid). Expediente nº 23634.
- FERNÁNDEZ B. (2002). *La erradicación del paludismo en España. Aspectos biológicos de la lucha antipalúdica*. Madrid. Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Ciencias Biológicas. Tesis doctoral.
- GIL J., RAMOS A. (1950). *Métodos de lucha contra insectos y roedores en la casa, en la industria y en el campo*. Madrid. Publicaciones de la Real Academia de Farmacia.
- GOMEZA J. (1954). "El descubrimiento del nuevo insecticida 666". *Ion*. Vol. 53. (N° V). Pág. 745-750.
- "Insecticida". (1945). *Diario Oficial del Ministerio del Ejército*. Disposición Oficial nº 235. Pág. 255.
- IHOBE. Sociedad Pública de Gestión Ambiental. [http:// www.ihobe.es](http://www.ihobe.es).
- LOZANO A. (1945). "El Hexacloruro de Benceno en la lucha antilarvaria". *Comunicación a las IV Jornadas Médicas Españolas*. Sevilla, 30 de Abril al 4 de Mayo.
- LOZANO A. (1947). "Acción residual del 666 Hexacloro ciclohexano y algunos datos para su empleo racional en campañas de lucha antipalúdica". *Revista de Sanidad e Higiene Pública*. Tomo XXI. Pág. 1103-1117.
- LOZANO A. (1947) "Problemas prácticos de lucha antipalúdica. Nuevos aspectos de la lucha contra larvas y adultos con hexacloro benceno (666)". *Revista de Sanidad e Higiene Pública*. Tomo XXI. Pág. 35-44.
- LOZANO A. (1949). "Aspectos sanitarios del hexacloro ciclohexano, insecticida sintético de la serie 666 (acción inmediata y residual, modalidades de aplicación y teorías

- apropiadas para su empleo en lucha antipalúdica)” *Revista de Sanidad e Higiene Pública. Tomo XXIII. (Nº 2)*. Pág. 129-190.
- LOZANO A. (1951) Principios fundamentales de la desinsectación antipalúdica. *Revista de Sanidad e Higiene Pública. Tomo XXV*. Pág. 222-237.
- LOZANO A. (1953) *Teoría y práctica de la desinsectación en la lucha antipalúdica. Dirección General de Sanidad. Madrid.*
- LOZANO A. (1954). “Lucha contra los insectos vectores de enfermedades en la organización mundial de la salud”. *Revista de Sanidad e Higiene Pública. Tomo XXVIII*. Pág. 729-734.
- LOZANO A. (1956). *Sanidad y enfermedades transmitidas por insectos. Realidades y perspectivas españolas. Madrid. Dirección General de Sanidad. Ministerio de Gobernación.*
- LOZANO A. (1956). “Desinsectación resistencia y sanidad (Un nuevo enfoque del problema)”. *Revista de Sanidad e Higiene Pública. Tomo XXX*. Pág. 456-460.
- LOZANO A. (1998). *Vida y obra del Dr. Alvaro Lozano Morales: La aportación de un extremeño en la lucha y erradicación del paludismo. Navalmoral de la Mata. División Editorial.*
- MALDONADO M. (1960) “Observaciones y experiencias sobre el mecanismo de acción, actividad y poder residual de los insecticidas”. *Revista de Sanidad Higiene Pública. Tomo XXXIV*. Pág. 624-679.
- MISSIROLI A. (1949). “Reducción o erradicación de anofeles”. *Revista de Sanidad e Higiene Pública. Tomo XXIII*. Pág. 316-335.
- MORENO F. (1946). “El insecticida español. 666”. *Ejército. Nº 81*. Pág. 59-64.
- PIÉDROLA G. (1945). “El hexacloruro de benceno como insecticida”. *Revista Española de Medicina y Cirugía de la Guerra. Tomo VII. (Nº1)*. Pág. 247-259.
- PIÉDROLA G. (1945) “Valor epidemiológico de los nuevos insecticidas. Estudio comparativo de las dos series principales y técnicas adecuadas de empleo”. *Acta Médica Hispánica. Tomo III. (Nº 23)*. Pág 473-505.
- PIÉDROLA G. (1945). “El hexacloruro de benceno como insecticida”. *Revista Española de Medicina y Cirugía de la Guerra. Tomo VII. (Nº 5)*. Pág. 247-259.
- PIÉDROLA G. (1947). *Nuevos insecticidas y ahuyentadores. Su estudio, importancia y técnicas de empleo. Madrid. Publicaciones del Instituto Español de Medicina Colonial.*
- PIÉDROLA G. (1953). “El descubrimiento del hexacloro ciclohexano sinonimia del producto técnico hexacloruro de benceno 666 (español) HCH (francés), BCH (anglosajón), HCCH (alemán) o 6BH (norteamericano) sinonimia el isómero gamma-gammahexanolindano”. *La Medicina Colonial. Tomo XXI*. Pág. 477-494.
- PIÉDROLA G., BRAVO J. (1954). “Estudio físico-químico y biológico del hexaclorociclohexano y en especial del lindano”. *La Medicina Colonial. Tomo XXIII. (Vol. I)*. Pág. 557-580.
- PIÉDROLA G., RAMOS A. (1946). “Técnica de valoración de los nuevos insecticidas en el laboratorio y en los locales desinsectados”. *Trabajos del Instituto Nacional de Ciencias Médicas. Tomo VII*. Pág. 57-80.

PIÉDROLA G, VILLABASO M. (1946). "Técnicas de la desinsectación en colectividades. Nuestra aportación con las nuevas series insecticidas". *Medicina y Cirugía de la Guerra. Tomo VIII. (Nº 16)*. Pág.25-45.

REY F. (1948). "Importancia de los insecticidas modernos en la lucha antipalúdica. *Revista de Sanidad e Higiene Pública. 1948. Tomo XXII*. Pág. 718.

SANTA CRUZ J. (1945) "Lucha contra los insectos." *Ejército. Nº 69*. Pág. 17-26.

SLADE R. (1945) *The hurter memorial lecture*. 8 march.

WIGGLESWORT V. (1945). "A case of DDT poisoning in man". *British Medical Journal. 14*. Pág. 519.

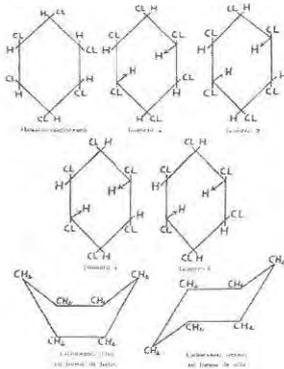


Imagen I: HCH

Imagen II: DDT

Fuente: Gil J., Ramos A. (1954) *Métodos de lucha contra insectos*. Pág.83 y 62.



Imagen III



Imagen IV

J. Gomeza en un laboratorio de *Insecticidas Cóndor* (III). Vista general de la industria (IV).  
 Fuente: Piédrola G.(1953). "El descubrimiento del hexaclorociclohexano..." *Op. cit.*" Pág.563.



Imagen V



Imagen VI



Imagen VII

Exteriores de Cóndor (V), calderas de obtención de HCH (VI) y laboratorio de Nexana (VII).  
 Fuente: Piédrola G. (1953). "El descubrimiento del hexaclorociclohexano..." *Op. cit.*" Pág. 571, 573 y 577 respectivamente.





# UNA NUEVA TECNOLOGÍA CONTRA LA SINIESTRALIDAD LABORAL: INNOVACIÓN, MEDICINA Y ACCIDENTES DEL TRABAJO EN ESPAÑA (1920-1936)<sup>1</sup>

JOSÉ MARTÍNEZ PÉREZ

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BIOMÉDICAS, UNIVERSIDAD DE CASTILLA-LA MANCHA

## RESUMEN

*En las décadas de 1920 y 1930 se desarrolló en España una nueva tecnología médica que tenía como objetivo contribuir a resolver el problema de la siniestralidad laboral. El presente trabajo tiene como primer objetivo poner de relieve cuáles eran los elementos constitutivos más característicos de esa propuesta innovadora que perseguía prevenir el número de accidentes del trabajo y paliar las secuelas que dejaban en sus víctimas. Se pretende también analizar la forma en que diferentes factores -políticos, económicos y socioculturales- influyeron sobre el desarrollo de dicha tecnología. Por último, se intenta destacar con él cómo su aplicación se expresó a la hora de inducir cambios en la organización de la profesión médica y en la transformación de los estereotipos sociales y culturales de las personas portadoras de una discapacidad física.*

*De cara a la exposición de los resultados se utiliza como punto principal de referencia la forma en que esas innovaciones se pusieron de manifiesto en una de las instituciones que más se distinguieron en su desarrollo: el Instituto de Reeducción de Inválidos del Trabajo de Madrid.*

**Palabras clave:** *Historia de las discapacidades, Historia de la Medicina del Trabajo, Historia de la Psicología del trabajo.*

<sup>1</sup> La realización de este trabajo ha sido posible gracias a sendas ayudas concedidas por el Ministerio de Ciencia y Tecnología (Nº de referencia: BHA2001-2979-C05-05) y la Consejería de Sanidad de Castilla-La Mancha (Nº de referencia: GC04004).

**ABSTRACT**

*A new medical technology to help deal with cases of occupational accidents was developed in Spain in the 1920s and 1930s. The main aim of this work is to highlight the main characteristics of this innovative proposal which aimed to reduce the number of occupational accidents and help the victims of such accidents. It also aims to analyse the way in which various factors, political, economic and socio-cultural, affected the development of this technology. Lastly it looks at the way in which its application brought about changes in the organisation of the medical profession and changed the social and cultural stereotypes of people suffering from some kind of physical disability. In order to study the results we take the case of the Instituto de Reeducción de Inválidos del Trabajo in Madrid, which was one of the main champions of the technology and look at the way the innovations were applied here.*

**Keywords:** *History of Disabilities, History of Occupational Medicine, History of Industrial Psychology*

## 1. INTRODUCCIÓN

A finales del siglo XIX se desplegó una importante actividad legislativa encaminada a regular diversos aspectos relacionados con la siniestralidad laboral<sup>2</sup>. En el caso de España, esta actuación normativa encontró su punto culminante en la *Ley de Accidentes del Trabajo* de 30 de enero 1900 (*LAT-1900*, en adelante)<sup>3</sup>, con la que se ponía de manifiesto la existencia también dentro de nuestras fronteras de un marcado interés por reducir el impacto que estos sucesos tenían sobre los individuos y la sociedad en su conjunto. Los accidentes del trabajo se estaban convirtiendo en un problema social cuyos efectos indeseados debía contribuir a paliar el Estado<sup>4</sup>, y la Medicina, a través de las condiciones generadas por la aplicación del nuevo marco legislativo encargado de regular las relaciones laborales, estaba llamada a desempeñar un papel significativo en esa tarea.

La *LAT-1900* reservaba en efecto un papel relevante a los médicos en la gestión de los accidentes del trabajo. No sólo establecía en su artículo 4º la obligación de los patronos de proporcionar asistencia médica a las víctimas, sino que, al crear un sistema de pago de indemnizaciones para los obreros afectados, reservaba también a los facultativos una posición estratégica enormemente relevante al encomendarles la tarea de valorar las lesiones<sup>5</sup>. Todo ello propició que dicha ley fuera contemplada como susceptible de proporcionar un impulso considerable para la constitución de una nueva especialidad en Medicina: aquella que tendría como objetivo el tratamiento de los accidentados y el peritaje médico-legal de sus daños<sup>6</sup>. No obstante, los efectos en ese sentido de la *LAT-1900* no se mostraron tan determinantes como lo habrían de ser los de la *Ley de Accidentes del trabajo de 1922* (*LAT-1922*, en adelante), la norma que habría de sustituirla<sup>7</sup>. Y es que esta última incorporaba en

<sup>2</sup> SOTO CARMONA (1985), p. 392.

<sup>3</sup> Su reglamento es de 28 de julio de ese año. SOTO CARMONA (1985), p. 393-394.

<sup>4</sup> RODRÍGUEZ OCAÑA (1993), pp. 424-425.

<sup>5</sup> ELEIZEGUI (s.a.), p. 269. Este autor reproduce pp. 269-277 el articulado de la *LAT-1900*.

<sup>6</sup> SAN MARTÍN (1903), p. 5.

<sup>7</sup> La forma en que las sucesivas Leyes de Accidentes del Trabajo promulgadas en España influyeron sobre la imagen de las personas portadoras de discapacidades físicas ha sido estudiado por M<sup>a</sup> Isabel Porrás y por mí mismo en un trabajo que presentamos al Congreso que organizó en Oslo la *European Association of the History of*

su articulado algo que su predecesora, criticada como imperfecta y susceptible de mejora<sup>8</sup>, no había establecido y que se iba a revelar como un factor importante para la constitución de la Medicina del Trabajo como una especialidad: la creación de un centro que permitiera la constitución de un grupo de facultativos consagrados al estudio y la resolución, desde una perspectiva médica, de los diferentes problemas suscitados por los accidentes del trabajo<sup>9</sup>.

En efecto, en la *LAT-1922* se dispuso que

*“Por el Ministerio del Trabajo se organizará un servicio especial de reeducación de los inválidos del trabajo, que tendrá por objeto devolver a éstos la capacidad profesional suficiente para que puedan atender por sí mismos a su subsistencia”*<sup>10</sup>

Por Decreto de 4 de marzo de 1922 se cumplimentó la disposición anterior, creándose el Instituto de Reeducación Profesional de Inválidos del Trabajo (*IRPIT*, en adelante)<sup>11</sup>. Se veía así satisfecha una demanda que los médicos habían venido efectuando desde hacía tiempo<sup>12</sup>, y que, respecto a su labor en torno al problema de la siniestralidad laboral, les iba a permitir desbordar los límites de la mera asistencia a las víctimas y de la valoración médico-legal de sus lesiones. Y es que desde el *IRPIT* se impulsó de forma más que notable no sólo el desarrollo de la Medicina del Trabajo, sino también, un modelo de abordaje de las discapacidades físicas en el que la Medicina se convertía en una pieza fundamental.

Pues bien, a lo largo de las próximas páginas trataré de poner de relieve, en primer lugar, la forma en que diferentes factores influyeron sobre la implantación de dicho modelo. A continuación, procuraré mostrar cuáles fueron los ingredientes fundamentales de esta propuesta planteada desde el *IRPIT* para hacer frente al problema de los accidentes del trabajo y la relevante posición que la “tecnología médica” ocupaba dentro de ellos<sup>13</sup>. De este

---

*Medicina & Health* en forma de una comunicación, titulada: “*Changing Social Perception of People with Disabilities: Occupational Medicine and the Problem of Accidents in the Work Place in Spain (1900-1936)*”. Una versión del mismo puede leerse en: MARTÍNEZ PÉREZ; PORRAS GALLO (2006).

<sup>8</sup> La aplicación de la norma planteó, en efecto, una serie de cuestiones que enfrentaron a las diversas partes afectadas. Entre las más controvertidas figuraron: las que giraron alrededor del concepto de “accidente del trabajo” y de la posibilidad de considerar a las enfermedades profesionales como incluidas en él a efectos de la ley; y las que trataron sobre la responsabilidad del obrero en el accidente GUICHOT (1923), pp. 22-24; 35-38.

<sup>9</sup> La *LAT-1900* sólo estableció en su art. 6º la creación de una “Junta técnica encargada del estudio de los mecanismos inventados hasta hoy para prevenir los accidentes del trabajo”. En ella no se contemplaba la presencia de médicos, al establecer que “se compondrá de tres Ingenieros y un Arquitecto”. Cfr: ELEIZEGUI (s.a.), p. 273. Sobre el desarrollo del Medicina del Trabajo en España véanse los diferentes trabajos que iremos mencionando a continuación.

<sup>10</sup> Cfr. ANÓNIMO (1932), pp. 51-52.

<sup>11</sup> El Instituto de Reeducación Profesional ha sido objeto de atención por parte de los historiadores. Una visión de conjunto, desde sus orígenes, como Asilo de Inválidos de Trabajo, hasta finales del siglo XX, como Centro Público de Educación Especial de Reeducación de Inválidos, puede examinarse en: PALACIOS SÁNCHEZ (s.a.), pp. 50-90; PALACIOS SÁNCHEZ, J. (1990), pp. 8-16. Una exposición general sobre las actividades de la institución en el período del que se ocupa este trabajo es ofrecida en: BACHILLER BAEZA (1985), pp. 9-40.

<sup>12</sup> OLLER (1918), p. 380.

<sup>13</sup> Utilizo “tecnologías médicas” en la forma en que este concepto ha redimensionado su significado a lo largo de los años noventa del pasado siglo. Frente a la simple alusión a las “máquinas”, se ha ido incluyendo todo aquello que “se diseña para entender, diagnosticar y tratar la enfermedad, aguda y crónica, y los desórdenes físicos y corporales, además de intentar prevenir tales patologías”. BROWN; WEBSTER (2004), p. 4. De este modo, como han indicado Menéndez y Medina, “el concepto de tecnologías ha ido aquilatándose para englobar desde los instrumentos, las prácticas, los procesos, los conocimientos y significados ligados a su empleo, hasta los

modo, será posible intentar finalmente poner de manifiesto en qué forma esas innovaciones, que tanto contribuyeron a la hora de impulsar el desarrollo de la Medicina del Trabajo dentro de nuestras fronteras, sirvieron para propiciar cambios en los estereotipos sociales de las personas con discapacidades físicas.

## 2. EL IRPIT COMO PRODUCTO DE UN CICLO HISTÓRICO

Como hemos indicado arriba, el *IRPIT* surgió en el marco de un proceso destinado a implantar en España “una legislación protectora del trabajo”<sup>14</sup>, que se incardinaba a su vez en un contexto más amplio: el de instauración de medidas políticas de reforma social<sup>15</sup>. Como ya fue indicado por Soto Carmona, ese movimiento normativo alrededor de la siniestralidad laboral, que desde el principio estuvo centrado fuertemente en el auxilio a la “invalidez del trabajo”, fue impulsado de manera decisiva por dos hechos: la pérdida de personal y el freno a la productividad que representaban los accidentes<sup>16</sup>. No se trataba sólo, por tanto, de paliar con esa tarea legislativa las desgraciadas consecuencias que la siniestralidad laboral comportaba para los obreros y sus familias, de mitigar el daño económico y humano que la muerte o la incapacidad provocadas por un accidente del trabajo representaba para ellos. Con ese conjunto de leyes se buscaba también establecer unas buenas condiciones en el marco de las relaciones laborales para que el rendimiento de la actividad industrial no se viera perjudicado.

Y es que la necesidad de potenciar la seguridad se relacionó con la idea de que, al disminuir los riesgos para la integridad física de los obreros, al combatir la pérdida de su salud y propiciar una vida laboral más larga para ellos, se estaría favoreciendo su capacidad productiva<sup>17</sup>. De hecho, la noción de que resultaba conveniente mantener al obrero en buenas condiciones físicas y morales para hacerlo más productivo formaba parte del entramado ideológico de uno de los programas que se hallaba vigente en la época destinado a conseguir un trabajador más adecuado para cumplir con las tareas que de él se esperan: el “paternalismo industrial”<sup>18</sup>.

cambios organizativos que supone su implantación”. De este modo, “las formas de proceder o de organizar la práctica (y las rutinas) en los dispositivos sanitarios serían, también, procedimientos tecnológicos”. MENÉNDEZ; MEDINA (2004), p.16. Sobre la noción de “tecnologías médicas” pueden verse también: MARKS (1993), STANTON (1999) y MEDINA; MENÉNDEZ; (2004).

<sup>14</sup> MARTÍN-GRANIZO (1947), p. 11. La atribución a la creación del *IRPIT* de un lugar destacado en el proceso que expresa la preocupación legislativa española sobre los accidentes del trabajo fue ya establecida por SOTO CARMONA (1985), p. 397.

<sup>15</sup> Junto a la intervención protectora de las relaciones laborales, un segundo aspecto destacado de esta actividad normativa de reforma social fue el destinado a la institucionalización de la previsión social, que llevaría a incorporar al estado español los seguros sociales. BERNABÉU, PERDIGUERO, Y ZARAGOZA (1992), p. 296; RODRÍGUEZ OCAÑA (1993), p. 423; Sobre este proceso puede verse: PALACIO (1988); DE LA CALLE (1989), MONTERO (1988), CUESTA (1988), SAMANIEGO (1988).

<sup>16</sup> SOTO CARMONA (1985), p. 393; y p. 391.

<sup>17</sup> Ese era, por ejemplo, el punto de vista que sostenían los ingenieros. Fue a éstos, que estarían mejor capacitados para actuar sobre los riesgos mecánicos y físico-químicos, hacia quienes la legislación de accidentes del trabajo que se inició en 1900 desplazó las materias relacionadas con la Higiene industrial. RODRÍGUEZ OCAÑA (1992), p. 393.

<sup>18</sup> SIERRA ALVAREZ (1990), p. 80. Según Rodríguez Ocaña, las propuestas de los higienistas españoles de las tres últimas décadas del siglo XIX habrían servido para alentar el paternalismo empresarial. RODRÍGUEZ OCAÑA (1992), p. 395.

No obstante, a finales del siglo XIX y comienzos del siglo XX esta “disciplina industrial”, este conjunto de técnicas destinado a atraer a la fábrica al trabajador y a adaptarlo a la actividad productiva<sup>19</sup>, se estaba mostrando, al menos en su variante “patriarcal”<sup>20</sup>, incapaz de cumplir satisfactoriamente con sus objetivos en el marco de las transformaciones estructurales del capitalismo que se vieron aceleradas en esos años<sup>21</sup>. Lugares como Asturias y Cataluña fueron escenarios en España de diferentes actuaciones que indican una preocupación por dar paso a nuevas formas de conducir la actividad laboral<sup>22</sup>. De hecho, como intentaré mostrar a continuación, la irrupción dentro de nuestras fronteras de una nueva disciplina industrial -el “taylorismo” y la Organización Científica del Trabajo (OCT, en adelante)-<sup>23</sup>, en la que el modelo de abordaje del problema de las discapacidades físicas derivadas de la siniestralidad laboral que se puso en marcha en el *IRPIT* encontró una base doctrinal para su elaboración y legitimación sociales, es exponente de ese interés por modernizar el proceso de trabajo<sup>24</sup>.

<sup>19</sup> SIERRA ALVAREZ (1990), pp. 14-15. Bajo el concepto de “disciplina industrial” Gaudemar ha aludido a una estrategia múltiple y compleja destinada a lograr la adecuación productiva del comportamiento de los trabajadores. El propio Gaudemar habría relacionado la noción de disciplina industrial con la de “movilización productiva”; esto es, con el concepto que, según ha expuesto Castillo Mendoza, este autor utiliza para designar “ese conjunto de tácticas locales, más o menos coordinadas socialmente, a través de las cuales los patronos codifican y centralizan económicamente el trabajo de sus empleados, regulando así su incorporación y activación dentro del proceso productivo”. Para Gaudemar, las disciplinas industriales serían precisamente las estrategias reguladoras de su configuración y operatividad. CASTILLO MENDOZA (1991), pp. 18-19.

<sup>20</sup> Se ha distinguido entre una forma de paternalismo “patriarcal” y otra “liberal” caracterizándolas según el grado en que el funcionamiento de los aparatos institucionales promovidos por los patronos en torno a sus fábricas se decantaban hacia alguno de los dos principios activos que figuraban en él: la asistencia y la previsión. En el paternalismo “patriarcal” lo haría hacia el lado de la asistencia, y en el “liberal” hacia la previsión. Otras diferencias entre ambos serían, por ejemplo: la forma diferente en que se contemplaba al obrero -un ser incapaz de valerse por sí mismo, en el caso del “patriarcal; y un casi-adulto, en el liberal-; y la forma de gestionar las instituciones -directamente patronal, en la patriarcal; y más mediada, en el liberal-. Una exposición acabada de los rasgos distintivos de ambos modelos puede examinarse en: SIERRA ALVAREZ (1990), pp. 146-149.

<sup>21</sup> Una descripción de esas transformaciones puede verse en SIERRA ALVAREZ (1990), pp.158-153.

<sup>22</sup> SIERRA ALVAREZ (1990), pp. 253-254; TOMÁS; ESTIVILL (1979), pp. 21-23.

<sup>23</sup> El origen de la OCT hay que buscarlo a finales del siglo XIX, “cuando se empezó a estudiar el hombre como motor psicofisiológico” y temas como la fatiga fueron objeto de investigación en los laboratorios. Los resultados permitieron concebir la posibilidad de construir una Ciencia del trabajo. A ello se añadió el trabajo de los economistas, que condujo a concebir la posibilidad de una Ciencia de los negocios. No obstante, como es bien sabido, fue la labor del ingeniero norteamericano Frederick Winslow Taylor (1856-1915), quien le dio un impulso notable. Sus estudios y ensayos sobre el aumento del rendimiento del trabajo industrial mediante la disposición adecuada de las tareas, y el desarrollo de máquinas -como el martillo pilón-, destinadas también a incrementar el rendimiento, le sirvieron para sentar las bases de una nueva disciplina industrial. La publicación en 1911 de su obra *The principles of Scientific Management* sirvió para que en todo el mundo se empezara a discutir el “sistema Taylor”. Aunque en un primer momento “Organización Científica del Trabajo” fue la forma en se tradujo “a los idiomas neolatinos el término de Taylor y de toda la escuela americana *Scientific Management*”, el término iba a ir adquiriendo un alcance mayor. En 1927, el Instituto Internacional de Organización Científica del Trabajo de Ginebra se refería a la OCT como “la ciencia de las relaciones entre los diferentes factores de la producción, y especialmente entre el hombre y la herramienta”, y señalaba que “su objeto es obtener por medio de una utilización racional de estos factores, un rendimiento óptimo”. De este modo, se ponía de manifiesto la voluntad de sus cultivadores por aumentar el campo de la misma, llevándola, como indicaba un comentarista posterior, al plano de la economía. MALLART (1942), pp. 9-16, 48-49. Una útil aproximación, en la que se aporta una interesante bibliografía a la figura de Taylor y al “*scientific management*”, es la de LAYTON (1975). Sobre la aplicación de sus ideas véase: CORIAT (1993).

<sup>24</sup> Fue en la década de 1910 cuando el desarrollo de la OCT dentro de nuestras fronteras recibió un impulso verdaderamente importante con la traducción en 1914 de obras tan representativas dentro de la evolución de la misma

Sierra Álvarez ha llamado la atención sobre la inconveniencia de considerar las disciplinas industriales como meras “disciplinas de trabajo”. Esta perspectiva, que llevaría a analizarlas únicamente como estrategias destinadas a solucionar los problemas de adecuación productiva del trabajador, no tendría en cuenta que los nuevos métodos de trabajo se hallan relacionados con el contexto sociocultural en que se desarrollan; esto es, que poseen un fuerte condicionamiento histórico<sup>25</sup>. Como ha señalado Gaudemar, la disciplina industrial, al situarse en el centro del lugar en que se fija el proceso de trabajo por el capital, “no es una ni en el tiempo ni en el espacio”, sino que sus formas están sometidas a variaciones<sup>26</sup>. Estos cambios se hallarían relacionados con lo que denomina “ciclos disciplinarios”<sup>27</sup>, cada uno de los cuales vendría caracterizado “por un modelo desde el punto de vista de las formas de disciplina en el proceso de trabajo”<sup>28</sup>. En ese sentido, la OCT sería una disciplina que contribuiría de manera manifiesta a determinar el tercero de los cuatro ciclos que Gaudemar establece para dar cuenta de las diferentes tecnologías de dominación capitalista y de sus aplicaciones en la organización de los modos de producción<sup>29</sup>. Su presencia en España sirve para poner de manifiesto, como apuntábamos arriba, la existencia de un contexto en el que el paternalismo industrial se mostraba incapaz de responder a sus metas.

Y es que la OCT parecía una alternativa adecuada para sustituir al paternalismo industrial a la hora de llevar a cabo el cambio en las relaciones sociales económicas y sociales que, a los ojos de la burguesía, se había hecho necesario debido a dos factores: la incorporación de la moderna maquinaria y los métodos y sistemas productivos más complejos; y la presencia de un proletariado con mayor capacidad organizativa y más combativo. En efecto, para empezar, ese programa suponía, como lo expresaba César de Madariaga -el primer

---

como *The principles of scientific management* (1911) de Frederick W. Taylor (1856-1915), o *Psychology and Industrial Efficiency* (1913) de Hugo Münsterberg (1836-1916). A ello se iban a sumar entre 1915 y 1920 una importante actividad institucional, con la creación del Secretariado de Aprendizaje (1914) y el *Institut d'Orientació Professional* (1917), y el inicio de la aplicación a algunas empresas de las nuevas ideas. Sobre la incorporación a España de la OCT continúa siendo de enorme utilidad el examen de: TOMÁS; ESTIVILL (1979), pp. 27-32; Y SOTO CARMONA (1989), pp. 207-246. Puede examinarse también: HERRERO, CARPINTERO (1999).

<sup>25</sup> SIERRA ALVAREZ (1990), pp. 22, 28-30.

<sup>26</sup> GAUDEMAR (1981a), p. 115. Cfr. CASTILLO MENDOZA (1991), p. 20.

<sup>27</sup> La noción de ciclo disciplinario remitiría al “periodo durante el cual se produciría un acrecentamiento de un ‘índice’ de adecuación (puesta a punto y perfeccionamiento de nuevas formas de disciplina en el marco de un nuevo modo de acumulación), y después una inflexión de este ‘índice’ (cuando comienzan a manifestarse los signos de un nuevo modo de acumulación), hasta revelar una inadecuación total y la necesidad de descubrir otras formas de disciplina”. GAUDEMAR (1981b), p. 249. Cfr. CASTILLO MENDOZA (1991), p. 20.

<sup>28</sup> GAUDEMAR (1981b), p. 258. Cfr. CASTILLO MENDOZA (1991), p. 21.

<sup>29</sup> El primer ciclo vendría caracterizado por un modelo de vigilancia directamente coercitivo, en el que la observación del trabajo del obrero se realizaría en el exterior del desarrollo del mismo y sin incidencia real sobre la forma en que el obrero lleva a cabo su trabajo. En el segundo ciclo, en el que se inscribiría el paternalismo industrial, se trataría de disciplinar el trabajo en la fábrica, pero a través de disciplinar la vida del obrero fuera de ella. El tercero, denominado “de objetivación/interiorización de la disciplina”, vendría dado por el intento de disciplinar el trabajo del obrero a través del instrumento de objetivación del mismo que representarían las máquinas, y de interiorizar en la propia fábrica las condiciones materiales y sociales de la transformación de la fuerza de trabajo en trabajo productivo para facilitar los procesos del capital. El cuarto, llamado “de la contractualización” y “de la democracia industrial”, se caracterizaría por el desarrollo de las disciplinas “contractuales” que se habrían constituido sobre la base de, por un lado, el consenso y la homogeneidad social, y por otro, de un enlace determinado entre los siguientes factores: reconocimiento de la representación sindical; promoción e instrumentación del contrato colectivo de trabajo; y desarrollo del principio de delegación. SIERRA ALVAREZ (1990), pp. 30-31; CASTILLO MENDOZA (1991), pp. 21-22.

Director Técnico del *IRPIT*-, “la disposición de los diferentes factores de la producción, con arreglo a los métodos rigurosamente científicos, que conducen al óptimo rendimiento”<sup>30</sup>. Pero, además de esto, de su capacidad para contribuir a incrementar el rendimiento del trabajador y con ello de la producción, la OCT tenía otro rasgo que lo hacía muy atractivo en ese momento. Me refiero al hecho de que sus propuestas venían apoyadas por el aval que les proporcionaba el situarse bajo la cobertura de algo que resultaba ya un argumento que incrementaba la credibilidad de la bondad de una propuesta: la Ciencia. De este modo, España iba a incorporar un programa de actuación para el manejo de los problemas relacionados con la actividad laboral, y como veremos, con los accidentes del trabajo, que a finales de la segunda década del pasado siglo había sido impulsado, entre otros factores, por la experiencia de la Gran Guerra<sup>31</sup>.

Pero este terrible conflicto bélico, cuyo papel en la construcción de la modernidad ha sido convenientemente puesto de manifiesto<sup>32</sup>, iba a proporcionar también argumentos de otro tipo para quienes deseaban incorporar cambios en la forma de abordar en España el problema de los accidentes del trabajo. Algunos médicos españoles empezaban a dar muestras de querer aprovechar la preocupación por el problema de la siniestralidad laboral, y en general por todo lo relacionado con el mundo del trabajo, para ocupar una posición más relevante en su gestión. En ese sentido, las experiencias y consecuencias de la Primera Guerra Mundial iban a ser incorporadas por ellos a la demanda de una institución como el *IRPIT*. El conflicto bélico, con sus terribles secuelas sobre multitud de jóvenes excombatientes, había hecho crecer la sensibilidad hacia las personas portadoras de discapacidades físicas<sup>33</sup>. Además, se consideraba que la guerra, a pesar de sus horrores, habría al menos servido para que la humanidad se beneficiara de su papel a la hora de alentar las innovaciones médicas, de estimular nuevas terapias, fármacos y técnicas quirúrgicas. Sin entrar ahora a valorar la verosimilitud de este último aserto, que está empezando a ser desafiado por alguna historiografía médica relevante<sup>34</sup>, lo cierto es que la trágica experiencia de la Guerra se utilizó, tal vez habría que decir que se explotó, como un argumento para defender la oportunidad de impulsar en España la creación de un centro para reeducar a las personas con discapacidades derivadas de los accidentes del trabajo.

Y es que conviene moderar el énfasis que puede ponerse en el influjo de la Gran Guerra sobre la puesta en marcha dentro de nuestras fronteras de instituciones que, como el

<sup>30</sup> PALACIOS, G. (1928-1929), p. 58. Madariaga fue Director Técnico del Instituto de Orientación y Selección Profesional y Director General de Comercio. BACHILLER BAEZA (1985), p. 12.

<sup>31</sup> La Primera Guerra Mundial, al provocar la necesidad de incrementar la producción de determinadas industrias, había estimulado en efecto el desarrollo de la OCT y de la Medicina del Trabajo. Véase a este respecto: INESON; THOM (1985), pp. 89-107; y McIVOR (1987). Sobre el desarrollo en el período entreguerras de la OCT véase también: JONES, H. (1985), pp. 223-239.; y WILLSON (1985), pp. 240-257.

<sup>32</sup> COOTER (1993), p. 105.

<sup>33</sup> OLLER (1918), p. 380.

<sup>34</sup> Roger Cooter, sin entrar a “desafiar este mensaje abiertamente positivista, implícitamente militarista, y profundamente simplista” que supondría para él atribuir a la Gran Guerra ese papel, ha mostrado la “falta de pertinencia para interpretar una de los beneficios médicos que se han asumido como más significativos y perdurables de la guerra: la especialización”. Su estudio de la Ortopedia en Gran Bretaña en el tiempo de ese conflicto -COOTER (1993), pp. 105-136- le llevan a afirmar “que la percepción de la especialización como abiertamente beneficiaria de la guerra -comparable, digo, a la industria de la munición- es en el mejor de los casos superficial, y en el peor equivocado”. COOTER (1993), p. 65.

*IRPIT*, estaban destinadas a reducir el impacto de los accidentes del trabajo. Hay que tener presente que, dado que España no participó en la contienda, la sensibilidad hacia las personas con discapacidades físicas no pudo recibir el impulso que suponía en otros países el hecho de contar con un número elevado de veteranos afectados por ellas<sup>35</sup>. Además, centros destinados a la reeducación de inválidos del trabajo estaban operando ya en Europa, incluida España, y Estados Unidos con anterioridad a 1914<sup>36</sup>. De este modo, las alusiones al conflicto bélico que pudieran hacer los médicos deben situarse en la línea de tratar de explotar ese episodio para incrementar sus posibilidades de éxito a la hora de obtener un reconocimiento como portadores de soluciones para el problema de las personas con discapacidades. De ahí que, a la hora de plantear su capacidad para ello, buscaran el objeto de sus actuaciones en un ámbito en el que ya habían conseguido ocupar un papel como expertos: el de los accidentes del trabajo. Como indicaba un futuro facultativo del Instituto, los médicos españoles, carentes de un número de excombatientes capaces de justificar la necesidad de un centro de reeducación de inválidos hubieron de “*descubrir* inválidos donde realizar [la labor de reeducación], y se les encontró prontamente entre las víctimas de los accidentes del trabajo”<sup>37</sup>.

Indudablemente, las tasas elevadas de siniestralidad laboral, con la pérdida consiguiente de fuerza de la mano de obra, permitía justificar la creación de un centro que tuviera como fin recuperar, mejorando además su grado de integración social y sus recursos financieros, a una parte de los obreros lesionados. Pero, la presencia de un gran número de personas sufriendo de algún tipo de discapacidad física a consecuencia de un accidente de trabajo, aunque sin duda fue un apoyo importante para la creación del *IRPIT*, no puede justificar totalmente ni su formación ni el tipo de programa terapéutico que se desarrolló en él para la reeducación de los “inválidos”. Ambas cosas conviene contemplarlas, al igual que ocurre con la propia regulación de los accidentes del trabajo, como una parte del mismo proceso histórico. En ese sentido, parece oportuno ubicar todo ello en un contexto en el que la necesidad de incrementar la producción para mejorar la economía, el miedo a la expansión de la revolución bolchevique o la necesidad de reducir la conflictividad laboral formaban parte de la preocupación política. De hecho, el *IRPIT* se llegó a presentar años después de su creación como uno de los factores que había contribuido a generar entre los obreros el sentimiento de que “habían llegado al límite de las concesiones que podían lograr por la fuerza”<sup>38</sup>. Y es que ese centro se iba a crear con una intención que iba más allá de mejorar las posibilidades del tratamiento médico y la recuperación funcional de las personas con dis-

<sup>35</sup> De hecho, como ha mostrado Porras, incluso en esos países existían dificultades para ello. En Francia, se rechazó en 1923 una propuesta de ley, por lo que no se pudo llegar a promulgar una norma que permitiera aplicar a los mutilados del trabajo y a los inválidos civiles las actuaciones que, con vistas a la reeducación profesional de los veteranos, se pusieron en marcha. PORRAS (1994), pp. 525. Conviene recordar ahora que en España, sin embargo, la *Ley de Accidentes del Trabajo* de 1922 ordenaba la creación de un centro como el Instituto Nacional de Inválidos del Trabajo. Por su parte, Cooter ha señalado el diferente comportamiento en la década de los años veinte frente a la Medicina del trabajo que se puede encontrar entre Estados Unidos y Gran Bretaña. COOTER (1993), p. 139-151.

<sup>36</sup> Véase al respecto: VITORIA, M. (1974-75), p. 571; OLLER (1923), p.2; OLLER (1924a), p. 128.

<sup>37</sup> BASTOS, M. (1935), p. 211.

<sup>38</sup> Mallart señalaba también como factores que habrían contribuido a ello a: la instauración de la jornada de ocho horas; la existencia de unos salarios que no serían inferiores a la media de los países europeos; a

capacidades. Como comentaba uno de los miembros del Patronato que habría de regir su creación, y que había sido nombrado por la Real Academia de Medicina<sup>39</sup>, las razones para su implantación habrían sido: evitar la caridad; disminuir el “quebranto” que producirían las discapacidades en la base de la riqueza pública; acortar los períodos de invalidez; mejorar las posibilidades de reinserción laboral; luchar contra la inmoralidad compañías seguros; y recuperar inválidos “para” el Trabajo<sup>40</sup>.

El modelo que se iba a poner en marcha en el *IRPIT* para contribuir a solucionar el problema de las personas con discapacidades físicas derivadas de un accidente del trabajo se inscribía, por tanto, en un programa más amplio: el que tenía que ver con la adaptación de España a las nuevas condiciones que la coyuntura política y económica y social del momento exigía. En ese sentido, cuestiones como el mantenimiento del orden social, la mejora de la economía, la adecuación de la actividad industrial a las nuevas condiciones de la producción y de equilibrio de fuerzas entre patronos y obreros, la necesidad de continuar impulsando políticas de protección social que superaran el viejo esquema de la caridad, o la tendencia cada vez mayor a valorar lo que la actividad científica puede ofrecer para solucionar los problemas del Estado, deben figurar en primer plano cuando se trata de señalar los factores que sirvieron para generar dentro de nuestras fronteras una opinión favorable a la creación de un centro de esas características.

A este conjunto de elementos habría que añadir otro de carácter profesional. Aunque la *LAT-1900* había abierto un espacio importante para la intervención de la Medicina en un lugar tan relevante como el de la actividad laboral, la creación de un centro como el *IRPIT* podía hacer mucho por mejorar el grado de influencia y el protagonismo de los médicos en un ámbito de tanta relevancia política, económica y social como éste. Además, esa ley tampoco había cumplido el pronóstico que, como vimos al comienzo de este trabajo, se hacía acerca de su capacidad para contribuir a crear una nueva especialidad: la de la Medicina del Trabajo. En ese sentido, creo que no puede hablarse en ese momento de la existencia de un grupo de médicos significativo que estuviera dedicándose de forma específica a esa disciplina y que fuera capaz de ejercer presión para obtener el reconocimiento de su actividad como una especialidad. No obstante, lo que sí parece probable es que la idea estuviera presente entre quienes se mostraron más activos en la demanda de ese centro. Me refiero, de manera muy concreta, a quien había de ser el primer Director Médico del *IRPIT*: Antonio Oller<sup>41</sup>.

En cualquier caso, lo que es seguro es que esa institución fue contemplada enseguida como el lugar en el que la Medicina del Trabajo española había tenido su origen<sup>42</sup>. Como

los tribunales industriales; a las leyes de protección en materias de accidentes del trabajo y del trabajo a domicilio; y las instituciones de previsión y de seguros, como el Instituto Nacional de Previsión. MALLART, J. (1928-29), p. 39-40.

<sup>39</sup> DECRET (1924), p. 414.

<sup>40</sup> DECRET (1924). Este autor hacía hincapié en que “yo siempre digo Instituto de Reeducación de inútiles *para* el trabajo en vez *del* trabajo. Ello se debería a que “el Patronato por iniciativa nuestra pretende que con el tiempo así sea, es decir, que esa Institución amplie su benéfica acción a toda clase de inútiles”. DECRET (1924), p. 445.

<sup>41</sup> Antonio Oller ha sido reconocido como el creador de la Medicina del Trabajo en España. Una aproximación a su biografía y labor científica puede examinarse en: BACHILLER BAEZA (1984).

<sup>42</sup> En el prólogo a una publicación de 1929 coordinada por Oller se podía leer lo siguiente: “La experiencia de los colegas que colaboran con el doctor OLLER es grande en el terreno de su *especialidad* (...), y así es de alabar

veremos a continuación buena parte de esa opinión se debió al tipo de “tecnología médica” que se iba a poner allí en marcha para abordar el problema de las discapacidades relacionadas con el trabajo.

### 3. LOS CONTENIDOS DEL PROGRAMA

Como indicamos arriba, por Real Decreto de 4 de marzo de 1922 se creó el *IRPIT*, al que se le iban a encomendar las funciones de: readaptación funcional de aquellos obreros que la hubieran perdido a consecuencia de un accidente laboral, su reeducación profesional, y la tutela social de los mismos una vez que hubieran sido reeducados. En el Decreto se indicaba también el modo en que se debía organizar el Instituto. Había de contar con: una “clínica de readaptación funcional”, que habría de poseer los “elementos terapéuticos y quirúrgicos” necesarios para cumplir su misión y que tendría anejo “un servicio de ortopedia y prótesis”; una serie de talleres para llevar a cabo la reeducación profesional de los obreros con discapacidades; y, “cuantos medios estuvieran a su alcance” para gestionar y facilitar la colocación de los obreros reeducados<sup>43</sup>. Por todo ello, el centro fue dividido en tres secciones: médica, cuyo primer director fue Oller; técnica dirigida en primera instancia por el ingeniero César de Madariaga; y administrativa, cuyo primer director fue Manuel García de los Ríos<sup>44</sup>.

De este modo, cuando el *IRPIT* se inauguró oficialmente en junio de 1924<sup>45</sup>, el proceso que iban a seguir los obreros con discapacidades que allí ingresaban para su reeducación iba estar en relación con esa división del mismo. Una vez admitidos, se procedía sucesivamente a realizar su examen médico y todas las intervenciones quirúrgicas, médicas y fisioterapéuticas requeridas para su readaptación en los quirófanos, laboratorios y sala de mecanoterapia, electroterapia y masaje del propio Instituto. Tras esta tarea, o en simultáneo con ella, el paciente pasaba a la sección técnica, donde se trataba de establecer la ocupación a la que se podía dedicar, a convencerle de la necesidad de formarse en ella, a enseñarle el nuevo oficio y a proporcionarle trabajo. Por fin, el paciente era objeto de un seguimiento por

---

la orientación y la afición hacia esta clase de estudios, tan poco cultivado entre nosotros, hasta el punto de poder afirmar que la especialidad anuncia su vida como el recién nacido con sus primeros vagidos. Pero esta primera criatura viene al mundo con fortaleza y ansias de vivir, ya que sus padres naturales son médicos y técnicos de gran competencia. Ha nacido, además, en un ambiente favorable, en la magnífica mansión del Instituto de Reeducción de Inválidos del Trabajo”. GOYANES (1929), p.XIV. El subrayado es mío.

<sup>43</sup> ANÓNIMO (1932), p. 52.

<sup>44</sup> PALACIOS (1990), pp. 9-10.

<sup>45</sup> En 1925 “se completaron las instalaciones, funcionando ya normalmente”. Eso implicó que el centro iba a contar con: dos consultas médicas, una de cirugía restauradora y ortopédica y otra “de enfermedades de la vista”; un gabinete de radiografía y radioscopia; un espacio para la “aplicación de yesos”; una sala de “operaciones quirúrgicas”; un servicio de Fisioterapia; un servicio de orientación profesional y de acción cultural y social; “cursos de cultura general para invalidos”; cursos “de formación profesional(reeducación) para inválidos”; talleres para la enseñanza práctica de mecánica general, electricidad, carpintería, ebanistería, zapatería, talabartería, talla en madera, repujado de cueros, dibujo aplicado a las artes industriales, oficina técnica, oficina administrativa y administración industrial, todos ellos “organizados industrialmente”; una biblioteca especializada; una sala de lectura para los alumnos; cinemateca; publicaciones y propaganda. ANÓNIMO (1932), pp. 53-55.

parte de la sección administrativa, que ejercía la tutela de los obreros reeducados para procurar el mejor grado posible de reinserción social y el mantenimiento de su relación con el Instituto<sup>46</sup>. A la vista de lo anterior, se pone de relieve la presencia de dos rasgos destacados en el modelo de abordaje del programa que se impulsaba desde el *IRPIT* para llevar a cabo su misión de conseguir la reeducación de los inválidos del trabajo: el de su fuerte medicalización, y el de la influencia en él de la OCT. Hay que tener presente que un ingrediente fundamental de esta última era la selección e instrucción del trabajador, de cuya confluencia iba a surgir la orientación profesional<sup>47</sup>.

Esas características, se muestran con mayor evidencia si consideramos más en detalle las tecnologías que se aplicaron en el *IRPIT* para combatir el problema de la siniestralidad laboral. Y es que, más allá de esa base de funcionamiento expuesta arriba, el Instituto debía desplegar una actividad que no se limitaba a la reparación del daño corporal de las víctimas de los accidentes, a su rehabilitación y a su reeducación profesional posterior. En conformidad con lo dispuesto en el artículo 16 del Decreto de su creación, el centro debía realizar, “paralelamente a los servicios médicos y reeducativos, una intensa labor científica”<sup>48</sup>. Para ello, sus integrantes se aprovecharon de que las “exploraciones fisiológicas y psicotécnicas de la Sección de Orientación Profesional” proporcionaban “materiales valiosos” con vistas a elaborar “normas utilizables en disciplinas tan interesantes como la *organización científica del trabajo* (especialmente en lo que se refiere a distribución de los individuos por las diversas actividades, según sus respectivas aptitudes, y a preparación de medidas preventivas del accidente y de la enfermedad profesional), *cirugía restauradora y ortopedia*”<sup>49</sup>. La intención era la de procurar

*“contribuir a la resolución de varios problemas de aplicación, para los cuales el Instituto contaba con elementos difíciles de encontrar en otro sitio, y que eran de gran interés científico y social, especialmente a las aptitudes para el trabajo, a la educabilidad, a la prevención psicotécnica y educativa contra el accidente, etc.”*<sup>50</sup>

Así, pues, la voluntad del personal del *IRPIT*, no se limitaba a restablecer y recuperar para la actividad laboral a los obreros con discapacidades<sup>51</sup>. Estaban también implicados en una tarea de alcance mayor: la de generar doctrina, la de establecer “normas” destinadas a ser aplicadas en el ámbito de la actividad laboral y de la Medicina. Mostraban a sí su interés por aprovechar la oportunidad que el centro les brindaba para constituirse en un punto obligado de referencia a la hora de abordar las diferentes cuestiones relacionadas con la distribución del personal y el aumento de su rendimiento en la vida laboral e industrial, y con

<sup>46</sup> OLLER (1924a), p. 135-137; OLLER (1923), pp. 188-191.

<sup>47</sup> La primera OCT empleaba cuatro medios fundamentales para conseguir el mejor rendimiento del “motor humano”: la perfección de la herramienta; la habilidad y el buen uso de la misma; la selección y la instrucción de los obreros. La consecuencia fue que desde la OCT se iban a alentar los programas educativos para los obreros, la formación profesional y las prácticas de selección profesional. De la confluencia de estas dos últimas surgió a mediados de la década de 1910, la orientación profesional. MEDINA, RODRÍGUEZ OCAÑA (1992), pp. 460-462.

<sup>48</sup> ANÓNIMO (1932), p. 75.

<sup>49</sup> ANÓNIMO (1932), p. 75-76. El subrayado es mío.

<sup>50</sup> ANÓNIMO (1932), p. 76.

<sup>51</sup> De hecho, el Instituto también admitía en él, cuando las plazas disponibles no eran cubiertas por los accidentados del trabajo, de personas con discapacidades derivadas de malformaciones congénitas o secuelas de enfermedades. PALACIOS (1990), p. 10.

los aspectos médicos del mundo del trabajo. En ese sentido, el modelo de abordaje para la solución del problema de la siniestralidad laboral que implementaron desplegó una compleja “tecnología médica”, cuyos elementos constitutivos estuvieron condicionados, como trataré de mostrar a continuación, por esa preocupación. Para exponerlos, los dividiré en tres grandes grupos: preventivos, reeducativos y relativos a la organización profesional.

### 3.1. Preventivos

Como he puesto de relieve en otros trabajos, la tecnología preventiva que se impulsó desde el *IRPIT* estuvo condicionada por la visión que, quienes la impulsaron desde él, tenían acerca de las causas de los mismos<sup>52</sup>. Aunque reconocían un cierto papel etiológico - un porcentaje del 25%- a las “medidas técnicas” de prevención, esto es, a las condiciones de seguridad de los locales industriales, a las instalaciones mecánicas y a la forma de efectuar algunas operaciones del trabajo, sostenían la idea de que la causa fundamental había que buscarla en el “factor humano”. En este sentido hacían hincapié en la idea de que la inadaptable individual del obrero a un determinado ambiente laboral representaba una causa fundamental. Las razones de ella eran variadas, yendo desde la ausencia de una constitución adecuada, la insuficiente alimentación, o la existencia de enfermedades, hasta unas condiciones psíquicas poco propicias para el trabajo que se ha de desempeñar. De este modo, en el *IRPIT* se iba a producir un desplazamiento desde la ingeniería hacia la Medicina y la Psicología a la hora de plantear medidas de prevención. En ese sentido, la fatiga iba a ser un tema objeto de estudio e investigación en el Instituto<sup>53</sup>, pero mucho más lo iba a ser el de los métodos psicopedagógicos.

En efecto, sosteniendo el valor de “convencer a los interesados en la posibilidad y la necesidad de evitar los accidentes del trabajo, y de incitarlos después a adoptar una actitud conforme a esta convicción”<sup>54</sup>, se fomentaron una serie de medidas muy en la línea de la OCT, como, por ejemplo: el uso de carteles de prevención, sobre los que se investigó y se llegaron a elaborar algunos en el Instituto; la educación del obrero para incrementar su sentido de la responsabilidad, de la prudencia y de la previsión; la puesta en marcha de comités de seguridad, concursos de seguridad y semanas de prevención de accidentes; y la enseñanza de la seguridad desde la escuela primaria. Pero, dado que estas medidas iban dirigidas a los obreros “en colectividad”, se hacía necesario también no “olvidar al hombre que existe en cada obrero, con su psiquismo propio, con sus actitudes especiales, y desgraciadamente, a veces, con su predisposición constitucional para el accidente”<sup>55</sup>. Esta es la razón por la que se consideraba imprescindible el desarrollo, como se hizo en el propio Instituto, de dos disciplinas muy afines a la OCT: la orientación y la selección profesionales<sup>56</sup>.

<sup>52</sup> MARTÍNEZ-PÉREZ, (1994); (1997); (2001).

<sup>53</sup> MARTÍNEZ-PÉREZ, (1998).

<sup>54</sup> RODRIGO, (1929), p. 397. Este trabajo, realizado por una psico-pedagoga del *IRPIT*, es un buen resumen de los puntos de vista del Instituto sobre el modo de prevenir la siniestralidad laboral.

<sup>55</sup> RODRIGO, (1929), p. 412.

<sup>56</sup> Muy tempranamente fue ya indicado por OLLER (1924b). Véase también: MARTÍNEZ-PÉREZ (1994); MARTÍNEZ-PÉREZ (2001).

### 3.2. Estrategias reeducativas

Para sistematizar la exposición de las estrategias reeducativas que se pusieron en marcha en el *IRPIT* he optado por distinguir entre aquellas destinadas a efectuar el diagnóstico, y las más específicamente dirigidas a la reeducación. Las **relacionadas con el diagnóstico** se pueden subdividir en las que tenían que ver con el diagnóstico clínico<sup>57</sup>, y las que lo tenían con el médico-legal. Unas y otras compartían instrumentos técnicos y aparatos -la radioscopía, por ejemplo-, pero los fines de las segundas no tenían que ver con la asistencia facultativa, sino con el asesoramiento a la Justicia. De ellas dependía una cuestión tan delicada y crítica para el futuro del obrero como era la del alcance de su incapacidad. Se sostenía, por esto, que el diagnóstico médico-legal había de servir también para establecer una serie de cuestiones que se podían plantear ante los tribunales: si la relación entre el accidente y el efecto del mismo era proporcionada; cuál era el estado anterior del paciente, para saber si pudo tener que ver algo en la producción del accidente o si la lesión ya estaba con anterioridad; y descartar la existencia de simulación<sup>58</sup>.

El **tratamiento reeducativo** propiamente dicho pasaba, en primer lugar por un abordaje estrictamente médico de los accidentados. La Cirugía se convertía aquí, con la Traumatología en primera fila, en la primera protagonista del tratamiento. Se buscaba, siempre que fuera posible, practicar una cirugía "restauradora", por lo que se implementaron técnicas encaminadas por tanto a reconstruir los tejidos y órganos dañados para devolver al accidentado las funciones que hubiera podido perder. De este modo, la práctica quirúrgica se incorporaba a la readaptación<sup>59</sup>. En ella se desplegaba una amplia tecnología que, además de la Cirugía, incluía la Medicina, la Fisioterapia y la Ortopedia. Ocupaba ésta un lugar destacado dentro del *IRPIT*, que contaba con un taller de prótesis en el que se diseñaron, construyeron y pusieron a punto diversos modelos de las mismas<sup>60</sup>.

Peró la readaptación implicaba también la labor de establecer qué nuevo oficio podría desempeñar el trabajador con una discapacidad, convencerle de la oportunidad de que lo aprendiera, y enseñárselo. Entraban entonces en juego disciplinas tan caras a la OCT como la Psicotecnia, la Orientación profesional y la Formación profesional<sup>61</sup>, a las que el *IRPIT* contribuyó a dar un impulso notable<sup>62</sup>.

Un último aspecto de la estrategia terapéutica lo constituía la readaptación a la vida económica y social. Como cabía esperar, desde el Instituto se llamaba la atención sobre que

<sup>57</sup> Los principales problemas clínicos a los que, a tenor del libro colectivo que publicaron, prestaron atención fueron los siguientes: la tuberculosis osteoarticular; los tumores; la sífilis; los resultados de los accidentes eléctricos; el lumbago; la hernia; las fracturas; las afecciones pulmonares de origen traumático; las afecciones pleurales y cardiovasculares de origen traumático; las afecciones del aparato digestivo producidas por los accidentes; los traumatismos craneales, medulares y de los nervios periféricos; y las lesiones de los aparatos visual y auditivo. OLLER *et al.* (1929)

<sup>58</sup> OLLER (1929a); OLLER, GERMAIN (1929); MELIÁN, OLLER (1929b).

<sup>59</sup> Sobre el uso de los términos "cirugía restauradora" y readaptación puede verse: OLLER (1929f); y OLLER, (1934), p.85.

<sup>60</sup> OLLER (1929e), p. 374; OLLER (1934), p. 90.

<sup>61</sup> Sobre la forma en que se llevaba a cabo la orientación profesional en el *IRPIT* puede verse: OLLER (1924b), pp. 155-168.

<sup>62</sup> Véase en este sentido: MALLART (1932); MALLART (1930-1931); MALLART (1933a); MALLART (1933b); MALLART (1974).

el problema de las personas con discapacidades debidas a un accidente del trabajo no quedaba “resuelto dando a los inválidos en masa un auxilio económico para que puedan pasar los días de su vida sin grandes privaciones”, ya que esto sería “una solución gravosa” y los reduciría “a una situación meramente pasiva que les retrae constantemente la consideración de su incapacidad productora y les niega el placer de contribuir con su óbolo de trabajo al bienestar colectivo”<sup>63</sup>. Por ello se proponía desde el Instituto, y se procuraba desde su Sección Administrativa, fomentar y conseguir su reincorporación a la vida laboral. En ese sentido, se llamaba la atención sobre la necesidad de luchar contra el prejuicio de que un individuo “víctima de invalidez de alguna importancia está reducido forzosamente a no poder trabajar”, y de hacer una labor cultural en ese sentido<sup>64</sup>. Un obstáculo para esa tarea lo representaba “el paro forzoso en muchas ramas de trabajo”, lo que dificultaría la aceptación de los reeducados por parte de los patronos. Para vencerlo, nuevamente la Orientación profesional desempeñaba un papel clave al dirigir a los reeducados hacia los trabajos que estuvieran más carentes de trabajadores, hacia aquellas ramas de actividad que no estuvieran en crisis, y hacia las ocupaciones que se desenvuelven en el campo con vistas a fomentar colonias de carácter agrícola<sup>65</sup>. Naturalmente, se reclamaba para toda esa tarea medidas de carácter social, que habían de contar con el apoyo de la legislación. Desgraciadamente, como veremos después, *la Ley de accidentes de trabajo de 1932*, que habría de sustituir a la *LAT-1922*, no se mostró especialmente favorable para estimular esa línea de actuación.

### 3.3. Cambios en la organización de la profesión

El despliegue de esta tecnología requería desde luego cambios en la organización de la profesión. El *IRPIT* se configuró como un centro en el que un grupo de profesionales podían dedicar todas sus energías al estudio y tratamiento de los problemas relacionados con la siniestralidad laboral. Esto sirvió para que el Instituto, como indicamos arriba, fuera pronto identificado por sus contemporáneos, y la historiografía se ha mostrado de acuerdo con ello, como uno de los lugares que más contribuyeron a fraguar en España, tanto la institucionalización de la Psicotecnia<sup>66</sup>, como la constitución de la Medicina del Trabajo como una especialidad<sup>67</sup>. En su marco se desarrolló una actividad asistencial, investigadora, formativa y divulgadora relacionada con esta última disciplina que iba a servir, en efecto, para ampliar significativamente sus contenidos<sup>68</sup>, y para fomentar en España el interés entre los

<sup>63</sup> MALLART (1929), p. 417.

<sup>64</sup> MALLART (1929), p. 418.

<sup>65</sup> MALLART (1929), p. 430-431.

<sup>66</sup> ENCINAS, ROSA (1990), pp. 84-87. MARTINEZ-PÉREZ (1993), pp. 150-152.

<sup>67</sup> Véase en este sentido: BACHILLER BAEZA (1985); MENÉNDEZ-NAVARRO, RODRÍGUEZ-OCAÑA, E. (2003).

<sup>68</sup> La forma en que Oller se refería a ellos en 1934 mostraba que se trataba de desbordar los límites de las labores que caracterizaban hasta entonces a la actuación de los médicos en relación con los accidentes del trabajo: la asistencia médica al accidentado, y el asesoramiento médico-legal. Para él, la “extensión” de la “nueva ciencia” sería “muy grande”, pues abarcaría “todas las disciplinas que se estudian en la carrera de Medicina, otras pertenecientes a la pedagogía, la legislación, ingeniería, etc.; a más de ciertas materias que, por ser de muy

médicos por la misma, facilitando así la constitución de un grupo de profesionales con un sentimiento de identidad suficiente como para constituir ya en 1934 la Sociedad Española de Medicina del Trabajo<sup>69</sup>.

De este modo, la tecnología médica que acabamos de mostrar contó pronto con un significativo grupo de cultivadores para asentarse en España. Con ella lo iba a hacer también un modo de enfocar el problema de las discapacidades que iba a tener consecuencias, no siempre favorables como veremos a continuación, para los afectados.

#### 4. CONSECUENCIAS DEL PROGRAMA PARA LOS AFECTADOS

En 1932, en el marco de un “balance general” de la labor del Instituto hasta ese fecha, se decía que había servido para transformar las ideas sobre “las capacidades del inválido”<sup>70</sup>. No estamos en este momento en condiciones de estimar el verdadero alcance de esa contribución del *IRPIT* en la transformación de las actitudes sociales hacia las personas con discapacidades. No obstante, es factible que esa afirmación no faltara a la verdad. Como se dijo poco más tarde, “el principio de la reeducación” habría “triunfado plenamente” en la década de los veinte, sirviendo para devolver a las personas discapacitadas “su condición de ciudadano útil” y “liberándolo” así “de la de parásito ocioso”<sup>71</sup>. En este sentido, y dado que Instituto era tenido por responsable durante ese tiempo de que “*reeducación profesional*” fuera el “equivalente en España de la palabra reeducación”<sup>72</sup>, el papel del Instituto como alentador de cambios en los estereotipos sociales sobre las personas discapacitadas debe de haber sido, en efecto, significativo.

No obstante, conviene matizar un tanto el énfasis que puede ponerse sobre esa función del *IRPIT*. Es cierto que desde este centro se impulsaba la idea de que las personas con discapacidades podían ser recuperadas para la vida laboral; esto es, que una condición tan valiosa como la capacidad de trabajar podía estar conservada en personas que eran contempladas como “inválidas” para ella. Pero eso no quiere decir que ese cambio en el modo de interpretar lo que suponía padecer una deficiencia anatómica o funcional se tradujese automáticamente en una valoración más favorable de las personas portadoras de discapacidades. Es más, en cierto sentido podía operar de forma negativa.

Hay que tener en cuenta que la crisis de 1929 provocó en los obreros reeducados el problema de tener que buscar empleo en un mercado en el que había excedentes de mano de

---

reciente adquisición, no han hallado aún su casillero definitivo”. De ahí que, su enseñanza debía abarcar “como mínimo” las siguientes materias: Fisiología del trabajo, Orientación profesional, Organización científica, Higiene, Enfermedades profesionales, Accidentes del trabajo, Medicina legal del accidente y de la enfermedad del trabajo, Legislación, Seguros, Museos, Inspección del trabajo. OLLER (1934), pp. 26-27.

<sup>69</sup> En el momento de su constitución contaba con 81 socios, entre “corresponsales” y “de número”. *Cfr.* BACHILLER BAEZA (1985), pp. 86-89.

<sup>70</sup> ANÓNIMO (1932), p.85.

<sup>71</sup> Quien así se expresaba en 1935 en el marco de la Real Academia de Medicina era Manuel Bastos, quien, según indicaba, se había incorporado al Instituto en 1933; esto es, después de las reformas en que se produjeron en él con motivo, como veremos a continuación, de la Ley de Accidentes del trabajo de 1932. BASTOS (1935), p. 210.

<sup>72</sup> BASTOS (1935), p. 212.

obra. En esas circunstancias, las preferencias de los empresarios se dirigían a escoger a los obreros “sanos”. De este modo, las víctimas de los accidentes del trabajo habrían empezado a desilusionarse frente a la rentabilidad que les podía suponer realizar el esfuerzo de la reeducación. Además, la nueva *Ley de Accidentes de Trabajo de 1932* (*LAT-1932*, en adelante), que se promulgó entre otras cosas para combatir el malestar creado entre los obreros, estableció un sistema de pensiones vitalicias, reconociendo así en cierto modo las limitaciones de la propuesta del Instituto para conseguir el objetivo de reinsertar a los reeducados en el mercado laboral y contribuir así a mejorar su bienestar económico y social<sup>73</sup>. Esto habría hecho muy poco a favor del interés de los obreros que padecían una discapacidad por intentar reeducarse y volver a trabajar. El problema es que esa actitud les exponía ahora, cuando la sociedad sabía que podían ser capaces de volver a contribuir al crecimiento económico del país con su reincorporación a la actividad laboral, a recibir adjetivos como los que se les dedicaban en la etapa anterior a la puesta en marcha de la reeducación. De hecho, en 1935, en una sesión de la Real Academia dedicada a analizar este problema a través de la experiencia del Instituto, se afirmó que “el inválido” no tendría inclinación “a volver a su trabajo anterior, aunque se le reeduce y ponga en excelentes condiciones de trabajar”; es más, se indicaba que “la tendencia del inválido” sería la de no querer trabajar<sup>74</sup>.

Como hemos comentado en otro trabajo<sup>75</sup>, la crisis de 1929 y la *LAT-1932* representaron para el *IRPIT* serios reveses. Un miembro del mismo indicaba para explicar las razones de su transformación que “toda la labor del Instituto caía por su base si los que de él salían (...) no encontraban empleo para sus nuevas aptitudes”, y se preguntaba además lo siguiente: “sin poder encontrar colocación ¿de qué servía reeducar a los inválidos?”<sup>76</sup>. De este modo, tras una breve etapa en que su denominación pasó a ser la de Instituto de Reeducación Profesional (1930-33), se convirtió, al reconocerse su incapacidad para cumplir el objetivo fundamental por el que se creó el *IRPIT* de reeducar a los inválidos del trabajo, en Instituto Nacional de Reeducación (1933-1986)<sup>77</sup>. Pero a pesar de este cambio, no sólo no se perdió un rasgo característico del programa de reeducación del *IRPIT*, como era el de su fuerte medicalización, sino que, sobre todo a base de fomentar el tratamiento médico-quirúrgico<sup>78</sup>, se iba a incrementar<sup>79</sup>. Esto iba a servir para que dicho programa, con su

<sup>73</sup> BASTOS (1935), pp. 214, y 212.

<sup>74</sup> VV.AA. (1935), p. 235.

<sup>75</sup> MARTÍNEZ-PÉREZ, PORRAS-GALLO (2006).

<sup>76</sup> BASTOS (1935), p. 212.

<sup>77</sup> PALACIOS (1990), P. 16-18. Un médico de esa nueva institución afirmaba que “el Estado, que no podía dejar atrofiarse en el desuso tan benemérita institución [-se refería la *IRPIT*-] descubrió un nuevo tipo de inválidos y dedicó aquella casa a su asistencia. Estos inválidos son las víctimas de enfermedades, defectos congénitos o accidentes no producidos en el trabajo ni en la guerra: los lisiados, baldados, paralíticos, tullidos, deformes por consecuencia de males o de anomalías orgánicas”. BASTOS (1935), p. 214.

<sup>78</sup> Se señaló muy pronto que debido a que “lo que los inválidos demandan casi siempre es ser curados”, la “tradicción de la casa en el sentido pedagógico de la palabra reeducación se ha perdido casi completamente”. BASTOS (1935), p. 219. La relevancia del tratamiento médico-quirúrgico, y en concreto de la Traumatología y Ortopedia, para fortalecer el componente medicalizador de este programa ha sido señalada en: MARTÍNEZ-PÉREZ (2006).

<sup>79</sup> De hecho, se abrió en el Instituto Nacional de Reeducación de Inválidos la etapa que se ha denominado “Médico-Rehabilitadora”, que se vio continuada por otra “Médica”. Posteriormente el aspecto educativo se habría hecho progresivamente más presente, siendo su etapa final la “Docente-Rehabilitadora”. PALACIOS (1990), p. 19.

fuerte desplazamiento hacia el “factor humano” como clave para resolver el problema de “reeducar a los inválidos”, pueda ser interpretado como uno de los principales impulsores de algo que habría contribuido de forma significativa a construir para las personas afectadas una identidad social, con lo que ella conlleva de estigmatizadora, de “inválidos” o de “discapacitados”. Me refiero a lo que se ha denominado “modelo médico” o “individual” de la discapacidad<sup>80</sup>. Esta denominación fue propuesta por los activistas en pro de los derechos de las personas con discapacidades para contrastarlo con el “modelo social”. Este último tipo de aproximación no niega el significado de la deficiencia física en la vida de las personas discapacitadas, pero, a diferencia del “modelo médico”, concentra su atención sobre las numerosas barreras -económicas, sociales, culturales...- que se han construido en torno a ellas. Desde esta perspectiva, se estima por tanto que la “discapacidad” no sería “un producto de defectos individuales, sino que es socialmente creada”, y que las “explicaciones de su carácter cambiante” se encontrarían en “la organización y la estructura de la sociedad”. De este modo, “más que identificar la discapacidad como una limitación individual”, el modelo social considera “la sociedad como el problema, y contempla a los cambios políticos y culturales” como la vía fundamental para generar soluciones<sup>81</sup>.

## 5. CONCLUSIONES

A lo largo de este trabajo hemos tratado de poner de manifiesto cómo la tecnología médica para el abordaje de las discapacidades físicas que se desarrolló en el *IRPIT* estuvo ligada a unas circunstancias históricas que determinaron que, tanto la Medicina, como la OCT, cobraran un protagonismo manifiesto en ella. Este hecho permitió que desde ese centro se alentara el desarrollo de la Medicina y la Psicología del Trabajo dentro de nuestras fronteras. Dicha tecnología parece haber servido también para estimular un cambio en el estereotipo social de las personas con discapacidades, en el sentido de propiciar que dejaran de ser contempladas como “parásitos ociosos” o “inútiles” y pasaran a serlo como personas capaces de reincorporarse a la actividad laboral.

No obstante, su capacidad de producir esto último se vio limitada por varios factores. En primer lugar por fomentar la constitución de un “modelo individual” de discapacidad. Al hacer hincapié, sobre la relación entre el “factor humano” y la “invalidez”, al promover una visión de ésta en que la deficiencia funcional del individuo resultaba la pieza clave sobre la que operar para su reconducción a la actividad laboral, seguía proyectando una imagen de los “inválidos del trabajo” como personas que requieren cuidados y atención y que son dependientes de otras.

<sup>80</sup> El rasgo característico del mismo sería su focalización “hacia la ‘anormalidad’ corporal, desorden o deficiencia, y el modo en que esto ‘causa’ algún grado de ‘discapacidad o limitación funcional’”. Esta “incapacidad” funcional se usaría dentro del modelo como la base para una clasificación más amplia de los individuos como un “inválidos”. Así, una vez que han sido categorizados de este modo, la “discapacidad” llega a ser su característica diferencial y su incapacidad se generalizaría. Este modelo constituye de esta forma la base para una aproximación como “tragedia personal”, donde el individuo es mirado como una víctima, y como alguien que está necesitado de “cuidado y atención, y que es dependiente de otros”. Es decir, la perspectiva que ha sido el corazón de las políticas sociales de bienestar social que se han designado para ayudar a las personas a hacer frente a sus “discapacidades”. BARNES, MERCER, SHAKESPEARE (2002), pp. 20-27.

<sup>81</sup> BARNES, OLIVER, BARTON (2002), p. 5.

Por si fuera poco, la crisis de 1929 y la *LAT-1932* operaron también como factores que ponían de relieve las limitaciones que el programa del *IRPIT* mostraba para alcanzar su objetivo fundamental de conseguir que, una vez reeducadas, las personas discapacitadas pudieran integrarse en un puesto de trabajo. Ambos acontecimientos, actuaron en efecto negativamente a la hora de fomentar en el obrero accidentado la percepción de que el esfuerzo que conllevaba alcanzar la reeducación profesional le resultaba rentable. El problema era que esta falta de estímulo hacia la reeducación se podía interpretar ahora, cuando el *IRPIT* había mostrado que las personas con discapacidades eran capaces de volver al trabajo, como un inconveniente para cambiar determinados estigmas que formaban parte del estereotipo social anterior. En un momento en que la sociedad conocía que una persona con una discapacidad no debe ser contemplada como alguien “inútil” para el trabajo, se corría el riesgo de que su desánimo ante la reeducación no fuera contemplado meramente como el resultado de una crisis económica. Se abría la posibilidad de que su actitud fuera interpretada como una ausencia de deseo por contribuir al esfuerzo productivo colectivo, y/o de la presencia de un interés por aprovecharse de su deficiencia funcional para vivir sin trabajar.

De este modo, el estudio de la tecnología médica que se puso en marcha en el *IRPIT* sugiere que, como sostiene el “modelo social” de discapacidades, las explicaciones acerca de los cambios en el modo de entenderlas han de ser buscadas más en la organización y en las estructuras de la sociedad, que en el resultado de defectos individuales.

## BIBLIOGRAFÍA

- ANÓNIMO (1932), “El Instituto de Reeducación Profesional y sus actividades”, *Medicina del Trabajo e Higiene Industrial*, 3, 51-85.
- BACHILLER BAEZA, A. (1984), *Historia de la medicina del trabajo en España. La obra científica del prof. Antonio Oller Martínez*, Valladolid: Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Valladolid.
- BACHILLER BAEZA, A. (1985), *La Medicina Social en España (El Instituto de Reeducación y la Clínica del Trabajo 1922-1937)*, Valladolid, Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Valladolid.
- BARNES, C.; MERCER, G. SHAKESPEARE, T. (2002), *Exploring Disability. A Social Introduction* (Reimpresión de la primera edición, 1999), Cambridge: Polity Press.
- BARNES, C.; OLIVER, M.; BARTON, L. (2002), “Introduction”, en: C. Barnes, M. Oliver, L. Barton (eds.), *Disability Studies Today*, Cambridge: Blacwell, 1-17.
- BASTOS, M. (1935), “El problema de los inválidos visto a través de observaciones hechas en el Instituto Nacional de Reeducación”, *Anales de la Academia Nacional de Medicina*, 55(1), 209-232.
- BERNABÉU, J.; PERDIGUERO, E.; ZARAGOZA, P. (1993), “Medicina del Trabajo en España. Aspectos normativos: de la inspección a la inspección médica del trabajo”, en: R. Huertas; R. Campos (eds.), *Medicina social y clase obrera en España (siglos XIX y XX)* (2 vols.), 2, Madrid: Fundación de Investigaciones Marxistas, 295-320.

- BROWN, N; WEBSTER, A. (2004), *New Medical Technologies and Society. Reordering the Life*, Cambridge: Polity Press.
- CASTILLO MENDOZA, C.A. (1991), "Estudio introductorio", en: J.-P. de Gaudemar, *El orden y la producción. Nacimiento y formas de la disciplina de fábrica*, Madrid: Trotta, 9-32.
- COOTER, R. (1993), *Surgery and Society in Peace and War. Orthopaedics and the Organization of Modern Medicine, 1880-1948*, Houndmills-London: The Macmillan Press.
- CORIAT, B. (1993), *El taller y el cronómetro. Ensayo sobre el taylorismo, el fordismo y la producción en masa*, Madrid, Siglo XXI.
- CUESTA, J. (1988), *Los seguros sociales en la España del siglo XX: hacia los seguros sociales obligatorios, la crisis de la Restauración*, Madrid, Ministerio de Trabajo y Seguridad Social.
- DE LA CALLE, M.D. (1989), *La Comisión de Reformas Sociales 1883-1903. Política social y conflicto de intereses en la España de la Restauración*, Madrid, Ministerio de Trabajo y Seguridad Social.
- DECRETO (1924), "La reeducación de inválidos para el trabajo", *El Siglo Médico*, 73, 414-416, 445-447; 468-470.
- ELEIZEGUI, J. (s.a.), *Higiene Industrial*, Barcelona: Manuel Soler.
- ENCINAS, M.; ROSA, A. (1990), "El desarrollo institucional de la Psicología en España", *Revista de Historia de la Psicología*, 11, 73-121.
- GAUDEMAR, J.-P. (1981a), "Preliminares para una genealogía de las formas de disciplina en el proceso capitalista del trabajo", en: M. Foucault *et al.*, *Espacio de poder*, Madrid: La Piqueta, 82-121.
- GAUDEMAR, J.-P. (1981b), "La crisis como laboratorio social: el ejemplo de las disciplinas industriales", en: M. Aglietta *et al.*, *Rupturas de un sistema económico*, Madrid: Blume, 241-262.
- GOYANES, (1929), "Prólogo", en: OLLER, A. et al. (1929), *La práctica médica de los accidentes del trabajo*, Madrid: Javier Morata, XIII-XVII.
- GUICHOT, J. (1923), *Sobre accidentes del trabajo*, Madrid: Instituto de Reformas Sociales (Dirección General del Trabajo e Inspección-Sección Primera)-Sobrinos de la Suc. De M. Minuesa de los Ríos.
- HERRERO, F.; CARPINTERO, H. (1999), "El taylorismo en España. su divulgación durante el primer tercio del s. XX", *Revista de Historia de la Psicología*, 20 (3-4), 307-314.
- INESON, A.; THOM, D. (1985). "T.N.T. Poisoning and the employment of women workers in the First World War", en: P. Weindling (ed.), *The social history of occupational health*, London, Croom Helm, 89-107.
- JONES, H. (1985). "An inspector calls: health and safety at work in inter-war Britain", en: P. Weindling (ed.), *The social history of occupational health*, London: Croom Helm, 223-239.
- LAYTON, E. (1975), "Taylor, Frederick Winslow", en: C.C. Gillispie, (ed.), *Dictionary of Scientific Biography*, New York: Charles Scribner's Sons, vol. 13, 271-272.
- MALLART, J. (1928-29), "Las mejoras de las relaciones humanas en la industria", *Revista de Organización Científica*, 1 (4-5), 39-45.

- MALLART, J. (1929), “Reeducación profesional de los inválidos del trabajo. Readaptación a la vida económica y social”, A. Oller *et al.*, *La práctica médica en los accidentes del trabajo*, Madrid, Javier Morata, 416-431.
- MALLART, J. (1930-01), “Formación profesional y prevención de accidentes del trabajo”, *Revista de Organización Científica*, 2, 265-275.
- MALLART, J. (1932), “La organización de la Formación Profesional en España”, *Revista de Organización Científica*, 3, 169-180
- MALLART, J. (1933a), “La Orientación profesional en España”, *Medicina del Trabajo e Higiene Industrial*, 4, 33-92.
- MALLART, J. (1933b), “La Psicología aplicada la trabajo”, *Medicina del Trabajo e Higiene Industrial*, 4, 211-225.
- MALLART, J. (1942), *Organización Científica del Trabajo*, Madrid: Labor.
- MALLART, J. (1974), “Cincuentenario del originalmente llamado Instituto de Orientación y Selección Profesional”, *Revista de Psicología general y aplicada*, 29, 929-1008.
- MARKS, H.M. (1993), “Medical Technologies: social contexts and consequences”, en: W.F. Bynum; R. Porter (eds.), *Companion Encyclopedia of the History of Medicine*, London, Routledge, (2 vols.), 2, London: Routledge, 1592-1618.
- MARTÍN-GRANIZO, L. (1947), *El Instituto de Reformas Sociales y sus hombres*, Madrid, Patronato de la Escuela Social de Madrid, 1947.
- MARTÍNEZ-PÉREZ, J. (1994), “La Organización Científica del Trabajo y las estrategias médicas de seguridad laboral en España (1922-1936)”, *Dynamis*, 14, 131-158.
- MARTÍNEZ-PÉREZ, J. (1997), “Moldeando el estilo de vida del trabajador: la educación para la Higiene y la Seguridad laborales en España (1922-1936)”, en: L. Montiel; M. I. Porras (eds.), *De la responsabilidad individual a la culpabilización de la víctima. El papel del paciente en la prevención de la enfermedad*, Aranjuez, Doce Calles, 125-137.
- MARTÍNEZ-PÉREZ, J. (1998), “La fatiga industrial: un concepto estratégico en el desarrollo de la Medicina y Psicología del Trabajo en España (1927-1936)”, en: Jesús Castellanos, *et al.* (eds.), *La Medicina en el Siglo XX. Estudios históricos sobre Medicina, Sociedad y Estado*, Málaga, Sociedad Española de Historia de la Medicina, 133-145.
- MARTÍNEZ-PÉREZ, J. (2001), “Medicina del Trabajo y prevención de la siniestralidad laboral en España (1922-1936)”, en: J. Atenza; J. Martínez-Pérez, *El Centro Secundario de Higiene Rural de Talavera de la Reina y la Sanidad Española de su tiempo*, Toledo: Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, 235-257.
- MARTÍNEZ-PÉREZ, J. (2006), “The recovered worker: occupational medicine, orthopaedics, and the impact of medical technology on the social image of persons with disabilities (Spain, 1922-36)”, *História, Ciências, Saúde: Manguinhos*, 13 (2), 349-373.
- MARTÍNEZ-PÉREZ, J.; PORRAS-GALLO, M<sup>a</sup> I. (2006), “Hacia una nueva percepción social de las personas con discapacidades: legislación, medicina y los inválidos del trabajo en España (1900-1936)”, *Dynamis*, 26, 195-219

- McIVOR, A.C. (1987). "Manual work, technology, and industrial health, 1918-39", *Medical History*, 31, 160-189.
- MEDINA, R.; RODRÍGUEZ OCAÑA, E. (1993), "La Medicina en la Organización Científica del Trabajo. El Instituto de Orientación Profesional (Psicotécnico) de Barcelona (1917-1936)", en: R. Huertas; R. Campos (eds.), *Medicina social y clase obrera en España (siglos XIX y XX)* (2 vols.), 2, Madrid: Fundación de Investigaciones Marxistas, 459-490.
- MEDINA, R.; MENÉNDEZ, A. (2004), "Tecnologías médicas, asistencia e identidades: nuevos escenarios históricos para el estudio de la interacción pacientes-médicos", en J. Martínez-Pérez *et al.*, *La Medicina ante el nuevo milenio: una perspectiva histórica*, 697-711, Cuenca: Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha.
- MELIÁN, A.; OLLER, A. (1929a), "Incapacidades consecutivas a lesiones de los aparatos visual y auditivo", en: A. Oller *et al.*, *La práctica médica en los accidentes del trabajo*, Madrid, Javier Morata, 310-312.
- MELIÁN, A.; OLLER, A. (1929b), "La simulación en el aspecto visual y auditivo", en: A. Oller *et al.*, *La práctica médica en los accidentes del trabajo*, Madrid, Javier Morata, 353-360.
- MENÉNDEZ, A.; MEDINA, R. (2004), "Tecnologías médicas en el mundo contemporáneo: una visión histórica desde las periferias. Introducción", *Dynamis*, 24, 15-26.
- MENÉNDEZ-NAVARRO, A.; RODRÍGUEZ-OCAÑA, E. (2003), "From 'Accident Medicine' to 'Factory Medicine': Spanish Occupational Medicine in the Twentieth Century", en: A. Grieco, *et al.* (eds.), *Origins of Occupational Health Associations in the World*, Amsterdam: Elsevier, 207-216.
- MONTERO, F. (1988), *Los seguros sociales en la España del siglo XX: orígenes y antecedentes de la previsión social*, Madrid, Ministerio de Trabajo y Seguridad Social.
- OLLER, Antonio (1918), "Algunos comentarios a la ley de accidentes del trabajo", *Los progresos de la Clínica*, XII, 372-380
- OLLER, A. (1923), "Estado actual de la reeducación profesional de inválidos del trabajo en España y en el extranjero", *Los progresos de la clínica*, 25, 1-15;
- OLLER, A. (1924a), "La Reeduación profesional de los inválidos del trabajo en España y en el extranjero", *Revista médica de Barcelona*, 22, 127-138.
- OLLER, A. (1924b), "Sobre orientación profesional", *Los progresos de la clínica*, 27 (146), 145-170.
- OLLER, A. (1929a), "Concepto medicolegal de accidente de trabajo", en: A. Oller *et al.*, *La práctica médica en los accidentes del trabajo*, Madrid, Javier Morata, 1-41.
- OLLER, A. (1929b), "Tuberculosis osteoarticular, tumores y sífilis"; en: A. Oller *et al.*, *La práctica médica en los accidentes del trabajo*, Madrid, Javier Morata, 43-63.
- OLLER, A. (1929c), "Accidentes eléctricos, lumbago y hernia", en: A. Oller *et al.*, *La práctica médica en los accidentes del trabajo*, Madrid, Javier Morata, 64-82.
- OLLER, A. (1929d), "Fracturas", en: A. Oller *et al.*, *La práctica médica en los accidentes del trabajo*, Madrid, Javier Morata, 83-144.
- OLLER, A. (1929e), "Las prótesis de los amputados", en: A. Oller *et al.*, *La práctica médica en los accidentes del trabajo*, Madrid, Javier Morata, 361-387.

- OLLER, A. (1929f), “Ejemplos de Cirugía restauradora y adaptación funcional”, *El Siglo Médico*, 83, 429-435.
- OLLER, A. (1934), *Medicina del Trabajo*, Madrid, Javier Morata.
- OLLER A. *et al.* (1929), *La práctica médica en los accidentes del trabajo*, Madrid, Javier Morata.
- OLLER, A.; GERMAIN, J. (1929), “La simulación en general y desde el punto de vista neurológico”, en: A. Oller *et al.*, *La práctica médica en los accidentes del trabajo*, Madrid, Javier Morata, 323-352.
- PALACIO, J.I. (1988), *La institutucionalización de reforma social en España, 1883-1924: la Comisión y el Instituto de Reformas Sociales*, Madrid, Ministerio de Trabajo y Seguridad Social.
- PALACIOS, Genoveva (1928-1929). Reseña de '*Organización Científica del Trabajo.- I. Las ideas*', por César de Madariaga. Biblioteca Marv. Madrid. *Revista de Organización Científica*, 1, 57-59.
- PALACIOS SNCHEZ, Julián (s.a.), “Evolución histórica”, En: J. Palacios Sánchez (ed.), *Historia del C.P.E.E. de Reeducción de Inválidos. Antiguo INRI*, Madrid, M.E.C.-C.P.E.E.
- PALACIOS SNCHEZ, J. (1990), “La institución pionera de la Rehabilitación en España”, *Boletín del Real Patronato de Prevención y Atención a Personas con Minusvalía*, Separata del n 15, 1-34.
- PITTALUGA, G. (1934), Prólogo, en: OLLER, A. (1934), *Medicina del Trabajo*, Madrid, Javier Morata, 3-4.
- PORRAS, M I. (2004), “El papel de la Medicina y los médicos franceses en la reeducación profesional de los inválidos del trabajo al término de la Primera Guerra Mundial: primeras propuestas legislativas”, en: J. Martínez *et al.* (eds.), *La Medicina ante el nuevo milenio. Una perspectiva histórica*, Cuenca: Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha, 511-533
- RODRIGO, M. (1929), “La prevención de los accidentes de trabajo”, en: A. Oller *et al.*, *La práctica médica en los accidentes del trabajo*, Madrid, Javier Morata, 388-415.
- RODRÍGUEZ OCANA, E. (1992), “Paz, trabajo, higiene. Los enunciados acerca de la Higiene Industrial en la España del siglo XIX”, en: R. Huertas; R. Campos (eds.), *Medicina social y clase obrera en España (siglos XIX y XX)* (2 vols.), 2, Madrid: Fundación de Investigaciones Marxistas, 383-406.
- RODRÍGUEZ OCANA, Esteban (1993) “Industrielle Gesundheitsgefhrdung und Medizin in Spanien, 1850-1936. Eine Annherung an den medizinischen Diskurs”, en: D. Milles (ed.), *Gesundheitsrisiken, Industriegesellschaft und soziale Sicherungen in der Geschichte*, Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW-Verlag für neue Wissenschaft GmbH, pp. 419-440.
- SAMANIEGO, M. (1988), *Los seguros sociales en la España del siglo XX: la unificación de los seguros sociales a debate, la Segunda República*, Madrid, Ministerio de Trabajo y Seguridad Social.

- SAN MARTÍN (1903), *Comentarios quirúrgicos a la Ley de Accidentes del Trabajo. Conferencia dada el 23 de mayo de 1903 en la Real Academia de Jurisprudencia*, Madrid: Impr. de I. Calleja.
- SIERRA ALVAREZ, J. (1990), *El obrero soñado. Ensayo sobre el paternalismo industrial (Asturias, 1860-1917)*, Madrid: Siglo XXI.
- SOTO CARMONA, A. (1985), La higiene, la seguridad y los accidentes del trabajo. España (1874-1936), *Civitas. Revista Española de Derecho del trabajo*, 23, 389-423.
- STANTON, J. (1999), "Making sense of technologies in Medicine", *Social History of Medicine*, 12, 437-448.
- TOMÁS, J.R.; ESTIVILL, J. (1979), "Apuntes para una historia de la organización del trabajo en España, 1900-1936", *Sociología del Trabajo*, 1, 7-43.
- VITORIA, M. (1974-75), "Escuela y talleres de aprendizaje para lisiados y tullidos", *Asclepio*, 26-27, 565-581.
- VV.AA. (1935), "Sesión novena. Día 30 de marzo de 1935. Presidencia del Excmo. Sr. Dr. D. Tomás Maestre. El problema de los inválidos visto a través de observaciones hechas en el Instituto Nacional de Reeducción. Discusión", *Anales de la Academia Nacional de Medicina*, 55 (1), 233-243.
- WILLSON, Perry (1985). "'The Golden Factory'. Industrial health and scientific management in an Italian light engineering firm. The Magneti Marelli in the Fascist period", en: P. Weindling (ed.), *The social history of occupational health*, London, Croom Helm, 240-257.

# LAS TESIS DE MEDICINA EN EL MEXICO DEL SIGLO XIX<sup>1</sup>

MARTHA EUGENIA RODRÍGUEZ  
FACULTAD DE MEDICINA, UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

## RESUMEN

*El presente estudio se centra en la Escuela de Medicina de México durante el siglo XIX, en particular en las tesis que elaboraban los estudiantes como requisito para obtener el título de médico cirujano. La elaboración de un trabajo escrito, conocido hasta la actualidad como tesis, se hizo obligatoria en 1869, ya que antes de esta fecha los aspirantes al título de médico cirujano sólo presentaban un examen teórico práctico.*

*El objetivo de las tesis consistía en presentar el resultado de una investigación, la cual debía ser expuesta y discutida frente a los sinodales.*

*Este trabajo se dedica al análisis de las tesis, porque se solicitan, el punto de vista de los estudiantes, la calidad de las investigaciones, los temas seleccionados, muchos de ellos de vanguardia para su momento.*

*Los trabajos que escribían los estudiantes son testimonio de los intereses científicos de la época, de ahí que actualmente las tesis del siglo XIX signifiquen un valioso material de información para conocer la vida académica y la medicina de entonces.*

**Palabras clave:** *Escuela de Medicina, tesis, siglo XIX.*

## ABSTRACT

*The main issue is to focus at the Mexico School of Medicine during the XIXth Century in the special area of thesis working as a requirement for the students to obtain the M.D. title.*

<sup>1</sup> Investigación apoyada por la Dirección General de Asuntos del Personal Académico, UNAM. Proyecto PAPIIT número IN404505.

*Paper writings known as thesis, name that continue until now, they were mandatory since 1869, before then, the students only had to present a theory and practical exam.*

*The objective of those theses was to present the results of clinical investigation, which was presented and discussed to the jury vocals.*

*This paper review analysis those theses: why were ask, student's point of view, quality of investigations, theme selected, between findings some of them were very advanced for that time.*

*The essays written by students are testimony of scientific interest from that time, so forth that actually the thesis from the XIXth Century are considered as very valuable information material to get to know the academic life and medicine at the time.*

**Keywords:** School of Medicine, thesis, XIXth Century

El presente estudio se centra en la Escuela Nacional de Medicina de la ciudad de México durante el siglo XIX; en particular analiza las tesis que elaboraban los estudiantes como requisito previo para optar por el título de médico cirujano. Comentaré porqué se escriben, el punto de vista de los pasantes, la calidad de las investigaciones, las características de las tesis, los temas seleccionados, muchos de ellos de vanguardia para su momento. Dichos trabajos son un invaluable material que permite conocer el perfil del médico decimonónico, sus intereses, los quehaceres que realizaban, la práctica médica del momento, los métodos y técnicas utilizadas, así como el contexto en que dichos trabajos fueron escritos, entre muchos aspectos más.

A manera de antecedente, cabe señalar que en México, la costumbre de redactar una tesis así como su consecuente réplica, se originó en el periodo virreinal. Para el caso particular de la carrera de medicina, correspondió a la Real y Pontificia Universidad de México y al Real Tribunal del Protomedicato corroborar que el pasante tuviera todos sus papeles en regla; que hubiera cumplido una serie de requisitos previos a la titulación, entre ellos, concluir el programa académico, tener la fe de bautismo, ser hijo legítimo, de sangre limpia, haber sido siempre católica y tener buenas costumbres. Cuando todo parecía estar concluido, intervenía el Tribunal de la Inquisición, quien debía censurar la tesis antes de que fueran discutidas en el examen profesional. El Tribunal de la Inquisición realizaba una profunda revisión de la disertación que llegara a su poder con el fin de cerciorarse de que no hubiera proposición alguna que contradijera los principios que dictaba la Iglesia católica ni fomentara las ideas de la Francia ilustrada. (Rodríguez M. E. y Galindo A., 2000, II: 333-347) Tales hechos vieron su fin en el primer tercio del siglo XIX, al momento en que México se independiza de España y se suprimen los Tribunales.

Ya en el México independiente, 1833 es una fecha significativa en cuanto a educación se refiere, debido a que el 19 de octubre el Poder Ejecutivo emprende una reestructuración de la educación a todos los niveles. Correspondió al vicepresidente de la república, el médico Valentín Gómez Farías cerrar las puertas de la Universidad, por considerarla obsoleta y sustituirla por una Dirección General de Instrucción Pública que debía reorganizar la educación a través de seis establecimientos de instrucción pública: de estudios preparatorios, de estudios ideológicos y de humanidades; de ciencias físicas y matemáticas; de ciencias médicas; de jurisprudencia y de ciencias eclesiásticas.

Para nuestro caso, nos interesa profundizar en el Establecimiento de Ciencias Médicas, que fue inaugurado el 23 de octubre de 1833. Las novedades que se advierten respecto a la Facultad de Medicina de la Universidad virreinal consisten en contar con un plan de estudios moderno, acorde a la medicina del momento y fiel al modelo médico francés; asimismo, es en este Establecimiento donde se fusionan las carreras de médico y de cirujano, que durante el periodo virreinal habían permanecido separadas; a partir de 1833 se cursaba la carrera de médico cirujano.

Después de un año de funcionar con la denominación de Establecimiento de Ciencias Médicas, en 1834 la institución se denominó Colegio de Medicina; en 1842 se le llamó Escuela de Medicina y unos años más tarde, Escuela Nacional de Medicina. Dicha institución impartió varias carreras, de médico cirujano, farmacéutico y partera, ya que los dentistas y los flebotomianos sólo asistían a la Escuela citada para ser examinados (Reseña histórica, 1888, IX:45-48).

Regresando a nuestro tema propiamente dicho, el de la titulación, tanto el Establecimiento de Ciencias Médicas como la Escuela de Medicina señalan que el requisito para obtener el título de médico cirujano consistía en sustentar un examen teórico práctico, realizado en dos días. En el primero, el interesado daba un discurso sobre un tema que le designara la suerte 48 horas antes; para ello el sustentante contaba con un máximo de dos horas y media. Al día siguiente se llevaba a cabo el examen clínico en el hospital, donde el estudiante debía reconocer, diagnosticar y tratar a cinco enfermos seleccionados por los sinodales (Flores, F., 1982, 3:193). En este último examen no había límite de tiempo.

Francisco Flores, autor de la *Historia de la Medicina en México*, escrita en 1888, afirma que a partir de 1869 los discursos que acostumbraban dar los estudiantes de medicina y farmacia fueron sustituidos por la elaboración de una tesis, manuscrita o impresa, y cuyo objetivo consistía en presentar el resultado de una investigación, la cual debía ser expuesta y discutida frente a los sinodales (Flores F., 1982, 3:190).

Sin embargo, fue hasta 1870 cuando la Junta Directiva de la Escuela Nacional de Medicina aprobó oficialmente el reglamento que previene que al hacerse la inscripción del último año de estudios de medicina o farmacia, se exigiera el registro del tema de tesis en la Secretaría de la Escuela, el cual no podría modificarse, a menos que se justificara plenamente (Puntos para exámenes, 1870, f. 6). Para 1888 la elección del tema de tesis es libre, sin necesidad de registrarla, por lo que el título podría cambiarse cuantas veces se quisiera.

Las tesis que elaboraban los futuros médicos señalan que son para presentar el examen de medicina y cirugía, o bien, en ocasiones aparece como medicina, cirugía y obstetricia y, para los primeros años del siglo XX se puede leer que las tesis son para el examen de médico, cirujano y partero.

De igual manera, en la portada de la tesis el autor deja escrito algunos datos curriculares, que es alumno de la Escuela de Medicina de México, en qué hospital es practicante, a qué sociedades académicas pertenece y, cuando se da el caso, expresan que son ayudantes en alguna cátedra y/o aspirantes del cuerpo médico militar.

Flores agrega que las tesis desafortunadamente no eran lo que deberían ser; señala que era común escuchar de casi todos los estudiantes que solo escribían cualquiera cosa para "salir del paso", y que era natural que cuando sólo las elaboraban por el mero requisito,

escasearan los buenos trabajos. Tal aseveración se corrobora con las siguientes citas extraídas de las propias tesis:

“No tiene, pues, nada de extraño la vacilación en que se encuentra uno antes de fijarse en el punto que le pueda servir, para llenar el requisito que marca el Reglamento de nuestra Escuela, de presentar un trabajo escrito. Las anteriores reflexiones, y además, la consideración de la ilustración de las personas que tienen que juzgarlo, hacen que se desconfíe muchísimo de poder llenar su cometido, siquiera sea medianamente. Mas como quiera que es condición, *sine qua non*, para aspirar al honroso título de Médico, se hace lo que se puede...” (Arzamendi E., 1882, p. 2).

“Llegado a la última etapa de mi carrera profesional, se hace indispensable, según la ley, presentar una tesis por escrito, y este es ciertamente un grande escollo para quien apenas iniciado en los problemas teóricos y prácticos de la medicina en los tiempos presentes, sólo acierta a seguir, aunque con vacilante paso, las huellas luminosas que en esta ciencia han trazado los sabios maestros, solícitos y afanosos por nuestro progreso. Sin embargo, preciso es intentar al menos el cumplimiento de esa ley hasta donde las fuerzas intelectuales me lo permitan...” (Gómez Portugal M., 1880, p. 5).

Un testimonio de que la tesis y el examen profesional se hacían por obligación y sin gusto, es la manera como se expresan de este último, el cual representa un momento desagradable: “Al elegir para asunto de mi tesis el estudio de la acción fisiológica de la digital... no ha sido otro mi objeto que cumplir con el Reglamento de nuestra Escuela... apenas acabo de sufrir el último examen parcial de mi carrera médica, cuando circunstancias accidentales me obligan a terminar violentamente este trabajo, y a presentarme ante un nuevo jurado...” (Icaza y Peza J.R., 1872, p. 7).

Por otra parte, la actitud de los sustentantes es de sumisión e indulgencias hacia los sinodales; subrayan que carecen de ilustración y aptitudes para desarrollar una investigación y que de ninguna manera pueden compararse con los sabios y entendidos maestros que imparten las cátedras. Aparecen expresiones que si hoy en día se escribieran, harían dudar al jurado calificador respecto a la aprobación del trabajo. Un autor dice: “He concluido, Señores Jurados, y no creo pueda llamarse esto Tesis; es una ensayo que, como el primero, debe adolecer de infinitos defectos” (Marmolejo F., 1881, p. 31).

“Como he indicado antes, estoy perfectamente convencido de que este estudio no encierra aisladamente ni en conjunto nada que pueda considerarse como nuevo en la materia, y por lo mismo espero que lo considereis únicamente como una mala aplicación de los preceptos que habeis enseñado en vuestras lecciones, y una peor aplicación de ellas por el último de vuestros discípulos” (Romero S., 1877, p. 7-8).

“He elegido la *transfusión de la sangre*, no para decir nada nuevo, sino para tratar de esclarecer algunos puntos e iniciar otros que me parecen de inmensas esperanzas para la práctica. No pretendo de ninguna manera dar cumplida cima a tantas e interesantísimas cuestiones, no; ni mis conocimientos me lo permiten, ni la práctica,... Deseo sencillamente llamar la atención de mis maestros y compañeros sobre una operación que ciertamente no merece el olvido a que se la condena...”

Benevolencia imploro de mis ilustres jueces en tan ardua tarea, emprendida por el que apenas mañana quizá empezará a recibir los rudos golpes de la experiencia” (Gómez Portugal M., 1880, p. 5).

Asimismo, las tesis denotan un profundo nacionalismo por parte del autor: “De ninguna manera creo haber alcanzado el fin que me propuse al emprender este pequeño trabajo; pero me satisface en extremo haber tomado por punto un método de tratamiento verdaderamente nacional, que honra a mis grandes maestros, a la Escuela a que tengo el orgullo de pertenecer y a nuestra cara Patria” (Díaz Gutiérrez A., 1869, p. 32). Ese espíritu nacionalista de los pasantes de medicina se advierte a través de los temas elegidos. Se interesan por conocer y difundir las propiedades terapéuticas de las plantas; por saber de las enfermedades que hacían presencia en México en vez de recurrir a los libros de texto de autores franceses, que de ninguna manera hacían referencia a la patología nacional.

En cuanto a las características de las tesis, su calidad varía de una a otra, pues mientras unas advierten una profunda e interesada dedicación por parte del autor, que presenta resultados de trabajos experimentales o bibliográficos, otras son elaboradas por el mero requisito que exige la Escuela. En su mayoría son breves, de 30 páginas en promedio.

Las tesis llevan múltiples dedicatorias, al director de la institución, a los profesores que influyeron de alguna manera en el alumno y a los que dirigieron la investigación, al párroco de la comunidad, al sacerdote amigo de la familia, a los padres, abuelos, tíos, hermanos y amigos; a través de ellas expresan sumisión, respeto y gratitud.

Las tesis carecen de bibliografía en el estricto sentido de la palabra; es entre líneas cuando en ocasiones se cita a los autores consultados y rara vez se menciona el título de su obra. Frecuentemente se acude a la historia, recurriéndose a los autores clásicos, Hipócrates, Galeno, Celso, Areteo, Paré, Broussais, hasta llegar a estudiosos contemporáneos de la medicina mexicana, entre ellos Rafael Lucio y Domingo Orvañanos.

Flores agrega que la mayoría de las tesis no llenan su objetivo, que son meras compilaciones de datos tomados de diversos autores, o la exposición simple de las ideas expuestas por sus maestros, sin análisis -y esto siquiera es algo-, cuando no son sino un *mare magnum* que a nadie sirve ni a nadie aprovecha. Por su parte, Luis Lara y Pardo, redactor de *La Escuela de Medicina, periódico dedicado a las ciencias médicas* señalaba que las tesis eran un ensayo defectuoso, poco logrado y efímero” (Lara y Pardo L., 1904, XIX:296).

Para corregir esa situación, Flores expresa: “... somos de los primeros, en estos tiempos de absoluta libertad de escribir, en rechazar la previa censura de los remotos y olvidados tiempos de la época virreinal, pero vemos la necesidad de que se ponga un hasta aquí al abuso, y de que se piense en buscar algún estímulo que excite a los jóvenes que están próximos a recibirse, a hacer algo mejor”. Al tratarse de una buena tesis, Flores proponía su publicación y la entrega de una medalla, premio, diploma o mención honorífica.

Pese a los comentarios de Flores, algunas tesis sí llegaron a publicarse en las revistas o periódicos de la época; otras sólo alcanzaban una reseña y unas más, únicamente se mencionaban al señalar la fecha en que se celebraría el examen profesional. Esta información se encuentra en diversas publicaciones periódicas de la época: *El Estudio, Semanario de Ciencias Médicas*, en los *Anales de Oftalmología*, en *La Escuela de Medicina* y en *La Farmacia* entre otras.

Los temas que desarrollaban los alumnos son testimonio de los intereses científicos de la época, de ahí que actualmente las tesis que alberga la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Autónoma de México signifiquen un valioso material de información para conocer la vida médico-académica del siglo XIX mexicano. Difunden las conquistas de la medicina, entre ellas el uso del cloroformo como anestésico, las transfusiones sanguíneas, las inyecciones hipodérmicas, la antisepsia, el cambio de mentalidad entre los cirujanos para sustituir en su ejercicio la práctica de la amputación de un miembro herido por su conservación y restauración. Las tesis decimonónicas muestran las enfermedades más recurrentes en ese momento, entre ellas la pulmonía, tifo, sífilis, tuberculosis, paludismo, viruela, hepatitis, fiebre amarilla, cólera, erisipela, histeria y cirrosis. Asimismo se interesan por resaltar las riquezas naturales del país; es decir, las plantas medicinales, entre ellas el zihuatpatl, utilizado durante el puerperio para evitar hemorragias. Asimismo hay tesis dedicadas a diversas especialidades médicas, entre ellas la obstetricia, pediatría, oftalmología, higiene pública, medicina legal, traumatología y cirugía. De igual manera se abordan muchos otros temas más como son el alcoholismo, insomnio, vacunas e intoxicaciones, entre otros.

Entre los temas de vanguardia que son presentados en las tesis cabe señalar el de la cloroformización, analizado por Ramón Macías en 1877 (Macías R., 1877, p. 9-13). En su investigación, Macías apoya este método anestésico; expresa que no era fácil saber hacerlo, que había habido muchas personas para quienes la ciencia de cloroformar consistía en mantener un pañuelo impregnado de cloroformo ante la boca de un enfermo y en esperar tranquilamente una insensibilidad que no llegaba, puesto que la marcha de la anestesia no se había aplicado correctamente.



Portada de una tesis sobre el uso del cloroformo como anestésico. 1877

Ramón Macías se preguntaba porqué si todo el gremio médico palpaba las ventajas de la cloroformización, puesta en práctica en 1846, se quería oscurecer su brillante historia señalando sus peligros, inculpándole accidentes e inscribiendo en sus páginas multitud de notas necrológicas. Nuestro autor expresaba que ya había pasado la época en que se administraba un cloroformo impuro, con sustancias tóxicas; que ya no se usaban los complicados aparatos que no permitían medir o calcular las cantidades de aire respirado y que por

tanto, se convertían en instrumentos de asfixia. Para 1877, fecha en que se elaboró la tesis que ocupa nuestra atención, ya se sabía graduar la anestesia que se aplicaba, según informa Ramón Macías. Asimismo, nuestro autor dice que el destacado cirujano del ejército, Francisco Montes de Oca reseñaba que desde 1862 no había observado en su práctica más que tres casos de muerte por el anestésico citado. Con su investigación, Macías pretendía ayudar a colocar al cloroformo en el rango que le correspondía, quería generalizar sus aplicaciones a fin de suprimir el dolor humano, de ahí que hiciera hincapié en que el cloroformo puro y administrado convenientemente, no mataba nunca. Este tema, como tantos otros discutidos en las tesis decimonónicas, nos permite acercarnos al saber médico de la época, conocer los detalles de las diversas especialidades.

En el último tercio del siglo XIX mexicano la investigación científica se institucionalizó, se estudiaron rigurosamente los recursos naturales del país, se crearon sociedades académicas, bibliotecas, museos, escuelas e institutos de investigación que consolidaron la comunidad científica que estaba al tanto de los avances europeos y americanos. Ese auge académico se reflejó en las tesis que ocupan nuestra atención; muchos de sus autores llegaron a descollar en el gremio médico, como profesores e investigadores. El análisis de las tesis nos brinda la oportunidad de conocer ese pasado, de conocer las reflexiones sobre la profesión médica.

La lectura de las tesis nos permite ubicar los nombres de los que pasaron a ser figuras rectoras de la medicina mexicana, entre ellos Miguel Jiménez que destacó en el campo de la clínica o Francisco Montes de Oca en el de la cirugía; los temas de interés vigentes, las enfermedades que hacían presencia y sus métodos terapéuticos; las innovaciones que enriquecían la medicina; en fin, adentrándonos en las tesis podemos advertir cuáles eran las ideas que dirigían el saber médico del momento; sus páginas guardan la historia de la medicina.

Cabe señalar que la elaboración de una tesis como requisito para alcanzar la titulación concluyó en 1936, cuando el Dr. Gustavo Baz, director de la Escuela Nacional de Medicina, estableció el Servicio Social para los pasantes de la institución (Castañeda y Rodríguez, 1999, p. VIII). A partir de entonces el estudiante que aspiraba al título de médico cirujano tenía que redactar un informe sobre el servicio comunitario, pasando a ser optativa la redacción de la tesis.

## BIBLIOGRAFÍA

- ARZAMENDI E. (1882) *Ligeras consideraciones sobre la neumonía*. Tesis inaugural, México, Imprenta del Comercio, de Dublán y Compañía.
- CASTAÑEDA DE INFANTE C. Y RODRÍGUEZ DE ROMO A. (1999) *Catálogo de las tesis de medicina del siglo XX*, México, Departamento de Historia y Filosofía de la Medicina, Facultad de Medicina, Universidad Nacional Autónoma de México.
- DÍAZ GUTIÉRREZ A. (1869) *De la hepatitis y de los abscesos de hígado. Su tratamiento en México*. Tesis para el examen profesional de medicina y cirugía, México, Imprenta de F. Díaz de León.

- FLORES F. (1982) *Historia de la medicina en México*, Edición facsimilar de 1888, México, Instituto Mexicano del Seguro Social.
- GÓMEZ PORTUGAL M. (1880) *Transfusión de la sangre*, tesis inaugural en la Facultad de Medicina de México. México, Imprenta de I. Paz.
- ICAZA Y PEZA J. R. (1872) Algunas consideraciones acerca de la acción fisiológica de la digital y las indicaciones de su empleo en las afecciones orgánicas del corazón, Tesis para el examen profesional de medicina y cirugía, México, Imprenta Escalante.
- LARA Y PARDO L. (1904) "La prensa médica en México", *La Escuela de Medicina, periódico dedicado a las ciencias médicas*, núm. 12, 30 de junio, vol. XIX.
- MACÍAS R. (1877) *Estudio clínico de la cloroformización*, México, Imprenta de Ignacio Escalante.
- MARMOLEJO F. (1881) *Estudio general de las dispepsias*. Tesis inaugural de la Facultad de Medicina de México, México, Imprenta del Comercio de Dublán.
- "Puntos para exámenes generales" L. R. de la L., Ciudad de México, 8 de febrero de 1870, *Ramo: Exámenes*, Archivo Histórico de la Facultad de Medicina, UNAM (México). No. 40, Leg. 137, 6 f.
- "Reseña histórica del Establecimiento de Ciencias Médicas de la capital de México". *La Escuela de Medicina. Periódico dedicado a las ciencias médicas*. 15 de febrero de 1888, vol. IX, pp. 45-48.
- RODRÍGUEZ M. E. Y GALINDO A. (2000) "El Protomedicato y la Inquisición: supervisores de la medicina" en N. Quezada, M. E. Rodríguez y M. Suárez Editoras. *Inquisición Novohispana*, México, Instituto de Investigaciones Antropológicas, Universidad Nacional Autónoma de México, Universidad Autónoma Metropolitana, II:333-347.
- ROMERO S. (1877) *Historia, higiene y estadística del Hospital Juárez*. Tesis presentada al jurado de calificación para el examen profesional de medicina y cirugía, México, Santiago Sierra, Tipógrafo.



# DOMINGO RUSSI Y LA CIRUGÍA NOVO-HISPANA DEL SIGLO XVIII

JUAN RIERA PALMERO  
FACULTAD DE MEDICINA, UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

LUIS RIERA CLIMENT

## RESUMEN

*Estudio de la autopsia anatomopatológica del Virrey de México, Marqués de la Amarillas por el cirujano de la Armada Domingo Russi. Descripción del primer caso en la bibliografía española de un caso de trasposición de las vísceras. Se incorporan documentos de archivo de primera mano.*

**Palabras clave:** *Domingo Russi, cirugía española del siglo XVIII, dextrocardias con situs inversus*

## ABSTRACT

*Study of the anatomopathological autopsy carried out on the Viceroy of Mexico, Marqués de las Amarillas, by Naval Surgeon Dr. Domingo Russi. Description of the first case of viscera transposition in Spanish bibliography. First-Hand file documents are included.*

**Keywords:** *Domingo Russi, surgery XVIII th Century in Spain, dextrocardias with situs inversus*



En los Virreinos de Indias se incrementó durante la segunda mitad del siglo XVIII la presencia de cirujanos españoles y extranjeros, fenómeno que contribuyó a mejorar el nivel del ejercicio profesional. En su mayoría procedían de la organización militar y naval española, acorde con el proyecto borbónico inaugurado en España desde comienzos del Setecientos.

La reorganización de la Cirugía de Guerra y Marina, con la creación de los Reales Colegios de Cádiz (1748) y Barcelona (1764), tuvo reflejo muy pronto en la América española, y sobre todo en el Virreinato de Nueva España<sup>1</sup>. En este virreinato novo-hispano se llevaron a cabo reformas bajo el reinado de Carlos III, como fue la creación del Real Colegio de Cirugía en la Ciudad de México en 1763, y la dotación de la Cátedra, destinada a la enseñanza de la Anatomía y Cirugía. Los comienzos de la nueva institución estuvieron vinculados al Hospital de Naturales de México.

La presencia de cirujanos españoles y extranjeros, de preferencia franceses, suscitó un renovado interés por la disección anatómica y la enseñanza quirúrgica, auge en el que intervino el cirujano Domingo Russi, procedente de la Escuela de Cádiz y de la Armada. Este cirujano de la Armada española, más tarde afincado en Nueva España, fue sin disputa el más decidido animador del progreso de la Anatomía y Cirugía en el Virreinato durante el reinado de Carlos III.

Sabemos que Domingo Russi<sup>2</sup> se encontraba, ya cirujano en ejercicio en Cádiz, antes de la fundación del Real Colegio de Cirugía (1748) de Pedro Virgili. Al parecer de origen vasco-italiano, Domingo Russi y Meave, fue miembro de la Real Sociedad Bascongada de Amigos del País, y venía ejerciendo como Cirujano Segundo en 1746, enrolado en la sanidad de la Armada. Como cirujano naval viajó a Nueva España, y en Veracruz en 1755, en uno de sus viajes, por razones de enfermedad, obtuvo su residencia definitiva. En 1755, pasó

<sup>1</sup> Cf. Los trabajos de Juan Riera y cols. *Capítulos de la Medicina Española Ilustrada*. Valladolid, 1992, y especialmente nuestro trabajo *Médicos y Cirujanos Ilustrados de la Bascongada*. Valladolid, 1998

<sup>2</sup> Cf. Archivo General de Simancas Sección Marina, legajo 220-fol.184, fol.185, fol.187; legajo 221 fol.257. Asimismo en Archivo del Territorio Histórico de (Álava) R.S.A.P. sign.com.2, caja 3-2-2.; Ibid., sign.DAH 642 (34); Ibid., com.2, caja 3 n° 2.18.

a la Ciudad de México, donde siguió ejerciendo como cirujano civil desde 1756 hasta 1780, año a partir del cual no hemos podido encontrar noticias de nuestro cirujano. Al parecer la enfermedad quizá fue fingida para asentarse en México y abandonar el cargo de Cirujano Primero al que había ascendido. Desde Veracruz consiguió permiso del Capitán Juan de Lángara y del Virrey Marqués de Cruillas, en 1755, para recalar en Veracruz y abandonar la Armada. Su real o fingida enfermedad, no le impidió viajar hasta la Ciudad de México, donde se encontraba hacia 1756. El éxito profesional de Domingo Russi en México fue muy rápido, entró a ocupar una plaza de cirujano en el Hospital de Naturales de México, donde desplegó una intensa actividad anatómica y quirúrgica. Russi estuvo relacionado con los cirujanos franceses que se habían afincado en México en la segunda mitad del siglo XVIII, en ocasiones aparece vinculado a los cirujanos galos José Doumont y Bernardo Courtés. Del prestigio de nuestro cirujano disponemos de numerosos documentos e informes, en primer lugar estuvo al servicio del Virrey de Nueva España el Marqués de las Amarillas, y tras el fallecimiento de éste siguió ocupando el mismo cargo con el siguiente Virrey Francisco Bucarelli y Ursúa, quien falleció en 1778. Del prestigio de Russi no habla su participación como juez en los Tribunales de Oposiciones a la Cátedra de Anatomía y Cirugía del Hospital de Naturales de México.

Domingo Russi era Cirujano de la Armada desde 1746, en la Escuadra de Barlovento. Sirvió como cirujano segundo y luego de primero, en la Campaña Naval con el Excmo. Sr. Pedro Mesía de la Cerda, cuando mandaba el navío **El Glorioso**, que después de varios combates fue hecho prisionero de los Ingleses. En estas sangrientas acciones navales destacó nuestro cirujano en la curación de numerosos heridos. Le correspondieron asimismo las Campañas en los Mares Océanos y en el Mediterráneo. Sabemos que intervino a bordo del navío América en la toma de "Daucik Capuana" en Argel. Más tarde se incorporó a la Escuadra de Barlovento en el navío Asia, bajo las órdenes del capitán Juan de Lángara. En esta primera ocasión llegó a Veracruz hacia 1754, pues la Escudera partió de Cádiz en 1754. Dos años más tarde salía desde esta ciudad portuaria, en 1755, para afincarse en México se ha dicho como cirujano al servicio del Virrey.

La formación del cirujano Russi fue plenamente moderna, compartía ambas facultades la medicina y la cirugía, incluso llegó a obtener el grado en el Real Colegio de Cirugía de Barcelona, en 1774. Conservamos los expedientes gubernativos en los cuales insistía reiteradamente, en 1763 y 1765, sin conseguirlo el grado de médico, dada su formación científica. Al final consiguió los grados del Colegio de Barcelona, por el apoyo de los cirujanos catalanes, como Andrés Montaner y Virgili, y el Arzobispo de la Ciudad de México de quien fue médico y cirujano Domingo Russi. El Arzobispo de la Capital de Nueva España en carta de 18 de Julio de 1763 recomendaba a nuestro facultativo con estas palabras: "Domingo Russi de universal aceptación y acierto, con motivo de su asistencia a mi Persona, y familia en accidentes de ambas clases (=medicina y cirugía), con experiencia de bellas prendas de virtud, caridad y honradez, de qué está asistido, y ha exequoriado (=intervenido) en las dos últimas epidemias (=de tifus exantemático), que sufrió esta ciudad (=México)".

La labor de Domingo Russi como Cirujano Mayor del Hospital de Indios de la Ciudad de México, estuvo volcada en la práctica profesional y la disección anatómica, de la que nos ha dejado una observación excepcional.

La creación del Real Colegio de Cirugía de Nueva España se debió ,junto a otros profesionales a Russi. El 11 de Octubre de 1763 en colaboración con los médicos José Vicente Maldonado, el Doctor José Tramo, y Antonio Velásquez, redactó Russi un **Informe** en el que proponían un proyecto a Carlos III para el cultivo de la Anatomía y Cirugía en Nueva España, del que subrayamos el siguiente párrafo plenamente acorde con los progresos de la Medicina y Cirugía Ilustrada: “Dos médicos podrán exponer en cada mes del año dos disertaciones: Anatomías en el Teatro Anatómico del Real Hospital de Naturales (...) y otras de lo raro y especial de la Anatomía como es las Fibras y sus diferencias y sus acciones ,de la cutis, de la membrana adiposa, de los músculos y sus particulares movimientos, ceñidos a la Física Experimental (...). Deberá quedar al cuidado y dirección del Cirujano Mayor (=Domingo Russi) del mencionado Hospital, la demostración de todas las partes de la Anatomía, cual método que se practica en Francia y en el Real Colegio de Cirugía de Cádiz”.

Sin embargo del interés de su esfuerzo por la mejora del clima anatómico-quirúrgico en México, Domingo Russi debe pasar a ser citado en la historia de la anatomía del siglo XVIII por su brillante autopsia realizada al Marqués de las Amarillas, en 1774, que hemos podido localizar. Constituye uno de los primeros, sino el primer caso de **dextrocardias** con **situs inversus**. En la minuciosa autopsia, que recogemos en forma de apéndice a esta comunicación, se describe el primer caso en la bibliografía en lengua española de la malformación congénita del corazón situado en el hemitórax derecho, y las vísceras traspuestas, el hígado a la izquierda, el bazo a la derecha y el duodeno, y colon traspuestos.

### APÉNDICE<sup>3</sup>

Archivo del Territorio Histórico (Álava)  
R.S.B.P. signatura com. 2,caja 3.2.2.

Physiológica y Patológica Inspección del cadáver del Excmo. Sr. Marqués de las Amarillas Virrey, Gobernador y Capitán General de esta Nueva España (con el motivo de embalsamarlo) en presencia de los Señores el Dr. Y Maestro Dn. Francisco González y Avendaño Cathedrático de Prima de Medicina, oy Presidente del Tribunal del Real Prothomedicato; el Dr. y Maestro Don Juan Gregorio de Campos, Catedrático de Visperas, y Prothomédico del Real Tribunal, y el Dr. Dn. Antonio Martínez.

Por útiles y necesarias que nos parezcan las luces, que nos presenta la teórica ella no nos ofrece otra cosa que nociones infieles, vagas, indeterminadas, y más capaces de sepultarnos en la sombra de obscuridad, que aclarar nuestras decisiones y procedimientos.

Escoger obscuramente, y con confusión los principios, y las reglas que ella nos enseña, es correr el riesgo de exponerse temerariamente a las ilusiones engañosas, es querer adoptar sin examen preocupaciones tan nocivas, que el espíritu que es impresionado no se desprende sino con mucha penalidad; es en una palabra preferir a la ciencia de lo cierto la falsedad de las hipótesis y de los sistemas.

<sup>3</sup> Al margen figura: “Existe el testimonio de esta observación en el oficio de escrivano (sic) León. Calle de San Bernardo en México”.

La certidumbre de nuestros conosimientos (sic) no puede ser por consecuencia establecida sino sobre la realidad de los objetos de nuestras especulaciones; y ésta no puede manifestarse mientras que la experiencia no justifica el raciosinio (sic). Verase en esta anatomía Fisiológica, con admiración una estructura (sic) y cituación (sic) particularísima por inversión general de todas las vísceras (=situs inversus y dextrocardias) del pecho, y vientre e igualmente de los vasos. También se deducirá la Aethiología, o la verdader acausa de los diversos síntomas crónicos que combatieron por tanto tiempo la preciosa salud del Excmo. Sr. Marqués de las Amarillas, y los de su muerte misma; pero este punto será objeto de otra segunda memoria<sup>4</sup> no menos importante, por lo que podrá dirigir en semejantes casos la conducta de un profesor observativo.

Hecha patente según las reglas del Arte la cavidad del Pecho, se hizo visible el corazón sin **Pericardio** inclinada su punta y cuerpo al lado derecho, y su vase mirando al lado izquierdo, por consecuencia en situación oblicuo transversa; flotante sobre la parte inferior, y anterior del ala o lobos del pulmón derecho sólo adherente al mediastino por la parte que miraba a el plan del diaphragma de su vase La correspondencia de los ventrículos era, el izquierdo del lado derecho, y el derecho a el izquierdo, lo que igualmente ocasionaba una situación diferente en las aurículas, así la vena cava estaba colocada a el lado izquierdo del corazón, y ocupaba el mismo lado en el vientre hasta el hueso sacro. La vena ácigos, o sin par<sup>5</sup>, salía del tronco superior de la cava, y ocupaba el lado derecho de las bértebras (sic) de la espalda. La Aorta salía del lado derecho del corazón, y producía la corbadura hacia este lado, y después de salir entre los pilares del diaphragma descendía hasta el hueso sacro al lado derecho de las bértebras de los lomos. La Arteria pulmonar salía del ventrículo derecho del corazón colocada a el lado izquierdo, se deslizaba obliquamente hacia el derecho, lo que me hizo creer, que los Pulmones habían mudado también de situación: en efecto el derecho estaba dividido en dos lobos, y el izquierdo en tres.

El Esophago entrando en el Pecho ,pasaba de izquierda a derecha por delante de la Aorta, penetraba el diaphragma en este lado, de suerte que el orificio superior del ventrículo estaba en el mismo sitio, su fondo igualmente en el hipocondrio derecho, y el Píloro en el izquierdo en donde comensaba (sic) el duodeno, que insinuándose en el mesenterio, volvía a salir hacia el lado derecho así donde principiaba el yeyuno: la fin del yleon, el principio del colom (sic) y el ciego estaban en la región yliaca (sic), de donde el colom (sic) comenzaba a subir hazia (sic) el hipocondrio del mismo lado, pasaba bajo el estómago para volver a el Hypocondrio derecho, de donde se dirigía a la región lumbar e yliaca derecha del Hipogastrio para dar principio al Recto.

El Hígado se presentó a la vista situado a el lado izquierdo del vientre y de un tamaño extraordinario, pues en su gran lóbulo ocupaba todo el Hipocondrio de este lado, la cisura se hallaba paralela al cartilago xifoides, y su pequeño lóbulo se inclinaba a el Hipocondrio derecho ocupando más de tres dedos de expansión de este, cubriendo todo el estómago por

<sup>4</sup> Con el título **Observación particular de un caso de Medicina**, Domingo Russi redactó la historia clínica del Marqués de las Amarillas. Se conserva en A.H.T., Álava. Fondo Histórico .Sign. DAH: 643-34 (cf. Nuestro trabajo **Médicos y Cirujanos...** nota 1 .págs.37-41, donde se reproduce el documento textualmente.

<sup>5</sup> Que haze las funciones de la vena cava a los órganos de la respiración. (Nota del autor)

su parte superior hasta su medio, y la parte lateral izquierda en el todo. El canal colídico (sic) y la vena Porta hacían su curso de izquierda a derecha.

El Bazo estaba en el Hipocondrio derecho de un tamaño pequeño, y de figura de un riñón normal.

El Páncreas se dirigía transversalmente de derecha a izquierda a el Duodeno.

Los Riñones y los testes mudaron también de situación ,porque el Riñón derecho estaba más bajo que el izquierdo, y la vena espermática derecha salía de una vena emulgente derecha, y la izquierda del tronco de la vena cava.

La cápsula artrabiliaría (sic) izquierda recibía (sic) su vena del tronco de la cava, y de la derecha venía la emulgente del mismo lado.

En el Cerebro y Cerebelo fue patente una turgencia más que regular de todos los vasos visibles en toda la extensión de la substancia cortical. La sangre contenida en estos observé ser de una consideración cesárea semejante a la inyección (sic) que se practica para la demostración de las carótidas y vertebrales, sin que hubiese experimentado la más mínima separación serosa, y lo mismo en los sinos (=senos). En los ventrículos (=cerebrales) nada encontré particular más que aquel licor transparente que los vasos exalantes (sic) depositan en estas cavidades para su lubricación (sic) siendo en este estado natural siempre análogos a la limpha, aunque de una consistencia más tenue.

Los Pulmones por su parte posterior se encontraron con todos aquellos indicios que manifiestan haverlos apoderado la inflamación, no habiendo poseído esta la anterior por por la mala configuración de los vasos, pues se halló de un color ceniciento (sic) coarrugada, y escasa de sucos, cujo vicio conocidamente era de días.

Esta inversión particular (=situs inversus) se hubiera hecho más recomendable con la inyección de los vasos, y por consecuencia demonstrable una gustosa, y admirable Angiología, pero la indispensable atención y ejecutivo embalsamo interrumpieron esta curiosidad.

No es mi i(n)tento haser (sic) manifiesta esta observación como única en su género, ha havido otro exemplar , aunque raro de esta propia naturaleza<sup>6</sup>. Es más recomendable a singularidad de éste (=el descrito por Russi), pues el corazón a más de tener una longitud de siete dedos, y quatro líneas, y de latitud cinco dedos y dos líneas, no tenía **Pericardio**, su superficie convexa estaba revestida (sic) de una más que regular porción de gordura desde su vase (sic) disminuyendo hasta su punta.

Pero admírense de los efectos del Autor de la naturaleza. ¿Quién al primer golpe de vista no dificultará de las perfectas funciones así vitales como naturales con inversión, y particular estructura (sic) de todas las vísceras? Sólo aquel que deje de conoser (sic) la posibilidad de actuarse con el complemento de los órganos que las facilitan.

¿Y qué deberá decirse de un corazón sin Pericardio, que estando acordes todos los Anathómicos así antiguos como modernos ser esencial este saco para contener un licor semejante a el del Peritoneo, y los amnios, separado en la misma substancia del clorzón<sup>7</sup>,

<sup>6</sup> Mr. Mery lo presentó(sic) a la R(eal) Academia de Ciencias de Paris en una de sus primeras asambleas, relacionando la disección hecha por Mr.Morand el Padre en el Hosp.(ital) R(eal) de los Ymbálicos. Libro de la Academ(ia) año de 1688 t(omo) 2 Pág.45 y siguientes.

<sup>7</sup> Keil sustubo q(u)e la sangre más próxima al corazón era diferente a aquella q(u)e halla mui distante: Lametrie comentador, y discipulo de Boerhaave dize: que esta exepción es indiferente. La arteria espermática que está

para que facilite a este noble vital músculo unas francas acciones en sus Sístoles y Diástoles?

¿Deberán adaptarse a la sana Fisiología las producciones del difunto médico de París Mr. Guillermo Lancy en sus discursos anatómicos sobre la inutilidad de algunas partes existentes en la economía animal, con el motivo de una observación de Columbo (=Realdo Colombo) que habiendo inspeccionado el cadáver de un discípulo suyo no le encontró Pericardio? No parece regular, respecto a que este caso siendo excepción (sic) tan particular, deba comprenderse en regla general, y más teniéndose a la vista con repetición, y constancia la existencia de este saco compacto, pegado a el esophago o al esternom (sic), a el dorso, a el diaphragma, o por sí mismo o por los vasos que le son propios, fluctuando en su centro el corazón, humedecido continuamente de un licor semejante a la limpha que trasuda de las arteriolas de su superficie, y por consecuencia libertada esta zentinelita vital de toda opresión, y compresión, por una Lei (sic) constante de la propia naturaleza.

El Hígado en su extraordinario volumen ¿qué prueba sino es un efecto de la propia naturaleza, en mi concepto, para remplazar esta víscera al volumen pequeño del Bazo, y por consecuencia su incompleta acción para llenar sus funciones, este órgano trabaja para el Hígado, pues sus principales acciones se reducen a recibir (sic) una sangre pura arterial considerable, que no ha hecho otra cosa más que salir del corazón de la primera arteria considerable, que toma su origen bajo el diaphragma; es a saber de la Celiaca, de la qual el primer ramo le da una pequeña ramificación, y su tercero, regularmente, tres troncos; o algunas vezes (sic) la Aorta misma le contribuye una arteria, de la qual el Hígado, el Páncreas, el Duodeno, el Ventrículo reciben de la propia manera que el Bazo sus arterias. De lo que es constante que la sangre así distribuida a el Bazo es toda semejante a aquella que se dirige a las partes expresadas.

A esta víscera hasta aora (sic) no se le ha observado emisario particular, como se observa en las demás vísceras; todo el humo que prepara confundido o misoneado (=mezclado) todo se dirige a la vena Porta, y por consecuencia a el Hígado.

Esta advertencia no debe conjeturarse inútil, pues ella facilita la inteligencia de muchas cuestiones que con este conocimiento físico serán bastante menos obscuras.

La carencia de la glándula Pineal, que sin embargo de las más eficaces especulaciones (sic) no la encontré ni aún especie particular vasculosa capaz de suplir esta falta; es también especialidad que deva apreciarse para destruir opiniones sobre la residencia (sic) del Alma racional.

Estos hallazgos dignos de admirarse jamás se encontrarían si no fuese con proporción de las especulaciones físicas que presenta (sic) la dissección de los cadáveres, tan odiada en lo general de nuestra nación, que lo mismo es proponer un Profesor observador esta operación, que inmediatamente es repugnada, porque está distante el conocimiento de la utilidad que podría seguirse a la humanidad estas condescendencias; pues las más de las veces llegan a ignorarse las causas de la muerte en las enfermedades internas, y que han dado lugar a ser manejadas por hábiles Profesores, y con más fundamento aquellas de las

---

vesina (sic) a la arteria renal (=renal) o emulgente separa un licor mui diferente. Del mismo corazón se separa la materia adiposa, el agua q(ue) se contiene en el Pericardio, exalaciones (sic), licores absolutamente diferentes, pues el uno se a semejanza de todas las demás partes, y el otro al licor del Peritoneo y de los Amnios.

muertes subitáneas. O ¡qué lei tan bien establecida é lei tan bien establecida sería aquella que obligase a encargar los cadáveres a los dignos Profesores, no para hacer irregular uso de ellos ,sino es para comprobar sus raciocinios, o a lo menos para que se adelantar más, y más avisos prácticos de un Arte que tiene por objeto, la conservación de la vida de los Hombres.

*México y Agosto 26 de 1774*

*Domingo Russi (rubricado original)  
Cirujano de la Clase de Primeros  
de la R(eal) Armada. Jubilado p(o)r S. Md.*



# LA RECEPCIÓN DEL BRUSISMO EN EL ÁMBITO GADITANO (1811-1841)

JUAN JOSÉ RODRÍGUEZ BALLESTEROS  
UNIVERSIDAD DE CÁDIZ

## RESUMEN

*La irrupción en España de la "Medicina fisiológica" de Broussais, en la tercera década del siglo XIX, ha sido estudiada centrándose en Manuel Hurtado de Mendoza y destacando el papel jugado en la difusión del brusismo por los colaboradores de las "Décadas de Medicina y Cirugía Prácticas" que en su mayoría eran médicos rurales. Hubo, sin embargo, figuras relevantes del ámbito universitario que se adscribieron a dicha doctrina y que expresaron su apoyo al brusismo de forma incontestable, incluso cuando éste se hallaba ya en franca regresión. En este sentido destacamos al catedrático Diego de Argumosa. Ciñéndonos a Cádiz, es manifiesto que la polémica brusista en la "Sociedad Médico-Quirúrgica", su "Periódico", el "Real Colegio de Medicina y Cirugía" y el "Hospital Real de la Armada" de dicha ciudad, ha sido minimizada e insuficientemente estudiada. A su vez, la obra que Broussais publicó en Jerez, hacia 1811 durante el sitio de Cádiz, es prácticamente desconocida. En este opúsculo de 34 páginas ya se manifiestan los elementos centrales de su doctrina como son: su preocupación por las afecciones gástricas, las simpatías, el régimen antiflogístico y su exacerbado antibrownismo, prestando atención a la piretología y especialmente a la fiebre amarilla.*

**Palabras clave:** Medicina, Broussais, Antiflogístico, España, Siglo XIX, Cádiz, Jerez.

## ABSTRACT

*The irruption of Broussais "Médecine physiologique" in the third decade of the nineteenth-century has been studied in Spain. These studies have centered on Manuel*

*Hurtado and emphasized the role played in the spread of Broussism by the collaborators of the "Décadas de Medicina y Cirugía Prácticas", who were in their main rural doctors. There were, however, influential figures in university circles who ascribed to said doctrine and who gave Broussism their unconditional support, even when this was found to be in frank decline. In this we must stress the role of professor Diego de Argumosa. Focussing on Cádiz, it is manifestly clear that the Broussist controversy in the "Sociedad Médico-Quirúrgica", it is manifestly clear that the Broussist controversy in the "Sociedad Médico-Quirúrgica", its "Periodico", the "Real Colegio de Medicina y Cirugía" and the "Hospital Real de la Armada" of the city, have been minimized and insufficiently studied. In turn, Broussais' work published in Jerez, around 1811 and during the seige of Cádiz, remains practically unknown. In this short, 34-pages opus the central tenets of his doctrine are expressed: his preoccupation with gastric diseases, sympathies, the antiflogistic regime and his exacerbated anti-Brownism; concentrating on pyretology and especially yellow fever.*

**Keywords:** *Medicine, Broussais, Antiflogistic, Spain, XIX c., Cádiz, Jerez.*

A mediados del siglo pasado E. H. Ackerknecht<sup>1</sup> sentó con sus estudios las bases en la historiografía médica actual para una comprensión y valoración equilibradas de la figura de F. J. V. Broussais (1772-1838) y del impacto de su “*Medécine physiologique*”. Aplicó a lo sucedido el término “revolución”, tal como lo hicieron muchos de los contemporáneos del médico bretón<sup>2</sup>. Ciertamente, la rotunda crítica de Broussais al ontologismo, su localismo, su afirmación de que las fiebres eran síntomas y no enfermedades, su terapéutica antiflogística y su enunciado fisiopatológico señalando que antes de la “lesión” hubo “disfunción”, bastan para comprender el calibre de la polémica suscitada. Dubois d’Amiens, tal como lo hiciera en nuestros días Ackerknecht<sup>3</sup>, señalaba que “las discusiones promovidas por Mr. Broussais y sus secuaces, han sido de mucha utilidad, no por la idea que ellos han vertido, pues ya se sabe que son inexactas, sino porque se ha esclarecido algo el estudio de estas afecciones, y se han desbaratado un sinnúmero de suposiciones.”<sup>4</sup> El monismo simplificador que puso en relación tantas enfermedades con la inflamación de la mucosa gastro-intestinal, su exclusivismo terapéutico y dogmatización creciente, a lo que añadimos su crítica virulenta y su verbo pontificador, justifican, por el contrario, la multitud de críticas que levantó y que a la postre acabaron con el prestigio adquirido, propiciándose el olvido de su interesante obra. Mesías<sup>5</sup>, Napoleón<sup>6</sup> o Dantón<sup>7</sup> de la medicina fueron algunos de los epítetos que le dedicaron, a lo que añadimos “anunciado en profecía por Hipócrates.”<sup>8</sup> España no pudo quedar al margen de lo sucedido en Francia, menos aún cuando dicho país era el vínculo cultural casi exclusivo que nos unía a Occidente.

A mediados de la década de los ochenta del pasado siglo comenzaron a publicarse los primeros estudios generales sobre el brusismo español<sup>9</sup> que perfilaron el papel jugado

<sup>1</sup> ACKERKNECHT, E. H. (1953).

<sup>2</sup> Citamos a: LASO DE LA VEGA, F. J. (1824) [128]; PIQUER, J. A. (1828) [3]; RACIBORSKI, A. (1841) I [104]; MONTEGRE, H. DE (1841) [6].

<sup>3</sup> ACKERKNECHT, E. H. (1953) [325].

<sup>4</sup> DUBOIS D’AMIENS, C. F. (1845) II [132].

<sup>5</sup> BOUILLAUD, J. (1841) [65].

<sup>6</sup> También “Emperador de la medicina” y por supuesto “heresiarca” al igual que Paracelso.

<sup>7</sup> COMENGE FERRER, L. (1914) [30].

<sup>8</sup> ARGUMOSA, D. DE (1848) [7].

<sup>9</sup> MIQUEO MIQUEO, C. (1986).

por M. Hurtado de Mendoza (1783-1849) como principal figura de dicho movimiento en nuestro suelo, así como la parte que le correspondió en su difusión a toda una plebe de médicos rurales que hicieron de corifeo en la publicación madrileña fundada por el precitado autor en 1821: las *Décadas de Medicina y Cirugía Prácticas*<sup>10</sup>. La autora de estos trabajos sobre el brusismo español realizó un estudio pormenorizado de los actores de la polémica presentándonos el espectro que va desde los brusistas dogmáticos hasta los acérrimos anti-brusistas. Desde luego el paso de la “doctrina fisiológica” por España no fue un trasunto rural por más que se alzaran en su apoyo numerosas voces desde fuera de las grandes ciudades en la revista de su profeta<sup>11</sup> español. Aún así, los médicos más afamados de la época no publicaron obras relevantes en defensa de dicho “sistema”<sup>12</sup>; ello puede atribuirse, en parte, a su brusismo atemperado<sup>13</sup>; pero, también, como apunta Diego de Argumosa y Obregón (1792-1865), al papel jugado por la censura fernandina: “...érase allá por el año treinta y dos de este siglo de los monopolios, cuando amoscados los Arciprestes de la ciencia por verme profesar las máximas principales de Broussais, me intimaron por lo bajo para que renunciase á tal doctrina pues de lo contrario se pondría en cocimiento de S. M. ... rugía contra la doctrina fisiológica una excomunión a matacandela.”<sup>14</sup> Ya en 1826, Antonio Fernández<sup>15</sup>, consideraba infinito el número de seguidores “empíricos” del método curativo antiflogístico a pesar de apenas haberse leído a Broussais en España. J. B. Peset y Vidal (1821-1885) apuntaba que: “Al sistema de Broussais le estaba reservado enseñorearse de nuestra escuela, después de conquistar a sus mejores catedráticos. Únicamente él pudo penetrar en su recinto, como sucedió en las demás universidades del reino...”<sup>16</sup> El catedrático gallego, J. Varela Montes (1796-1868), que llegó a publicar en las “*Décadas*” de Hurtado de Mendoza en 1823<sup>17</sup>, afirmaba en su madurez que “por más que se diga, es imposible separar de la época actual el nombre de Broussais porque sus principios están amalgamados con ella, íntimamente con ella unidos, y diré más sin temor a equivocarme, ellos la presiden.”, apostillando: “desde entonces, si hubo valor para declararse independiente de Broussais, no lo hubo para filiarse en otra doctrina.”<sup>18</sup> La figura más relevante del brusismo académico español fue, sin duda, Diego de Argumosa quien a sus 56 años se expresaba en los siguientes términos:

“A un autor, sin embargo muerto, le debo eterna gratitud y lo defiendo con mi esfuerzo reivindicando su nombre y su honor: a Broussais. Las grandes verdades que

<sup>10</sup> MIQUEO MIQUEO, C. (1987) (a) [101]; MIQUEO MIQUEO, C. (1987) (b) [162 y 179].

<sup>11</sup> González-Ayensa usó el término citado con Hurtado de Mendoza. Cf.: HURTADO DE MENDOZA, M. (1826) (b) [20].

<sup>12</sup> Ninguna obra importante o traducción apologética fue hecha en España por miembro alguno de instituciones médicas relevantes; por el contrario, si que publicaron refutaciones a Broussais y su doctrina (M. González-Samano, J. González-Ayensa, J. A. Quintanilla, M. Peset de la Raga, J. A. Piquer...). VARELA MONTES, J. (1823) [174-175] manifiesta en el periódico brusista español: *Me es muy sensible el no ver consignados en su periódico más que muy pocas observaciones de nuestros profesores nacionales... ¿a qué tanto silencio?*

<sup>13</sup> PESET REIG, R. (1963) [116, 203-204].

<sup>14</sup> ARGUMOSA, D. DE (1848) [10-11].

<sup>15</sup> FERNÁNDEZ, A. (1826) [I, VI].

<sup>16</sup> PESET Y VIDAL, J. B. (1876) [237].

<sup>17</sup> VARELA MONTES, J. (1823) [168-176].

<sup>18</sup> VARELA MONTES, J. (1852) [79-80].

descubrió, ó por mejor decir, demostró antes que nadie con hechos clínicos: esas viven y vivirán para siempre... Y estos dos polos sobre los que gira la luminosa doctrina fisiológica, serán eternos como la tierra.

Resumiré lo que á la ciencia y á la humanidad importa:

1º- Son pocas y generalmente de poca importancia las enfermedades inflamatorias en que no figura la gastroenteritis -primitiva o consecutiva- de Broussais.

2º- La calentura nunca es enfermedad, siempre síntoma.<sup>19</sup>

“Sublimes máximas las de la Doctrina Fisiológica, cuya obra se difundió instantáneamente por toda la Península y allende los mares. Una doctrina recibida con innegables bendiciones y coronada de sorprendentes curaciones.”<sup>20</sup>

Como puede comprobarse, no todo fueron ardores juveniles. El primer Decano de la Facultad de Medicina de Madrid, Bonifacio Gutiérrez (1777-1854), fue el introductor de Argumosa en el brusismo<sup>21</sup>. J. M. López y López (1789-1873), en 1835, presenta en Cádiz una historia clínica brusista<sup>22</sup>, años antes de convertirse en mano derecha y sucesor de Gutiérrez, a la muerte de éste, en el citado Decanato madrileño<sup>23</sup>. No coincidimos por tanto con las conclusiones del trabajo de Consuelo Miqueo dando por sentado que todo fue en ellos veleidades juveniles<sup>24</sup>; así mismo, tampoco en la valoración del papel jugado por Cádiz en dicha polémica que se encuentra insuficientemente estudiado e infravalorado<sup>25</sup>. Ya A. Orozco Acuaviva al hablar del *Periódico de la Sociedad Médico-Quirúrgica de Cádiz* dejaba meridianamente claro que: “éste, fue un indudable difusor de la Médecine physiologique en España”<sup>26</sup> y F. Maraver Eyzaguirre, estudioso de dicha publicación, señala que le “llama poderosamente la atención el innegable papel que también jugó respecto al apoyo de la medicina fisiológica de Broussais.”<sup>27</sup>

Para corroborarlo presentamos el presente trabajo que trata en primer lugar del brusismo propagado en el seno del ejército francés durante el cerco de Cádiz (1810-1813) para luego abordar su difusión en las instituciones médico-quirúrgicas de dicha ciudad desde la fundación del referido “*Periódico*” en 1820.

Quede todo lo dicho como preámbulo para acercarnos a la riqueza de matices que la polémica brusista, asumida en positivo y al alimón con lo anatomoclínico, tuvo en el Cádiz de la tercera y cuarta décadas decimonónicas. Antes hemos de confirmar un dato

<sup>19</sup> ARGUMOSA, D. DE (1848) [10-11].

<sup>20</sup> ARGUMOSA, D. DE (1849) [22].

<sup>21</sup> CARMENAL RAMOS, J. (1892) [14].

<sup>22</sup> “Observación de una Neumonitis aguda complicada con flegmasías de las Pleuras y de la mucosa Gastro-intestinal, curada por el rejimen antiflogístico seguido &<sup>o</sup>”. José María López, Cádiz, 04/06/1835. *Observaciones del Real Colegio de Medicina y cirugía de Cádiz*. ARCHIVO DE LA FACULTAD DE MEDICINA (Cádiz). Obs. nº 306.

<sup>23</sup> GARCÍA del CARRIZO SAN MILLAN, M. G. (1963) [40,1206].

<sup>24</sup> MIQUEO MIQUEO, C. (1986) [403] Lo que no deja de ser cierto en el caso de Hysern y Drument. Cf. respectivamente: MÉNEDEZ ÁLVARO, F. (1851) [27] y COMENGE FERRER, L. (1914) [637-638].

<sup>25</sup> Cf.: HURTADO DE MENDOZA, M. (1826) [214-215]. El autor, en contraposición a las opiniones de C. Miqueo, alaba la buena acogida merecida por la doctrina fisiológica en Cádiz, su implantación en el Hospital Real, así como la publicación de textos brusistas por la Sociedad Médico-Quirúrgica de Cádiz. Se hace referencia a la relación entre las *Décadas* y el *Periódico* en PESET REIG, R. (1963) [219].

<sup>26</sup> OROZCO ACUAVIVA, A. (1980) [7].

<sup>27</sup> MARAVER EYZAGUIRRE, F. (1982) [105].

apenas apuntado por Laín Entralgo<sup>28</sup> y Consuelo Miqueo<sup>29</sup>: Efectivamente, el propio Broussais, imprimió en Jerez de la Frontera una obra cuando acude al cerco napoleónico de Cádiz acompañando al rey José I y al Jefe del Ejército Imperial, el Mariscal Soult<sup>30</sup>. Iba en calidad de Médico Principal. Acababa de dar a la luz en París su primera y aplaudida obra *Histoire des phlegmasies*<sup>31</sup>. Instalado en Jerez publica, en 1811 junto al Cirujano Principal G. Mocquot, su única obra original en suelo español, hasta ahora no estudiada y prácticamente desconocida: Una circular interna de 36 páginas, con carácter epistolar, titulada: *Lettre a M. M. les Chirurgiens majors des Régiments du premier Corps de l'armée Imperial du midi en Espagne, par F. J. V. Broussais et G. P. Mocquot, Mèdecin et Chirurgien principaux du même Corps, Sur le service de santé intérieur des corps armés*<sup>32</sup>. La casuística de los hospitales del ejército napoleónico asentados en el entorno gaditano - Jerez, El Puerto de Santa María, Sanlúcar- serán objeto de atención y estudio, motivo de reflexión clínica y de consejo terapéutico del gran reformador de la medicina que comenzaba su transfiguración en doctrinario defensor de su sistema médico cuando aún no había cumplido los cuarenta años. No hay constancia documental del momento en que fuera recibida la "Lettre", en Cádiz, hasta ser citada por el catedrático de su Colegio Nacional de Medicina y Cirugía: J. Ceballos y Gómez (1817-1875). El cual, al traducir en 1841 la biografía de Broussais -auténtico epílogo de la polémica brusista en esta ciudad- escrita por su secretario H. de Montegre, inserta un apéndice, donde hallamos la más antigua cita conocida hasta el momento de nuestra historiografía médica referida a la "Lettre", diciendo lo que sigue:

"Los ejemplares son muy raros. En esta memoria Broussais llama la atención de los gefes sobre las gastritis que desarrollan el calor del clima y los excesos á que se entregan los soldados; los previene contra las indicaciones incendiarias de los brownianos."<sup>33</sup>

Ceballos muestra que conoce la obra. Encontrado el único ejemplar en suelo español, en el fondo antiguo de la Biblioteca Municipal de Jerez<sup>34</sup>, y no habiendo sido localizado otro sino en París<sup>35</sup>, no sólo confirmamos la rareza del hallazgo, sino también la temática por el autor gaditano apuntada. El opúsculo, de marcada utilidad terapéutica, se centra particularmente en dos entidades nosológicas: la fiebre amarilla -contagiosa según Broussais-

<sup>28</sup> LAÍN ENTRALGO, P. (1954) [56].

<sup>29</sup> MIQUEO MIQUEO, C. (1986) [538].

<sup>30</sup> Cf.: AYMES, J. R. (1996); FÉE, A. L. A. (1861).

<sup>31</sup> BROUSSAIS, F. J. V. (1822) (a). La primera y segunda edición se imprimieron en 1808 y 1816 respectivamente. ACKERKNECHT, E. H. (1986) [83].

<sup>32</sup> BROUSSAIS, F. J. V.; MOCQUOT, G.P. (1811) [trad.] *Carta a los Sres. Cirujanos mayores de los Regimientos del primer Cuerpo del ejército Imperial del mediodía en España por ----- Médico y Cirujano principales del mismo Cuerpo. Sobre el servicio de sanidad interior de los cuerpos armados*. Jerez de la Frontera.

<sup>33</sup> CEBALLOS, J. (1841) [88]. También será citada la "Lettre" en MONTEGRE, H. DE (1841) [28].

<sup>34</sup> RODRÍGUEZ BALLESTEROS, J. J. (2004).

<sup>35</sup> [http://www.bium.univ-paris5.fr/histmed/hm\\_cat.htm](http://www.bium.univ-paris5.fr/histmed/hm_cat.htm). "Lettre a M. M. les Chirurgiens majors des Régiments du 1er Corps de l'armée Impériale du midi en Espagne, par F. J. V. Broussais et G. P. Mocquot, Sur le service de santé intérieur des corps armés. F. J. V. Broussais et G. P. Mocquot. Xerez de la Frontera. 1811". **Catalogue des documents anciens**. BIBLIOTHEQUE INTERUNIVERSITAIRE DE MEDECINE (Paris) 90957 t. 105 n° 12bis / 90958 t. 604 n° 5.

y las gastritis, tan frecuentes. Ambas patologías afectarán al tubo digestivo y se confirmarán como el terreno en donde la doctrina fisiológica debía en la práctica revalidarse.

De la fiebre amarilla presenta el médico bretón sus debut -el lento y el impetuoso-, sus periodos -inflamatorio, de tífus icteroides y adinámico- y cinco observaciones a tener en cuenta:

“1) que la inflamación más violenta es aquella que pasa más fácilmente al estado gangrenoso; 2) que la fiebre amarilla ataca con preferencia a los sujetos robustos y pletóricos; 3) que los médicos brownianos y excitadores han tenido mucho menos éxito que los que se ocuparon en moderar los síntomas desde el principio; 4) que los que no pudieron pagarse la pretendida panacea universal -la quina- se han curado más fácilmente que las gentes ricas; 5) que aún en un sujeto debilitado hay que saber usar los excitantes adecuados a cada órgano.”<sup>36</sup>

El tratamiento de esta enfermedad, de tan fuerte afección gástrica y atáxico-adinámica por agotamiento de las fuerzas, le enfrenta a los seguidores de John Brown (1735-1788):

“ignorantes “sistemáticos de mala fe”, que no conocen otro método curativo que la excitación universal. Propone moderar el esfuerzo de la naturaleza si es excesivo y violento, animarlo si está languideciendo y descalifica a quienes... promueven la reacción cuando ésta es ya de por sí violenta,... ya que agotar las fuerzas es llevar la economía a un collapsus mortal... desorganizando el estómago y llevando su inflamación a gangrena o exaltando la sensibilidad hasta morir de dolor.”<sup>37</sup>

Deja impresa Broussais en Jerez una primicia editorial con las deducciones derivadas de la aplicación de su fino ojo clínico a la práctica profesional, en la que someterá a análisis la alta casuística de problemas digestivos reseñados en los informes que le llegan remitidos por los cirujanos mayores de los regimientos del Primer Cuerpo del Ejército Imperial del Sur de España. Gracias a sus consejos terapéuticos se salvarán numerosas vidas entre sus milites, habida cuenta de las pragmáticas decisiones que toma basándose en unos hechos analizados a la luz de su doctrina. Oigamos sus lúcidas palabras en relación a las gastritis:

“Los sectarios de la doctrina asesina de Brown<sup>38</sup>, os dirán que esta inflamación es de tipo asténica y que por tanto precisa de ser tratada con estimulantes. Pero si apelláis a la experiencia ella os mostrará que la mejor forma de calmar esta inflamación es quitando todos los estimulantes de la zona irritada,... comenzad por retirar toda alimentación capaz de dejar residuos... Vuestros enfermos deben ser nutridos con caldos, arroz, papillas de leche... Añadid una bebida calmante,... emoliente,... diluciones mucilaginosas,... un agua de arroz. Los eméticos y los purgativos han de ser usados muy raramente en este clima... el aire es seco y caluroso. Los vinos son más agrios y alcohólicos, así es que el estómago está continuamente expuesto a la sobrecitación que predispone a la membrana interna a la inflamación... no os deis prisa por administrar un emético... cuántas gastritis crónicas hemos visto llegar a los

<sup>36</sup> BROUSSAIS, F. J. V. ; MOCQUOT, G.P. (1811) [30-31].

<sup>37</sup> BROUSSAIS, F. J. V. ; MOCQUOT, G.P. (1811) [31-32].

<sup>38</sup> La crítica a John Brown es básica y referente para la doctrina y terapéutica fisiológica: BROUSSAIS, F. J. V. (1822) (b) I [61-155], BROUSSAIS, F. J. V. (1822) (b) II [5-27].

hospitales exasperadas por su uso... A muchos militares afectos de gastritis aguda y que habían sido emetizados en sus regimientos, no les ha dado tiempo sino de llegar a morir al hospital de Jerez. ... la apertura de sus cadáveres ha puesto de manifiesto la inflamación de la membrana mucosa del estómago.<sup>39</sup>

Hemos preferido dejar hablar al propio Broussais tal y como se expresó en tierra andaluza durante el sitio francés a Cádiz en torno a 1811. Su obra dedicará también unos párrafos a la diarrea, sarna, fiebres ardientes, intermitentes, continuas, adinámicas, atáxicas, reumáticas y catarrales. Estas últimas mal curadas, según él, degenerarían en tisis. De ellas afirmará que no se diferencian las unas de las otras sino por la intensidad de la afección de la membrana mucosa de los bronquios, y que pueden, en caso de flogosis, precipitar al enfermo en una perineumonía habiendo de sangrarlo o ponerle, al menos, sanguijuelas en el pecho cuando el pulso se pone duro. Aconseja evitar los accesos de tos sin abusar de los opiáceos, como parte de un plan terapéutico antiflogístico. Se trata de combatir la causa irritativa que provoca una inflamación que ya afecta al parénquima. Recuerda Broussais: "...la estrecha simpatía existente entre la membrana interna del estómago y la de los bronquios"<sup>40</sup>, por ello hay que proteger a los que pasan la noche en invierno por las salinas y esteros<sup>41</sup>. Sépase que el ejército francés no se retiraría de la Bahía hasta finales de agosto de 1812. Once años más tarde volverían a Cádiz; pero esta vez para aposentarse en una ciudad castigada y custodiada durante los cinco primeros años de la década ominosa.

Como se dijo, el presente estudio ha sido realizado también con objeto de hacer aflorar los vestigios de la medicina gaditana vinculados a la polémica brusista para permitirnos un primer acercamiento a las personas, instituciones, escritos -manuscritos y publicaciones- y hechos que sustentaron la recepción y los avatares de la "Médecine physiologique" en un ámbito urbano concreto y bajo la atenta mirada del periódico médico español más respetado de su momento: el de la Sociedad Médico-Quirúrgica de Cádiz<sup>42</sup>.

De entrada hay que señalar que, en dicha publicación, entre 1820-1831, confirmamos la presencia de aproximadamente unos cuarenta textos<sup>43</sup> entre notas, observaciones, discursos y memorias con referencias al brusismo. De entre las citas de los dogmáticos destacamos siete de Hurtado de Mendoza<sup>44</sup> -que llegó a ser socio honorario de la Sociedad

<sup>39</sup> BROUSSAIS, F. J. V.; MOCQUOT, G.P. (1811) [2-6].

<sup>40</sup> BROUSSAIS, F. J. V.; MOCQUOT, G.P. (1811) [20-21].

<sup>41</sup> BROUSSAIS, F. J. V.; MOCQUOT, G.P. (1811) [34].

<sup>42</sup> C. Miqueo destacará, sin embargo, que se reflejó mejor la incidencia del brusismo español en un artículo del *Diario General de Ciencias Médicas de Barcelona* (1826): 238-242. Subrayará la asimilación ecléctica que realiza el gaditano Antonio Fernández al traducir en 1826 las *Lecciones del Dr. Broussais sobre las flegmasias gástricas*, lo que no deja de ser cierto, pero sostiene, a su vez, que ningún brusista, excepto Hurtado de Mendoza, escribió un artículo original en el *Periódico de la Sociedad Médico-Quirúrgica de Cádiz* cuando cita al médico de Constantina (Sevilla), Gómez Carrasco, brusista convencido y articulista tanto de las "Décadas" como del "Periódico", cuya obra póstuma fue puesta "en venta -cuenta Laso- en los depósitos que tiene establecidos esta corporación en las capitales de provincia." La autora insiste que en el "Periódico" "no existen huellas de la asimilación de la doctrina fisiológica", a la vez señala la publicación en él de dos resúmenes de un artículo de los *Annales de Médecine physiologique* de Broussais y otros tres artículos brusistas.

<sup>43</sup> La mayoría de ellos van a ser citados a continuación.

<sup>44</sup> *Periódico de la Sociedad Médico-Quirúrgica de Cádiz*. I, 62; HURTADO DE MENDOZA, M. (1820) "¿Las lesiones que se observan en las vías digestivas de los individuos que han fallecido á consecuencia de las fiebres pútridas, nerviosas ó malignas, son el efecto ó la causa de dichas fiebres?". *Periódico de la Sociedad*

Médico Quirúrgica<sup>45</sup>-, dos de sus “*Décadas*”<sup>46</sup>, cuatro de los “*Annales*”<sup>47</sup> de Broussais de 1823, tres del brusista andaluz J. Gómez Carrasco (†c. 1827)<sup>48</sup>, alabado como “genio observador” por F. J. Laso de la Vega (1735-1836)<sup>49</sup>. El introductor de la auscultación mediata en España, refirió en el *Periódico de la Sociedad Médico-Quirúrgica* que él fundara, que “cuando en el año de 1820 empezó a publicarse éste, la medicina se hallaba en una revolución... Broussais... acababa de dar al público un Exâmen de todas las doctrinas médicas”<sup>50</sup>; ya antes, Laso, se había sumado a la crítica a Brown<sup>51</sup> y tenido en cuenta a Broussais en un discurso<sup>52</sup>. Dicho catedrático gaditano presentó una *Observación sobre los tumores escirrosos del pecho*<sup>53</sup> como un “poderoso testimonio de la aplicación de la nueva doctrina fisiológica”<sup>54</sup> y confirma en ella que, en el Hospital de la Armada, I. Ameller y Romero, B. Mellado y S. Sola, practican el mismo método<sup>55</sup>. Mellado presentó un discurso basado en un libro traducido por Hurtado de Mendoza<sup>56</sup>, Sola una *Exposición de la doctrina médica de Broussais*

*Médico-Quirúrgica de Cádiz. I*: 124-149; *Periódico de la Sociedad Médico-Quirúrgica de Cádiz. II*: 82; *Periódico de la Sociedad Médico-Quirúrgica de Cádiz. II*, 319; *Periódico de la Sociedad Médico-Quirúrgica de Cádiz. V*, 18; *Periódico de la Sociedad Médico-Quirúrgica de Cádiz. V*, 264-266; *Periódico de la Sociedad Médico-Quirúrgica de Cádiz. V*, 399-400.

<sup>45</sup> *Periódico de la Sociedad Médico-Quirúrgica de Cádiz. V*, 18.

<sup>46</sup> *Periódico de la Sociedad Médico-Quirúrgica de Cádiz. III*, 258-260, *Periódico de la Sociedad Médico-Quirúrgica de Cádiz. III*, 305.

<sup>47</sup> *Periódico de la Sociedad Médico-Quirúrgica de Cádiz. IV*, 128-130; *Periódico de la Sociedad Médico-Quirúrgica de Cádiz. IV*, 153-157; *Periódico de la Sociedad Médico-Quirúrgica de Cádiz. IV*, 167-177; *Periódico de la Sociedad Médico-Quirúrgica de Cádiz. V*, 14.

<sup>48</sup> GÓMEZ CARRASCO, J. (1824) “Descripción de dos peritonitis puerperales, tratadas diversamente y seguidas de una terminación opuesta, acompañadas de algunas reflexiones”. *Periódico de la Sociedad Médico-Quirúrgica de Cádiz. IV*, 207-214; *Periódico de la Sociedad Médico-Quirúrgica de Cádiz. V*, 400-401; *Periódico de la Sociedad Médico-Quirúrgica de Cádiz. V*, 18. Cf.: GÓMEZ CARRASCO, J. (1827); obra brusista original impresa en Cádiz de 116 p.

<sup>49</sup> *Periódico de la Sociedad Médico-Quirúrgica de Cádiz. V*, 400.

<sup>50</sup> *Periódico de la Sociedad Médico-Quirúrgica de Cádiz. IV*; 128. La primera edición del referido “Examen” se publicó en Francia en 1816: BROUSSAIS, F. J. V. (1822) (b).

<sup>51</sup> “Censura del Dictamen que leyó á la Sociedad de instrucción médica en la noche del 9 de Septiembre de 1815, el socio de número D. Manuel Navas; cuyo tema es: ¿La Sangría puede ser sustituida siempre con otros remedios?”. Francisco Javier Laso, Cádiz, 1815. **Memorias y Discursos**. ARCHIVO DE LA REAL ACADEMIA DE MEDICINA Y CIRUGÍA DE CÁDIZ. (Cádiz) leg<sup>o</sup>. I-11.

<sup>52</sup> LASO, F. J. (1821) “¿Debe considerarse como una fiebre esencial el afecto que conocemos con el nombre de fiebre amarilla?”. *Periódico de la Sociedad Médico-Quirúrgica de Cádiz. II*, 225-270. Cf.: LASO, F. J.; SOLA, S. (1820) [“Dictamen de la comisión de esta Sociedad... sobre la fiebre amarilla”]. *Periódico de la Sociedad Médico-Quirúrgica de Cádiz. I*, 338-347; *Periódico de la Sociedad Médico-Quirúrgica de Cádiz. III*, 175-176. Laso fue citado en las *Décadas de Medicina y Cirugía Practicas* de Manuel Hurtado de Mendoza en los tomos IV y V.

<sup>53</sup> “Observaciones que confirman la posibilidad de resolver los tumores escirrosos del pecho por medio de las aplicaciones repetidas de sanguijuelas; leídas por el socio de número D. Francisco Javier Laso en la sesión del 9 de Julio de 1823”. F. J. Laso, [Cádiz], 07/1823. **Memorias y Discursos**. ARCHIVO DE LA REAL ACADEMIA DE MEDICINA Y CIRUGÍA DE CÁDIZ. (Cádiz) leg<sup>o</sup>. IX-1.

<sup>54</sup> *Periódico de la Sociedad Médico-Quirúrgica de Cádiz. III*, 305.

<sup>55</sup> *Periódico de la Sociedad Médico-Quirúrgica de Cádiz. III*, 316.

<sup>56</sup> MELLADO, B. (1821) “Memoria en la que contesta a las objeciones que se han hecho al contagio de la fiebre amarilla y se refuta el sistema de la infección aplicado á esta calentura”. *Periódico de la Sociedad Médico-Quirúrgica de Cádiz. II*, 141-194.

en 175 páginas<sup>57</sup>. J. Gabarrón y Lozano (1806-1867) una censura en la que reconoce que “el régimen antiflogístico promete mayor número de curaciones”<sup>58</sup>, una *Observación de una flegmasia crónica periódica de los órganos digestivos*<sup>59</sup> y su discurso sobre las fiebres intermitentes basado en el brusista crítico F. G. Boisseau.<sup>60</sup> A. J. Azopardo y Fabre (c.1800-1854) sus *Observaciones de tétanos, tratado por el régimen antiflogístico*<sup>61</sup>. A. García Villaescusa, aunque muestra en una observación su desacuerdo con Broussais en el tema de la escrófula, no deja de señalar sus méritos<sup>62</sup>.

Hay que reconocer que son numerosas las notas alusivas al brusismo y a sus protagonistas que inserta Laso en el “*Periódico*” referidas tanto a autores españoles como franceses, pero también “observaciones” de estos últimos, en su mayoría publicadas en el “*Periódico*”, como las de L. Deleau<sup>63</sup>, A. Gerard<sup>64</sup>, J. A. Pérez -de Valdegrace<sup>65</sup>, L. P. Richond<sup>66</sup> y Lagneau<sup>67</sup>, o la reseña de los premios que otorgaba la Sociedad Académica de Medicina de Marsella<sup>68</sup>. Y, en relación con los beneficios de su terapéutica antiflogística, destacamos lo relacionado con las sanguijuelas en autores como Salaudiere<sup>69</sup>, Sabatier<sup>70</sup> y

<sup>57</sup> *Periódico de la Sociedad Médico-Quirúrgica de Cádiz. II*, 318. Se desconoce el paradero de este manuscrito de innegable valor para el estudio de la polémica brusista en Cádiz.

<sup>58</sup> *Periódico de la Sociedad Médico-Quirúrgica de Cádiz. V*, 32. Cf.: “Censura de las observaciones del tétanos curadas por el régimen antiflogístico”. José Gabarrón, Cádiz, 31/05/1828, **Memorias y Discursos**. ARCHIVO DE LA REAL ACADEMIA DE MEDICINA Y CIRUGÍA DE CÁDIZ. (Cádiz) leg<sup>o</sup>. XI-7.

<sup>59</sup> “Observación de una flegmasia crónica periódica de los órganos digestivos”. José Gabarrón, Cádiz, 15/06/1833. **Memorias y Discursos**. ARCHIVO DE LA REAL ACADEMIA DE MEDICINA Y CIRUGÍA DE CÁDIZ. (Cádiz) leg<sup>o</sup>. XV-18.

<sup>60</sup> *Periódico de la Sociedad Médico-Quirúrgica de Cádiz. V*: 5-7. Cf.: “¿Las fiebres dichas intermitentes son siempre producto de la gastro-enteritis?”. José Gabarrón, Cádiz, 12/04/1828. **Memorias y Discursos**. ARCHIVO DE LA REAL ACADEMIA DE MEDICINA Y CIRUGÍA DE CÁDIZ. (Cádiz) leg<sup>o</sup>. XI-7. y *Periódico de la Sociedad Médico-Quirúrgica de Cádiz. IV*: 134.

<sup>61</sup> *Periódico de la Sociedad Médico-Quirúrgica de Cádiz. V*, 18-30. Cf.: “Observaciones de Tétanos tratados por el régimen antiflogístico. Andrés Joaquín Azopardo, Cádiz, 24/05/1828. **Memorias y Discursos**. ARCHIVO DE LA REAL ACADEMIA DE MEDICINA Y CIRUGÍA DE CÁDIZ. (Cádiz) leg<sup>o</sup>. XI-6.

<sup>62</sup> GARCÍA VILLAESCUSA, A. (1829) “Consideraciones sobre la constitución escrofulosa”. *Periódico de la Sociedad Médico-Quirúrgica de Cádiz. V*, 226-235.

<sup>63</sup> DELEAU, L. (1824) “Observación de un embarazo gástrico, seguido de una fiebre biliosa, producido por una moneda de veinte sueldos que se tragó una niña”, *Periódico de la Sociedad Médico-Quirúrgica de Cádiz. IV*, 130-131.

<sup>64</sup> GERARD, A. (1824) “Pneumonía crónica más avanzada”, *Periódico de la Sociedad Médico-Quirúrgica de Cádiz. IV*, 167-171.

<sup>65</sup> “Observación de una calentura intermitente curada por los antiflogísticos; remitida á esta Sociedad por Dn. Juan Antonio Pérez, profesor de medicina, ayudante de clínica interna en el hospital de Valdegrace en Paris, leída en la sesión ordinaria del 9 de octubre de 1824”. Juan Antonio Pérez, Paris, s.f. **Memorias y Discursos**. ARCHIVO DE LA REAL ACADEMIA DE MEDICINA Y CIRUGÍA DE CÁDIZ. (Cádiz) leg<sup>o</sup>. X-16.

<sup>66</sup> RICHOND, L. P. (1824) “Observaciones de un botón canceroso y una parafimosis curados con la aplicación de sanguijuelas”. *Periódico de la Sociedad Médico-Quirúrgica de Cádiz. IV*, 157-158.

<sup>67</sup> LAGNEAU (1820) “Flegmasia recurrente de la superficie mucosa del tubo digestivo”. *Periódico de la Sociedad Médico-Quirúrgica de Cádiz. I*, 161-162.

<sup>68</sup> *Periódico de la Sociedad Médico-Quirúrgica de Cádiz. I*, 61; *Periódico de la Sociedad Médico-Quirúrgica de Cádiz. IV*, 230. Los temas de ambos premios están íntimamente ligados a la polémica brusista.

<sup>69</sup> *Periódico de la Sociedad Médico-Quirúrgica de Cádiz. II*, 94.

<sup>70</sup> “Apuntes sobre las sanguijuelas, modo de aplicarlas y de favorecer ó contrariar sus efectos según los diversos casos y accidentes que pueden ocurrir”. *Periódico de la Sociedad Médico-Quirúrgica de Cádiz. IV*, 177-182. Extracto de la obra de R. B. Sabatier (1822) *De la médecine opératoire*, revisado por Dupuytren.

Fallo<sup>71</sup>. De entre los españoles que se muestran más críticos en el “*Periódico*”, sin olvidar los aspectos positivos de la nueva doctrina, destacamos al sevillano N. Molero que, además de una memoria, hace entrega de los textos anti-brusistas de L. Castel y L. A. Lesage<sup>72</sup>. También veremos en el “*Periódico*” la reseña de una obra del catalán Ignacio Ameller contra el espíritu sistemático<sup>73</sup>. En el polo contrario J. M. Aguayo, tildado de entusiasta del brusismo por Laso, presenta una observación<sup>74</sup> y T. Amezqueta<sup>75</sup> otra con notas de interés en el contexto de la polémica. Como ha podido comprobarse la Real Academia de Medicina y Cirugía de Cádiz conserva testimonios manuscritos de muchas de las obras citadas en el “*Periódico*”, y de otras que se expusieron algunos años más tarde como la *Observación de una Neumonitis aguda... curada por el régimen antiflogístico* del que más tarde fuera Decano de la Facultad de Medicina de Madrid, J. M. López<sup>76</sup>, la *Observación de una pleuresía curada -también-... por el plan antiflogístico* de A. García Villaescusa<sup>77</sup>; y sin posicionamiento brusista las de una gastroenteritis intensa de Imperial Iquino<sup>78</sup> y la de una gastroenteritis aguda de J. García Arbolea (†1845)<sup>79</sup>. Queda así dibujada a grandes rasgos la polémica brusista en el ámbito gaditano, apreciándose su sentir generalizado de respeto liberal, elogioso incluso cuando se critica, nada doctrinario, más que ecléctico, receptivo e integrador de la obra, ideas y terapéutica de F.-J.-V.- Broussais que fue contrastada en la práctica clínica diaria en el Hospital Real de Cádiz. Aún se percibe la estela de Broussais al ser citado, entre “los autores de que sacamos más provecho”<sup>80</sup>, por F. Rubio y Galí (1827-1902) en el prólogo a su primer libro publicado cuando todavía era estudiante de la Facultad de Medicina de Cádiz en 1849. Quede de todo lo dicho la afirmación de que en España “el núcleo más importante de la asimilación de la medicina anatomoclínica sensu stricto fue el

<sup>71</sup> *Periódico de la Sociedad Médico-Quirúrgica de Cádiz*. III, 305.

<sup>72</sup> *Periódico de la Sociedad Médico-Quirúrgica de Cádiz*. V, 37. Se trata de las obras de L. Castel (1827) *Refutación de la doctrina médica del Dr. Broussais y nuevo análisis de los fenómenos de la calentura*, y L. A. Lesage (1827) *Peligro y absurdo de la doctrina fisiológica del Dr. Broussais*. La memoria se halla en: P[ORTO], M. J. (1824) “Extracto de una memoria sobre el no-contagio de la fiebre amarilla, leída a esta Sociedad por D. Nicolás Molero... en la sesión del 22 de febrero de 1823”, *Periódico de la Sociedad Médico-Quirúrgica de Cádiz*. IV, 41-58.

<sup>73</sup> *Periódico de la Sociedad Médico-Quirúrgica de Cádiz*. II, 195. Reseña de la obra de Ignacio Ameller y Ros (1820) *Prestigios de la ciega autoridad y del espíritu sistemático que se oponen a la verdadera observación*.

<sup>74</sup> AGUAYO, J. M. (1829) “Gastroenteritis crónica llevada al estado agudo, con induración de los órganos hepático y esplénico, e hipertrofia del corazón”, *Periódico de la Sociedad Médico-Quirúrgica de Cádiz*. V, 255-259.

<sup>75</sup> AMEZQUETA, T. (1829) “Historia y reflexiones sobre una ninfomanía seguida de epilepsia, esta de apoplejía intermitente y terminada con síntomas de reblandecimiento cerebral”. *Periódico de la Sociedad Médico-Quirúrgica de Cádiz*. V, 177-198. Amezqueta fue citado en las *Décadas de Medicina y Cirugía Practicas* de Manuel Hurtado de Mendoza en el tomo VIII.

<sup>76</sup> MARQUEZ ESPINOS, C. (1986) [155]: “Observación de una Neumonitis aguda complicada con flegmasias de las Pleuras y de la mucosa gastrointestinal, curada por el régimen antiflogístico seguido, etc. Leída en la Sesión literaria de 4 de Junio de 1835. Por el Catedrático de numº. Dr. D. José Mº. López.”

<sup>77</sup> “Observación reciente de una pleuresía doble curada por el plan antiflogístico”. Antonio García de Villaescusa, Cádiz, 17/06/1837. **Legajos de Actas**. ARCHIVO DE LA REAL ACADEMIA DE MEDICINA Y CIRUGÍA DE CÁDIZ. (Cádiz) XXIV-13.

<sup>78</sup> “Observación de una Gastroenteritis intensa”. Imperial Iquino Mendoza, Cádiz, 1838. **Legajos de Actas**. ARCHIVO DE LA REAL ACADEMIA DE MEDICINA Y CIRUGÍA DE CÁDIZ. (Cádiz) XXV-5.

<sup>79</sup> GARCÍA ARBOLEYA, J. (1841) [150-160].

<sup>80</sup> RUBIO Y GALÍ, F. (2002) [IX].

grupo encabezado por F. J. Laso de la Vega...<sup>81</sup>, si bien ello no impidió que asimilasen y difundiesen las ideas brusistas. Fuera del ámbito médico, pero aún en tierras gaditanas, queremos finalmente señalar las citas al brusismo que realizaron el autor de *El trovador*, A. García Gutiérrez (1813-1884)<sup>82</sup>, y la novelista C. Böhl de Faber (1796-1877)<sup>83</sup>, muestra de la popularidad que adquirió en España el padre de la Medicina fisiológica. Después de todo lo dicho no es de extrañar que el médico escritor Pío Baroja (1872-1956) afirmase: “Respecto a la medicina moderna, los iniciadores de ella son Bichat y Broussais.”<sup>84</sup>

## BIBLIOGRAFÍA

- ACKERKNECHT, E. H. (1953) Broussais or A Forgotten Medical Revolution. *History of Medicine* (27) 320-343.
- ACKERKNECHT, E. H. (1986) *La médecine hospitalière à Paris. 1794-1848*. Paris. Payot.
- ARGUMOSA, D. DE (1848) *La filosofía médica militante, escaramuza repulsiva contra una salida impetuosa del Sr. Hysern*. Madrid. Imp. Delgrás hnos.
- ARGUMOSA, D. DE (1849) *Otra fraterna amorosa dirigida al mismo Hisern y por el mismo Argumosa*. Madrid. Imp. de D. Gabriel Gil.
- AYMES, J. R. (1996) *Tres médicos franceses en la guerra de España (1793-1795 y 1808-1814) Percy, Larrey y Broussais*. en: GIL NOVALES, A. (dir.) *Ciencia e independencia política*. Madrid. Orto.
- BAROJA, P. (1997) *Galería de tipos de la época. Desde la última vuelta del camino. Memorias II*. Obras completas. Barcelona. Círculo de Lectores. II.
- BÖHL DE FABER, C. (1961) *La Gaviota*. en: *Obras de Fernán Caballero*. Madrid. Atlas. II.
- BOUILLAUD, J. (1841) *Ensayo sobre filosofía médica y sobre las generalidades de la clínica médica, precedido de un resumen filosófico de los principales progresos de la medicina y seguido de un examen comparativo de los resultados de las sangrías repetidas sin cesar, y de los del antiguo método en el tratamiento de las inflamaciones agudas*. Madrid. Imp. Vda. Jordán e hijos.
- BROUSSAIS, F. J. V. (1822) (a) *Histoire des phlegmasies ou inflammations chroniques, fondée sur de nouvelles observations de clinique et d'anatomie pathologique*. 3ª. Paris. Imp. de Feugueray. III.
- BROUSSAIS, F. J. V. (1822) (b) *Principios fundamentales de la Medicina Fisiológica y Examen de las doctrinas médicas y de los sistemas de nosología*. Madrid. Imp. Denne hijo. IV.
- BROUSSAIS, F. J. V.; MOCQUOT, G. P. (1811) *Lettre a M. M. les Chirurgiens majors des Regiments du premier Corps de l'armée Imperial du midi en Espagne, par F. J. V. Broussais et G. P. Mocquot, Médecin et Chirurgien principaux du même Corps, Sur le service de santé intérieur des corps armés*. Xerez de la Frontera.

<sup>81</sup> LÓPEZ PIÑERO, J. M. (ed.) (1992) *La ciencia en la España del siglo XIX*. Madrid. Marcial Ponz. [214]

<sup>82</sup> GARCÍA GUTIÉRREZ, A. (2002) I [50]. García Gutiérrez fue alumno del Colegio de Cirugía gaditano en 1831.

<sup>83</sup> BÖHL DE FABER, C. (1961) I [11]. La cita pertenece a la obra *La Gaviota*, considerada como la primera novela contemporánea española.

<sup>84</sup> BAROJA, P. (1997) II [252].

- CARMENAL RAMOS, J. (1892) *Biografía del ilustre montañés Don Diego Argumosa y Obregón. Memoria premiada en los juegos florales y certamen científico-literario celebrados en Santander en 1892*. Madrid. R. Velasco Imp.
- CEBALLOS, J. (1841) *Escritos de F. J. V. Broussais*. en: MONTEGRE, H. DE. *Noticia histórica de la vida, tareas literarias, opiniones médicas y filosóficas de F.-J.-V. Broussais precedida de su profesión de fe, y seguida de los discursos que se pronunciaron sobre su tumba*. Cádiz. Imp. de la Revista Médica. [87-92].
- COMENGE FERRER, L. (1914) *La Medicina en el siglo XIX. Apuntes para la historia de la Cultura Médica en España*. Barcelona. Imp. Espasa.
- DUBOIS D'AMIENS, C. F. (1844,1845) *Tratado de Patología general*. Cádiz. Imp. Lib. Lit. de la Sociedad de la Revista Médica. II.
- FÉE, A. L. A. (1861) *Souvenirs de la Guerre d'Espagne dite d'Independence:1809-1813*. Paris. Michel Lévy Frères, Lib.-ed.
- FERNÁNDEZ, A. (1826) *Prólogo*. en: CAIGNOU, E. DE; QUEMONT, A. *Lecciones del Doctor Broussais sobre las flecmasías gástricas llamadas fiebres continuas esenciales de los autores y sobre las flecmasías cutáneas agudas*. Madrid. Imp. de los hijos de D<sup>a</sup>. Catalina Piñuela. [I-XVI].
- GARCÍA ARBOLEYA, J. (1841) "Historia de una gastro-enteritis aguda. Sesión del 13 de marzo de 1841". *Revista mensual de medicina y Cirugía*, III, 150-160.
- GARCÍA del CARRIZO SAN MILLAN, M. G. (1963) *Historia de la Facultad de Medicina de Madrid. 1845-1931*. Tesis doctoral inédita. Universidad Complutense de Madrid. II.
- GARCÍA GUTIÉRREZ, A. (2002) *El escribiente memorialista*. en: A.A. V.V. *Los españoles pintados por sí mismos*. Madrid. Visor Libros. II.
- GÓMEZ CARRASCO, J. (1827) *Ensayo sobre las flegmasías agudas del tubo digestivo observadas en el estío y otoño del año de 1826, y curadas según la Doctrina Fisiológica del Dr. Broussais*. Cádiz. Imp. de la Casa de Misericordia.
- HURTADO DE MENDOZA, M. (1826) *Vindicación y esplicación de la Medicina Fisiológica, en respuesta al escrito de los Sres. González-Ayensa y Quintanilla, intitulado: Refutación de las nuevas doctrinas médicas del Dr. Broussais*. Madrid Imp. que fue de Fuentenebro.
- LAÍN ENTRALGO, P. (1954) *Vida y obra de R. T. J. Laënnec*. en: *Laënnec. Estudio preliminar de Pedro Laín Entralgo*. Madrid. C.S.I.C. [5-80].
- LASO DE LA VEGA, F. J. (1824) "Annales de la médecine & Anales de la medicina fisiológica. Por F. J. V. Broussais, Dr. en medicina. Enero de 1823". *Periódico de la Sociedad Médico-Quirúrgica de Cádiz*. IV, 128-130.
- LASO DE LA VEGA, F. J. (dir.) (1820, 1821, 1822, 1824,1829) *Periódico de la Sociedad Médico-Quirúrgica de Cádiz*. I-V. Cádiz. Imp. de la Casa de la Misericordia y Oficina de la Viuda e hijo de Bosch.
- MARAVÉ EYZAGUIRRE, F. (1982) *El Periódico de la Sociedad Médico-Quirúrgica de Cádiz (1820-1831). Indización y estudio crítico*. Tesis doctoral inédita. Universidad de Cádiz.

- MARQUEZ ESPINOS, C. (1986) *Las Juntas Literarias del Real Colegio de Cirugía de Cádiz. Catálogo de las "Observaciones" manuscritas (1742-1836)*. Cádiz. S.P. Universidad de Cádiz.
- MÉNEDEZ ÁLVARO, F. (1851) *Zurribanda crítico-médico-literaria que dá al Dr. D. Joaquín Hysern y Molleras (luz y espejo de la homeopatía española), cierto oscuro pelafustán llamado el Br. Ajenjos*. Madrid. Imp. M. Delgrás.
- MIQUEO MIQUEO, C. (1986) *Introducción y difusión de la "Médecine Physiologique" de F. J. V. Broussais (1772-1838) en España*. Tesis doctoral inédita. Universidad de Zaragoza. Publicado un "Resumen de la tesis". S.P. Universidad de Zaragoza.
- MIQUEO MIQUEO, C. (1987) (a) "Las historias clínicas brusistas, reflejo de la asimilación de la doctrina de F. J. V. Broussais (1772-1838)". *Llull*, (10) 94-124.
- MIQUEO MIQUEO, C. (1987) (b) *La introducción y difusión del brusismo en España*. en: ARQUIOLA, E.; MARTÍNEZ-PÉREZ, J. *Ciencia en expansión: Estudios sobre la difusión de las ideas científicas y médicas en España (siglos XVIII-XX)* Madrid. Universidad Complutense de Madrid. [159-180].
- MONTEGRE, H. DE (1841) *Noticia histórica de la vida, tareas literarias, opiniones médicas y filosóficas de F.-J.-V. Broussais precedida de su profesión de fe, y seguida de los discursos que se pronunciaron sobre su tumba*. Cádiz. Imp. de la Revista Médica.
- OROZCO ACUAVIVA, A. (1980) "El Periódico de la Sociedad Médico-Quirúrgica de Cádiz (1820-1831)" *Boletín Informativo del Colegio Oficial de Médicos de la Provincia de Cádiz* (2) 5-9.
- PESET REIG, R. (1963) "La patología cardiorrespiratoria en la primera mitad del siglo XIX español (1795-1854)". *Archivo Iberoamericano de Historia de la Medicina y Antropología Médica*, (15) 165-262.
- PIQUER, J. A. (1828) *Broussais abandonado y Palinodia en que confiesan los médicos fisiólogos la impotencia de defender su doctrina*. Madrid. Imp. de Miguel de Burgos.
- RACIBORSKI, A. (1841) *Resumen práctico y razonado de diagnóstico*. Madrid. Imp. Viuda de Jordan e hijos. II.
- RODRÍGUEZ BALLESTEROS, J. J. (2004) "Lettre a M. M. les Chirurgiens majors des Regiments du premier Corps de l'armée Imperial du midi en Espagne, par F. J. V. Broussais et G. P. Mocquot, Mèdeecin et Chirurgien principaux du même Corps, Sur le service de santé intérieur des corps armés. Xerez de la Frontera. (1811) [Reseña]". *Llull*, 27 (59) 516-517.
- RUBIO Y GALÍ, F. (2002) *Manual de Clínica Quirúrgica (1849-1850)*. Cádiz. S. P. Universidad de Cádiz.
- VARELA MONTES, J. (1823) "Observación de gastro-enteritis (Calenturas esenciales de los autores) curada con el plan antiflogístico". *Décadas de Medicina y Cirugía Prácticas*. X, 168-176.
- VARELA MONTES, J. (1852) *Opúsculo de las más notables doctrinas y sistemas médicos desde Hipócrates hasta el día*. Santiago. Imp. de Jacobo Souto.

# LA PERVIVENCIA DEL PENSAMIENTO MÍTICO EN LAS TEORÍAS BIOLÓGICAS SOBRE EL ORIGEN DE LAS RAZAS HUMANAS (1859-1900)

JUAN M. SÁNCHEZ ARTEAGA  
DEPARTAMENTO DE HISTORIA DE LA CIENCIA, CSIC, MADRID

## RESUMEN

*El presente trabajo estudia el cambio en el imaginario de la antropología naturalista occidental (desde el siglo XVI hasta fines del siglo XIX), por el cual la figura mitológica del salvaje -como criatura perdida en la frontera entre lo humano y lo bestial- se transforma históricamente hasta llegar, con la biología evolucionista decimonónica, al concepto del «eslabón perdido». En este sentido, se estudian las conexiones simbólicas entre la idea del «eslabón perdido» y el mito antropológico del «salvaje» en la biología humana norteamericana, británica, alemana y francesa de la segunda mitad del siglo XIX.*

**Palabras clave:** *Mythos, Logos, «eslabón perdido», «salvaje», evolución humana, racismo científico.*

## ABSTRACT

*This paper analyzes the symbolic connexions between the mythological concept of the «savage» -a creature lost in the human-animal border-line- and the scientific concept of a «Missing-link», up to the end of the XIXth Century. Some relevant examples of such symbolic connexions between Mythos and Logos can easily be found in the history of human evolutionary biology in the U.S, Great Britain, Germany and France.*

**Keywords:** *Mythos, Logos, «missink link», «savage», human evolution, scientific racism.*



## 1. INTRODUCCIÓN: LA RACIONALIZACIÓN BIOLÓGICA DEL MITO DEL SALVAJE

Entre los siglos XVI y XVIII, con el impulso del racionalismo y de la ilustración, cuando el vocabulario épico del *mythos* caía rápidamente en desuso y era suplantado por los campos semánticos propios del *logos* científico<sup>1</sup>, la figura simbólica del *salvaje* se incorporó al discurso de las *ciencias naturales* a través de una serie de autores de enorme influencia. Médicos, antropólogos y naturalistas de primera línea, entre los que se incluyen figuras de la talla de Paracelso, Gesner, Aldrovandi, Tyson, La Peyrere, etc., hasta llegar al mismo Linneo, ya cerca de 1800, proyectaron el viejo concepto mítico del *salvaje* sobre el estudio de los *simios* antropomorfos, por un lado, y de las *poblaciones humanas de otros continentes* por el otro.

Por un lado, su incorporación a la *primatología* coincidirá con un periodo en el que el mundo sabio de Europa comenzaba a interesarse por los monos *humanoideos* que los viajeros, al retornar desde Asia y África, describían en sus relatos. Además, el interés suscitado entre los intelectuales por los frecuentes casos de niños deformes nacidos de madres “normales”, así como por los diversos hallazgos de jóvenes solitarios encontrados en los bosques y supuestamente criados entre las bestias -el mismo tipo de *salvaje* que más tarde sería llamado *Homo ferus* por Linneo-, propició que algunos de los más influyentes naturalistas de los siglos XV y XVI llegaran a defender la *existencia real* de unos seres que, tal y como habían sido descritos previamente por la mitología popular de las épocas clásica y medieval, suponían un eslabón intermedio entre “el hombre” y la bestia. Los nuevos datos aportados por la ciencia acerca de los simios antropomorfos fueron integrados simbólicamente dentro del viejo cajón conceptual que había creado la idea del salvaje como la de un ser perdido en la frontera de lo humano y el mundo animal. La incipiente disciplina de la primatología abrió así para el viejo concepto mítico «un espacio teórico y racional dentro del pensamiento moderno»<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Sobre este asunto remito a GADAMER (1997), especialmente el capítulo sobre «El problema del mito en la situación del pensamiento ilustrado».

<sup>2</sup> BARTRA (1996), p.244.

Pero por otra parte, como hemos indicado, esa imagen racionalizada de un eslabón intermedio entre el ser humano y el animal se iba a proyectar también sobre los pueblos de otros continentes, con quienes los europeos habían multiplicado las ocasiones de contactar desde fines del siglo XV, gracias al reciente “descubrimiento” de América y a la pujanza, entre los siglos XVI y XVII, de las distintas rutas comerciales abiertas por los nacientes imperios mercantiles europeos. La idea de que estos pueblos alejados pertenecían a una *estirpe* genealógica diferente a la de Adán -y, por tanto, a la del “hombre blanco”- comenzó así a encontrar un lugar preeminente dentro del naturalismo antropológico occidental de aquel periodo.

Para proceder a analizar el complejo proceso de racionalización científica del concepto de salvaje hasta su incorporación dentro de los modelos decimonónicos para la reconstrucción biológica del eslabón perdido, intentaremos, en lo que resta del capítulo, dar un fundamento histórico a la idea de que «la oposición entre *mythos* y *logos* no es tan sencilla como a veces se ha pretendido, y el tránsito desde las nubes de la mitología al pensamiento racional no es una calzada tan claramente trazada. En realidad, la contraposición entre *mythos* y *logos* es muy engañosa: un estudio cuidadoso de la evolución de ciertos mitos nos enseña que pueden muy bien adoptar una forma racional y desprenderse de sus envolturas religiosas y rituales»<sup>3</sup>.

Por razones de espacio, en este trabajo sólo se analizan los casos de la antropología física decimonónica en los Estados Unidos, Gran Bretaña, Alemania y Francia<sup>4</sup>.

## 2. LA IDENTIFICACIÓN DEL «SALVAJE» CON LAS POBLACIONES NO EUROPEAS EN LA HISTORIA DE LA ANTROPOLOGÍA NATURALISTA OCCIDENTAL

Por lo que respecta a la aceptación, por parte de la ciencia, de la *existencia verídica* de los seres salvajes que, hasta la edad media, habían estado confinados en el terreno imaginario del folklore y la mitología europeas, quizá el primer libro dedicado enteramente a confirmar la presencia *real* de estas criaturas *híbridas* de la frontera humano-animal sea el que, a comienzos del siglo XVI, escribiera Paracelso con el título de *Liber de nymphis, sylphis, pigmaeis et salamandras et de caeteris spiritibus*<sup>5</sup>. En él, el médico suizo describía la existencia de ninfas (sirenas de los mares), hombres salvajes (silvanos, o gentes del bosque), pigmeos (gnomos, o gentes de la montaña) y salamandras (habitantes de los volcanes), como criaturas existentes realmente, dotadas «de razón humana, aun cuando no de alma»<sup>6</sup>. Según Paracelso, además,

<sup>3</sup> BARTRA (1996), p. 249.

<sup>4</sup> Este trabajo es parte de un capítulo más amplio dentro de la tesis doctoral que preparamos, donde se analizan también los casos de España, Portugal, Italia...

<sup>5</sup> Existe traducción española: PARACELSO (Ph. A. Theophrastus Bombast von Hohenheim), *Libro de las ninfas, los silfos, los pigmeos, las salamandras y los demás espíritus*, Trad. y ed. bilingüe de Pedro Gálvez, Obelisco, Barcelona, 1983.

<sup>6</sup> PARACELSO (1983), I, I: 35, cit. en Bartra (1996), p. 225.

«Ellos son, entre todos los animales, los que más se acercan y aproximan al hombre, de tal suerte que son llamados gentes y hombres, y tomados por tales, y respetados por tales, de tal suerte que no existe, por lo tanto, diferencia alguna, excepción hecha de su naturaleza de espíritu y de su falta de alma. Son criaturas extrañas y maravillosas, dignas de ser contempladas por sobre todas las demás»<sup>7</sup>.

Por lo que aquí nos interesa, la importancia de esta obra radica en que «Paracelso realiza uno de los primeros intentos de dar una explicación científica -aún sumergida en las brumas de la teología medieval- a los hombres salvajes: acepta como un hecho la presencia de un *eslabón intermedio* entre la bestia y el hombre, tal como lo describía la mitología popular, aun cuando no cree, desde luego, en un proceso evolutivo de la primera al segundo»<sup>8</sup>.

En su *Libro de las ninfas, silfos, pigmeos y salamandras*, Paracelso todavía no identificaba a estos seres salvajes -que consideraba como evidentemente reales- con los habitantes de otras regiones del planeta. De hecho, todas sus criaturas salvajes se encontraban ubicadas en lo más profundo de la naturaleza europea. Sin embargo, en otros escritos de índole antropológico, Paracelso hablaba de los indígenas americanos recientemente "*descubiertos*", en términos análogos a los utilizados por él mismo para referirse a sus seres mitológicos. Según Paracelso, los indígenas americanos habían nacido «después del diluvio, y tal vez no tienen alma; en él habla parecen loros»<sup>9</sup>. Además, el médico suizo afirmaba que *no podía creerse que tales gentes descendieran -como los europeos- de Adán y de Eva*. Así, el presupuesto básico de la que, en el cientifista siglo XIX, llegaría a conocerse como *antropología poligenista* -es decir, que la *raza blanca* procedía de un *linaje evolutivo* diferente al resto- puede retrotraerse al menos a las especulaciones mitológicas de Paracelso acerca del carácter *salvaje* de las poblaciones amerindias:

«Es más probable que desciendan de otro Adán, ya que nadie probará fácilmente que tienen parentesco carnal o sanguíneo con nosotros»<sup>10</sup>.

Ya en el siglo XVII, la idea de que el "*hombre blanco*" no podía haber surgido de la misma cuna que los indígenas americanos, africanos, etc., fue adquiriendo una importancia creciente entre los naturalistas, quienes trataron de aportar soluciones científicas para el misterio de la *antropogenia*, es decir, para el problema de la aparición del género humano y su extraordinaria diversificación racial. Como señalan Brace y Montagu<sup>11</sup>,

«el siglo XVII había producido una variedad de estimaciones para la cantidad de tiempo que, presumiblemente, había transcurrido desde la creación, todas ellas cercanas a los seis mil años, o incluso menos. Aunque esto parecía un periodo de tiempo muy largo para muchos, resultaba desconfortantemente corto para aquellos que, contemplando las pieles negras y los cabellos lanosos de los aborígenes africanos, trataban de imaginarse cómo estas características pudieron haberse originado a partir de los rasgos blancos de Adán y de Eva, tal y como estos aparecían representados en las pinturas religiosas del viejo mundo»<sup>12</sup>.

<sup>7</sup> PARACELSO (1983), I, I: 37, cit. en Bartra (1996), p. 226.

<sup>8</sup> BARTRA (1996), p. 233.

<sup>9</sup> Citado en THOMAS BENDYSHE, «The history of Anthropology», *Memoirs of of the anthropological society of London*, I (1863-64), pp. 353-54. Cit. en BARTRA (1996), 226-227.

<sup>10</sup> *Ibidem*.

<sup>11</sup> BRACE, C. L., y MONTAGU, ASHLEY (1977), *Human evolution*, 2ª ed, Mac Millan. N.Y.-Londres, pp. 366-386.

Sin dar todavía una interpretación evolucionista a la variabilidad morfológica en la especie humana, para muchos de los principales naturalistas del siglo XVII los “no occidentales” se transformaron sibólicamente en extrañas *criaturas* perdidas en la frontera de lo humano, similares, en este sentido, a los simios antropomorfos. Ya hemos hablado del famoso cercopiteco de Conrad Gesner que, blandiendo un garrote, aparecía representado en la *Historia animalium* como un auténtico «hombre salvaje». No habíamos dicho que Gesner lo describía, además, en estos términos:

«Es un animal feroz, pero de una inteligencia tal que podría decirse que algunos hombres le son inferiores en este aspecto: ciertamente no entre nuestros conciudadanos, sino entre los bárbaros que habitan regiones de climas inhóspitos, como los etíopes, los nímidas y los lapones»<sup>13</sup>.

Un siglo después, Aldrovandi<sup>14</sup> repetía una idéntica asociación entre el mono cercopiteco, caracterizado ahora como *Homo sylvaticus*, y los habitantes humanos de tierras remotas. El propio Aldrovandi, algo más tarde, en su *Monstruorum historia*, onírico y fascinante trabajo sobre la historia natural de los monstruos, clasificó a «caníbales y pigmeos» al lado de «hombres y mujeres silvestres»<sup>15</sup>. La opinión de que todas estas formas humanas (o semihumanas) gozaban de una naturaleza esencialmente distinta a la de los pueblos del viejo continente, iba ganando peso en la tradición antropológica occidental. Pero estas cuestiones adquirieron una inusitada notoriedad pública a mediados de siglo XVII, cuando, en 1655, Isaac de la Peyrere -quien, más tarde, sería considerado por los antropólogos poligenistas decimonónicos como «el primero que francamente se erigió en campeón de la multiplicidad de especies humanas»<sup>16</sup>-, publicó un opúsculo titulado *Praeadamitae*, en el que se daba detalle de las «condiciones de los primeros hombres antes de Adán»<sup>17</sup>. El escándalo provocado por esta obra de La Peyrere -que enseguida publicó otro libro sobre el mismo tema, todavía más detallado que el anterior<sup>18</sup>-, alcanzó tanto a los pensadores religiosos ortodoxos como a los sabios y naturalistas más avanzados de su tiempo. El mismo año de su aparición, su *Sistema teológico sobre la hipótesis preadamítica* fue traducido a varias lenguas. Enseguida aparecieron innumerables trabajos para condenar las herejías peyrerianas, hasta el punto de que el mismo de la Peyrere fue juzgado por la inquisición y se vio obligado a desdecirse ante el Papa Alejandro VII<sup>19</sup>.

El argumento de La Peyrere se basaba en una interpretación antropológica del Génesis, y su principal conclusión era que el relato bíblico narraba únicamente «la historia

<sup>13</sup> GESNER (1551), I, p. 970. Cit. en BARTRA (1996), p. 239.

<sup>14</sup> En su *Monstruorum historia*, Bononiae, Nicolai Tebaldini.

<sup>15</sup> ALDROVANDI, ULISSE (1642), *Monstruorum historia*, Bononiae, Nicolai Tebaldini, cit. en Canestrini (2001), p. 422.

<sup>16</sup> ARIZA, RAFAEL (1874), «Diferencias específicas de las razas humanas», *Revista de Antropología, órgano oficial de la Sociedad Antropológica Española*, Tomo I, Madrid, pp. 18-32...96-110...171-185...341-356, pág. 27.

<sup>17</sup> PEYRERE, ISAAC DE (1655a), *Praeadamitae sive Exercitatio super versibus duodecimo, decimotertio, & decimoquarto, capituli quinti Epistolae D. Pauli ad Romanos... Primi Homines ante Adamus conditio*. Amsterdam, Ed. Elsevier.

<sup>18</sup> PEYRERE, ISAAC DE LA (1655b), *Systema Theologicum ex Praeadamitarum hipótesis*, Amsterdam.

<sup>19</sup> BRACE Y MONTAGU (1977), p. 374.

<sup>20</sup> ARIZA (1874), p. 27.

del pueblo judío, y no la de todos los hombres en general»<sup>20</sup>. Lo cierto era que, en el capítulo quinto del Génesis, «los hijos de Dios aparecen representados como las razas de Adán, y los hijos de los hombres como las *razas no adámicas*»<sup>21</sup>. Además, en ese mismo capítulo, el Génesis explicaba cómo Caín, expulsado del edén, teme ser muerto por *cualquiera que le hallare*, de forma que Dios marca a Caín con una señal y declara que, si *alguien* acabara con la vida del fratricida, sería siete veces castigado. Posteriormente, el libro especificaba cómo Caín se estableció en el país de *Nod*, al oriente del edén, donde pronto *conoció a su mujer* y, apenas tuvo un hijo, estableció una ciudad. De la Peyrere sostenía, además, que de una lectura atenta del capítulo décimo -cuando el Génesis hablaba del destino corrido por la familia de Noé tras el diluvio- podía concluirse que toda la descendencia de éste habría originado exclusivamente a los semitas y otros miembros de la “raza blanca”, si bien no a todos «pues no menciona a los persas, a los bactrianos ni a los indios, y por el occidente, no pasa del mar Egeo»<sup>22</sup>. En definitiva, la teoría defendida por La Peyrere sostenía que *las poblaciones africanas, americanas, asiáticas, etc., ya existían en la tierra antes de que Dios crease a Adán y Eva*.

A pesar del tono herético de la hipótesis preadamítica, las teorías de La Peyrere tuvieron una enorme influencia entre algunos de los más avanzados pensadores de su época y, ya en el siglo dieciocho, ideas muy semejantes fueron repetidas por grandes naturalistas como Félix de Azara<sup>23</sup>, o por intelectuales como Voltaire, para quien «hubiese sido muy triste que, habiendo tantas especies de monos, existiese una sola de hombre»<sup>24</sup>. Este último sabio francés no titubeaba en manifestar una sorpresa enorme, superior, a su juicio, a la del «primer blanco que vio a un negro», ante «el pensador que sostiene que este negro procede de un par blanco»<sup>25</sup>. Por su parte, Linneo, en la primera edición del “*Sistema de la Naturaleza*”<sup>26</sup> -donde, de forma pionera, se clasificaba científicamente a la humanidad dentro del *orden biológico* de los primates- situó al *Homo Europaeus albescens* al frente de una lista jerárquica, constituida por el *H. Americanus rubescens*, el *H. Asiaticus fuscus* y el *H. Africanus Niger*. En el listado vertical propuesto por Linneo, la última variedad humana quedaba situada en la frontera misma entre el ámbito puro de lo humano (lo europeo) y el de la perfecta animalidad, ya que inmediatamente después del *negro* aparecían clasificados los *monos antropomorfos*. En palabras del gran historiador italiano Giulio Barsanti, el *hombre negro africano* de Linneo «se esfumaba en el espacio taxonómico del primero de los

<sup>21</sup> TOPINARD, PAUL (1884), *L'Anthropologie*, Paris, Reinwald (4ª ed.), p. 531.

<sup>22</sup> SALES Y FERRÉ (1881), *El hombre primitivo y las tradiciones orientales. La ciencia y la religión*. Conferencias dadas en el Ateneo Hispalense, Sevilla-Madrid, Imp. El Mercantil Sevillano, p. 84.

<sup>23</sup> Quien, ante la imposibilidad de defender una comunidad de origen para los europeos y los nativos americanos, sostendrá que «fueron creadas dos parejas humanas, distribuidas en América y Europa». Cf. GALERA (1995) «El Ideario biológico de Félix de Azara: referentes en la ciencia europea», en ARQUIOLA, ELVIRA y MARTÍNEZ, J.L., (eds) (1995), pp. 45-56.

ARQUIOLA, ELVIRA y MARTÍNEZ, J.L., (eds) (1995), *Ciencia en expansión*, Madrid, Ed. Complutense.

<sup>24</sup> VOLTAIRE, *Relation touchans un maure blanc*. Reproducido en DUCHET, M (1984), *Antropología e historia en el siglo de las luces*, México, siglo XXI, p. 250. Citado en Galera, *op. cit.*, p. 55.

<sup>25</sup> ARIZA (1874), p. 28.

<sup>26</sup> LINNEO (1735: 6bis), *Systema naturae, sive regna tria naturae systematice proposita per classes, ordines, genera et species*, Ludguni Batavorum, apud Theodorum Haak. Era tan sólo la primera edición de su *sistema*.

<sup>27</sup> BARSANTI, GIULIO (1986), «L'uomo tra “storia naturale” e medicina. 1700-1850. Gli strumenti geometrici e la localizzazione delle funzioni cerebrali», p. 16. Incluido en BARSANTI, GIULIO, GORI-SAVELLINI,

simios -*Simia cauda carens*- o sea, el chimpancé»<sup>27</sup>. De esta forma, para la corriente más avanzada de la historia natural dieciochesca, el *negro* había pasado a ocupar, *exactamente, el mismo espacio simbólico* que, desde tiempo inmemorial, la mitología y el folklore europeos habían reservado a la figura imaginaria del *hombre salvaje*.

Por lo demás -como es bien conocido-, a finales del siglo XVIII se vivían momentos de gloria para las ciencias, pues en esas fechas un pequeño grupo de heroicos naturalistas había comenzado a hacer cábalas evolucionistas sobre nuestro origen.

### 3. ANTROPOLOGÍA SIMBÓLICA DE LA IDEA BIOLÓGICA DEL ESLABÓN PERDIDO

Teniendo como punto de referencia el *horizonte de comprensión* propio de la burguesía de las sociedades imperialistas y esclavistas del siglo XIX, a continuación intentaré describir las conceptualizaciones científicas sobre el estatus biológico de los pueblos “no occidentales” en numerosos estudios especializados en evolución humana del periodo. Para la biología humana decimonónica, las variedades humanas no europeas siguieron presentándose como una especie de eslabón intermedio entre el *blanco civilizado* y la *bestia*, entre el “*hombre*” por antonomasia y el *mono* por antonomasia. Sin embargo, las recientes teorías científicas sobre la evolución de las especies obligaban a una remodelación simbólica de las viejas asociaciones mitológicas utilizadas por la historia natural anterior. En el nuevo horizonte de comprensión evolucionista de fines del XIX, los humanos de origen no-europeo serán desplazados hasta una posición simbólica estrechamente vinculada a la nueva idea biológica del *eslabón perdido*, que desde el inicio sería conceptualizado por los antropólogos evolucionistas como un auténtico *hombre-mono*.

Durante todo el siglo XIX los estudios sobre la evolución humana se vieron abocados a trabajar sobre una base empírica forzosamente reducida, debido a la escasez de fósiles humanos. Nos encontramos aún lejos del descubrimiento de los australopitecinos -por cierto, presentados en 1925 al mundo científico como «*hombres-mono* sudafricanos»<sup>28</sup>. Por su parte, el primer ejemplar de *Homo erectus* -denominado originalmente *Pithecanthropus erectus*, es decir, el *mono-hombre* erguido- no sería descubierto hasta 1894<sup>29</sup>. Así, hasta 1900, la inmensa mayoría del registro fósil de homínidos estuvo constituida por especímenes de *Homo sapiens* anatómicamente *modernos* (las llamadas “razas” de Cromagnon,

SIMONETTA, GUARNIERI, PATRIZIA, POGLIANO, CLAUDIO (1986), *Misura d'uomo. Strumenti, teorie e pratiche dell'antropometria e Della psicologia sperimentale tra '800 e '900*, Istituto e Museo di Storia Della Scienza, Firenze, pp. 11-50.

<sup>28</sup> DART, RAYMOND A. (1925), «*Australopithecus africanus: The Man-Ape of South Africa*», *Nature* 115, pp. 623-625.

<sup>29</sup> DUBOIS, EUGENE (1894), *Pithecanthropus erectus: Eine Menschenaenliche Uebergangsform aus Java*, Batavia, Landsdruckerei.

<sup>30</sup> Para la descripción decimonónica de estas razas prehistóricas, Cf. QUATREFAGES, JEAN-LOUIS ARMAND DE, y HAMY, ERNEST T. (1882), *Crania ethnica: les crânes des races humaines*, Paris, Baillièrre; HAMY, E.T. (1889), «Nouveaux matériaux pour servir à l'étude de la paléontologie humaine», en AA.VV. (1889), pp. 405-450.

Furfooz, etc.)<sup>30</sup>, más un heterogéneo conjunto de fósiles neandertaloídes que, hasta fines de siglo, serían agrupados dentro de la llamada “raza de Caanstadt”<sup>31</sup> y cuyo estatus paleontológico sería objeto de continuas discusiones<sup>32</sup>. Ante esta escasez de material fósil verdaderamente *primitivo*, los antropólogos decimonónicos tuvieron, por fuerza, que hacer uso de la matriz conceptual previa de la antropología biológica para elaborar sus vanguardistas teorías acerca del «eslabón perdido» en la rama homínida. En este sentido cobró forma uno de los principales ejes teóricos de la antropología evolutiva de la segunda mitad del siglo: la descripción de los pueblos lejanos como variedades biológicas atávicas o, en cualquier caso, menos *evolucionadas* que el *hombre blanco* y, por así decir, más próximas a la naturaleza de los primeros homínidos. Para la antropología evolutiva decimonónica -tanto en sus variantes poligenista como monogenista-, los pueblos no europeos pasaron a constituir el principal substrato empírico, junto a los escasos fósiles humanos significativos, para enfrentarse científicamente a la reconstrucción biológica de nuestros orígenes. Carl Vogt, uno de los bio-antropólogos más vanguardistas del periodo, lo justificaba de esta forma:

«Las investigaciones prehistóricas de los últimos años han probado con argumentos irresistibles y cada vez más convincentes que nuestros ancestros en Europa eran salvajes cuyos usos y costumbres no pueden ser comprendidos sino a través del estudio comparado del modo de vida de los salvajes actuales. La etnología comparada se ha convertido así en una de las bases de la ciencia prehistórica»<sup>33</sup>.

En consecuencia, partiendo de un prejuicio antropológico de raíces míticas, la descripción biológica de la anatomía y las costumbres del *eslabón perdido* se afrontó en el siglo XIX a partir tanto del estudio de los fósiles, como del estudio *antropométrico y etnológico* de los pueblos *no civilizados*. De hecho, en la segunda mitad del XIX, en el momento en que

<sup>31</sup> Nombreada así por Quatrefages y Hamy (cf. QUATREFAGES, JEAN-LOUIS ARMAND DE, y HAMY, ERNEST T. (1882) *Crania ethnica: les crânes des races humaines*. París, Baillière) en recuerdo del primer resto fósil de tipo neandertaloíde, que había sido encontrado en 1700 en dicha villa alemana, cf. SPLEISS (1701) *Oedipus osteolithologicus seu Dissertatio Historica Physica de cornibus et ossibus fossilibus Canstadiensibus*, Proemium, Scaphusia, in 4<sup>o</sup>, citado en HAMY, E.T. (1889), «Nouveaux matériaux pour servir à l'étude de la paléontologie humaine», en AA.VV. (1889), pp. 405-450.

<sup>32</sup> Hay que esperar hasta la recta final del siglo XIX para encontrar, con el descubrimiento de los restos de Spy en Bélgica, la consagración definitiva de la raza de Neandertal -definida previamente como raza de Caanstadt por Quatrefages y Hamy- como grupo homínido perfectamente caracterizado por los antropólogos. Cf. FRAIPONT, J. y LOHEST, MAX (1886), «La race humaine de Néanderthal ou de Canstadt en Belgique. Recherches ethnographiques sur des ossements humains découverts dans le dépôt quaternaire d'une grotte à Spy et détermination de leur âge géologique», Extracto de *Archives de Biologie*, t. VII, 1886, Gand, 1887; FRAIPONT, JULIEN (1889), «Les hommes de Spy (la race de Canstadt ou de Néanderthal en Belgique)», en AA.VV. (1889), pp. 321-348. Por lo que respecta a la imagen popular de los neandertales como seres bestiales, netamente simiescos, tuvo gran influencia el trabajo de FRAIPONT, J (1888), «Le tibia dans la race de Neandertal. Étude comparative de l'incurvation de la tête du tibia dans ses rapports avec la station verticale chez l'homme et les antropoïdes», *Rev. D'anthropologie*, mayo de 1888, París, obra en la que se presentaba el arquetipo bestial del neandertal como un ser que aún no ha alcanzado la estación erguida. Sobre los avatares históricos de la clasificación de los neandertales dentro o fuera de la línea evolutiva humana, hasta la segunda mitad del siglo XX, puede consultarse SPENCER, F (1984), «The Neanderthals and their evolutionary sequence.- A brief historical survey», en SMITH, F.S. y SPENCER, F. (eds) (1984) *The origin of modern humans*, Nueva York, Alan R. Liss.

<sup>33</sup> VOGT, CARL (1871), «Anthropofagie et sacrifices humains», p. 295. En *Congrès int. D'Anthropologie et d'Archéologie Préhistoriques. Comt. Rend. De la Cinquième session à Bologne*. Bologne, Imprimerie Fava et Garagnani au Progrés, 1873; pp. 295-328.

se crean las principales sociedades y escuelas de antropología física en numerosos países occidentales, la cuestión del *status biológico de los pueblos no europeos*, como especies o variedades humanas diferentes a la occidental constituyó la piedra angular del debate antropológico a nivel mundial.

### i) La descripción científica del no-occidental en el mundo germano-anglosajón

El caso norteamericano, quizá el mejor estudiado<sup>34</sup>, es bien notorio. En un siglo marcado por la guerra civil y la cuestión de la esclavitud, y a partir de la influencia del gran naturalista suizo, emigrado a los Estados Unidos, Louis Agassiz -quien defendía la diversidad de origen biológico de las razas humanas en términos estrictamente científicos<sup>35</sup>-, toda la escuela antropológica norteamericana, desde Morton<sup>36</sup>, pasando por Nott y Gliddon<sup>37</sup>, hasta llegar a los neolamarckistas y ortogenetistas como Edward Drinker Cope<sup>38</sup>, se desarrolló en torno a firmes convicciones racistas acerca de la diversidad de origen y de la superioridad biológica de la especie humana blanca frente a la negra. La biología humana de los Estados Unidos iba a encontrar en el afroamericano un objeto preferencial de estudio. Allí, quizás, mejor que en ningún otro sitio, podía estudiarse al negro, ese verdadero representante actual del *eslabón perdido*, en las mejores condiciones para el examen zoológico, antes de que sus poblaciones, como era científicamente previsible, se *extinguieran* definitivamente.

<sup>34</sup> Por citar tan sólo algunas de las obras más notables acerca del desarrollo de la antropología física en los Estados Unidos, podemos nombrar los trabajos de BOWLER, PETER J. (1986), *Theories of human evolution. A century of debate 1844-1944*, John Hospins Univ. Press; HALLER, JOHN S, jr. (1995), *Outcasts from evolution. Scientific attitudes of racial inferiority 1859-1900*, Southern Illinois Univ. Press; STOCKING, GEORGE W. Jr. (1982), *Race, culture, and evolution. Essays in the history of anthropology*, Univ. Chicago Press; o SPENCER, F. (1997), *History of physical anthropology. An encyclopaedia*. NY- London, Garland Publishing. 2 vols; así como el ya citado libro de PESET (1983).

<sup>35</sup> Por ejemplo, en AGASSIZ, L (1850), «The Diversity of origin of the Human Races», *The Christian examiner* (Julio de 1850), pp. 4-36, el naturalista suizo defendía sus tesis racistas insistiendo en que «aquí debemos ocuparnos solamente del problema del origen del hombre; dejemos a los políticos, dejemos a aquellos que se sienten llamados a regular la sociedad humana... Nosotros rechazamos, sin embargo, toda conexión con cualquier cuestión que trate temas políticos». Cit. en PESET (1983), p. 28.

<sup>36</sup> Samuel George Morton. Su obra antropológica consiste en una demostración de que los tipos humanos actuales se extendían hasta los comienzos de la creación sin exhibir ningún tipo de convergencia. Cf. MORTON (1839), *Crania Americana: or a comparative View of the Skulls of various Aboriginal nations of North and South America*, Philadelphia, Dobson; MORTON (1844), *Crania Aegyptica: Or observations on Egyptian ethnography Derived from Anatomy, History, and the Monuments*, Philadelphia, Pennington.

<sup>37</sup> Cf. NOTT, JOSIAH CLARCK, y GLIDDON, GEORGE R. (1857), *Indigenous Races of the Earth: or new chapter of Ethnological Inquiry*, Londres, Trubner. En esta obra poligenista, los dos autores citados tomaban el relevo del recientemente fallecido Morton (1851) para defender la institución del esclavismo a partir de las supuestas bases biológicas de la superioridad caucásica.

<sup>38</sup> Véase, por ejemplo, COPE, EDWARD DRINKER (1883), «The developmental significance of human physiognomy», *Am. Naturalist* XVII, junio 1883: 618-625., donde el paleontólogo norteamericano defendía la idea de que la raza negra supone un estadio evolutivo previo al de la raza blanca, esgrimiendo para ello argumentos anatómicos y embriológicos. Sobre el pensamiento antropológico de Cope, es una referencia indispensable el trabajo de HALLER (1995).

te. Para una mayoría de los antropólogos norteamericanos, la *solución final* del problema de las razas que sufría el país vendría dada, inevitablemente, con el actuar de las leyes naturales al paso del tiempo:

«las razas inferiores se encontraban en el mundo moderno como simples "supervivientes" del pasado, incapacitados mentalmente para soportar las cargas de la compleja civilización, y se iban deteriorando estructuralmente de una forma paulatina hasta el grado en que, llegados a cierto punto en el futuro, se extinguirían, resolviendo así el problema racial de forma definitiva»<sup>39</sup>.

En consecuencia, algunos de los más destacados naturalistas del país se apresuraron a emprender el estudio zoológico de los afroamericanos, en tanto que curiosos *especímenes de primates* de aspecto humanoide en *vías de extinción*, cuyas características podían servirnos para ilustrar los estadios ancestrales de la raza *indoeuropea*. En opinión del antropólogo Josiah C. Nott, tan sólo la zoología podría servirnos para el estudio de las poblaciones negras. Desde las páginas de la *Anthropological Review*, una de las revistas especializadas más importantes del mundo, Nott había sentenciado que «la historia de la raza negra es simplemente una página de la historia natural; la raza negra no tiene historia intelectual puesto que dios no la ha proveído con las facultades necesarias para preservar textos escritos»<sup>40</sup>.

Por otra parte, de acuerdo con los principios de la psicología científica de vanguardia, tal como los defendidos por Herbert Spencer<sup>41</sup>, el *negro*, como paradigma del *salvaje*, era incapaz de convivir con el civilizado a un mismo nivel intelectual, puesto que su cerebro estaba preparado únicamente para un grado de asociaciones psíquicas muy inferior al que exigía la moderna civilización industrial. De esta forma, en un sentido práctico, «la evolución concernía exclusivamente a los caucásicos»<sup>42</sup>. Los lentos progresos que pudieran experimentar los *salvajes*, del tipo que estos fueran, resultaban siempre insignificantes en comparación con el acelerado progreso que su superior organización cerebral le permitía al europeo. Sin duda, esto colocaba a los pueblos no occidentales en una posición «enteramente insignificante en el marco de la lucha racial con los pueblos dotados de cerebros más grandes. De esta forma, el salvaje ofrecía una oportunidad única para que el caucásico pudiera estudiar la historia evolutiva de su propia raza»<sup>43</sup>.

En efecto, la paleantropología de fines del siglo XIX había comprobado que la raza negra «tenía un carácter inferior a las razas neolíticas, así como a la mayoría de las razas paleolíticas de Europa»<sup>44</sup>. Por lo demás, «Todos admitimos [escribía en 1870 el gran paleontólogo norteamericano Edward D. Cope] la existencia de razas superiores e inferiores, y

<sup>39</sup> HALLER, JOHN S. Jr. (1995), *Outcasts from evolution. Scientific attitudes of racial inferiority 1859-1900*, Southern Illinois Univ. Press, p. XII, preface.

<sup>40</sup> NOTT, JOSIAH C. (1866) «The Negro Race», *Anthropological Review*, IV, July 1866; p. 103. Citado en HALLER (1995), p. 81.

<sup>41</sup> SPENCER, H (1870-1872), *The principles of Psicology*, 2 vols. Londres, Williams & Norgate.

<sup>42</sup> HALLER (1995), p. 127.

<sup>43</sup> *Ibidem*.

<sup>44</sup> HALLER (1995), p. 199.

<sup>45</sup> COPE, E.D. (1870), «On the hypotheses of evolution» *Lippincott's Magazine* VI, (Aug. 1870), pp. 40-41; cit. en HALLER (1995), p. 191.

que estas últimas presentan un grado de aproximación mayor o menor con los simios»<sup>45</sup>. Para Cope, los estudios más recientes sobre antropología comparada de las razas evidenciaban concluyentemente la íntima relación estructural entre el negro y los simios antropoides, así como una mayor cercanía anatómica y fisiológica entre la raza africana y «los niveles menos evolucionados de la raza indoeuropea, especialmente entre los pueblos irlandeses y eslavicos»<sup>46</sup>.

Para Cope -el principal defensor de las teorías evolutivas ortogenésicas, que tanta influencia tuvieron en la biología americana de inicios del siglo XX-, los niveles de racionalidad y moralidad ofrecidos por el negro no eran apropiados para su adaptación en la gran civilización norteamericana, debido a un incuestionable subdesarrollo evolutivo. Cope consideraba que permitir a los negros utilizar sus millones de votos en el sistema electoral americano constituía un suicidio político para *el país de la libertad*. Casi tres décadas después de la victoria de los *yankees* en la guerra civil americana, en 1890, nuestro influyente paleontólogo no titubeaba en afirmar que «aunque el voto negro no puede, por supuesto, controlar nuestro gobierno [...] podría inclinar la balanza del poder en numerosas ocasiones. Podría controlar directamente al menos dos estados, Carolina del Sur y Mississippi, enviar cuatro senadores a Washington y, en asuntos no bien definidos, controlar el Senado. Todo esto sólo necesita mencionarse para comprender las innumerables ramificaciones que estos males acarrearían a nuestro cuerpo político»<sup>47</sup>. Por todo ello, Cope abogaba por la exclusión social de los negros y, llegado el caso, por su «deportación forzosa»<sup>48</sup>. Transcurridas varias décadas desde la guerra civil y acaecida la emancipación formal de los afroamericanos, que sustituyó la esclavitud por «esa servidumbre disfrazada que se llamaba la libertad del negro»<sup>49</sup>, ideas como las de Josiah Nott o Edward Cope -refrendadas por el peso incontestable de las verdades científicas, en una sociedad blanca enamorada de su propia inteligencia tecnocientífica-, seguían siendo tomadas como *la lógica misma de las cosas*, como la descripción exacta de la naturaleza. Así, mejor que ningún otro argumento, las ideas científicas sostenidas por los mejores biólogos de la época podían servir en los Estados Unidos para suscitar entre las clases medias blancas, y entre los antiguos plantadores esclavistas «la voluntad de arrebatar a los emancipados aquella detestada libertad que los propietarios de la generación precedente les habían concedido tan intempestivamente. Aquellos *negros libres* no lo eran apenas más que de nombre; todo lo que constituye el ciudadano, derecho de reunión, de voto, derecho de emitir un juicio ante los tribunales, les estaba negado: ni siquiera podían servir de testigos, sino contra esclavos u hombres de su casta, y eso sin la formali-

<sup>46</sup> HALLER (1995), p. 191.

<sup>47</sup> COPE, EDWARD DRINKER (1890), «The African in America» *Open Court*, IV (July 1890), p. 2400, Cit. en HALLER (1995), p. 199.

<sup>48</sup> HALLER (1995), p. 199.

<sup>49</sup> *Ibid.*, p. 288. Aunque algún historiador insinúa malevolamente que la lucha contra la esclavitud era, en realidad, la lucha contra «los muros que impedían el pleno desarrollo de la industria y la expansión del mercado nacional en los Estados Unidos», todos preferimos pensar que la reestructuración de la crucial producción algodonera de las plantaciones, anquilosada por la desfasada institución del esclavismo, y su apertura al libre mercado y a las técnicas industriales de manufactura eran tan sólo objetivos muy *secundarios* en el enfrentamiento civil que costó la vida, de entre los seiscientos mil jóvenes muertos en total, a «la mitad de los negros que vistieron el uniforme azul en los batallones del norte». Cf. GALEANO, EDUARDO (2003), *Las caras y las máscaras. Memoria del fuego*, 2, Siglo XXI, Madrid, pp. 232.

dad de un juramento, considerado como una cosa demasiado noble para una boca africana acostumbrada a la mentira [...] No se le[s] concedía pasaporte, y en la mayor parte de los Estados Unidos se le[s] prohibía todo viaje en ferrocarril: de hecho los negros libres estaban internados como prisioneros»<sup>50</sup>. No es de extrañar tampoco que, dado el veredicto de animalidad que la biología finisecular había dictado sobre el pueblo afroamericano, apenas se suscitasen reacciones públicas de rechazo por los diez mil linchamientos de negros que se produjeron en los Estados Unidos entre 1878 y 1898<sup>51</sup>. Con tales argumentos por parte de las ciencias naturales, no resultaba demasiado escandaloso ese espectáculo cotidiano que se producía día sí y día no en el gran país de la *libertad*, y en el que «multitudes de energúmenos, excitadas desde la prensa y el púlpito [también, como hemos visto, desde la cátedra], arrancaban a los negros de las cárceles, los ataban a los árboles y los quemaban vivos. Después los verdugos festejaban en los bares y pregonaban sus hazañas por las calles. La cacería de negros usaba por coartada el ultraje de mujeres blancas, en un país donde la violación de una negra por un blanco se consideraba normal, pero en la mayoría de los casos los negros incendiados no eran culpables de más delito que la mala reputación, la sospecha de robo, o la insolencia»<sup>52</sup>.

Curiosamente, la principal base de datos anatómicos sobre las que Cope y otros muchos científicos norteamericanos de fin de siglo habían fundamentado sus teorías sobre *biología racial*, estaba constituida por los resultados de la *Comisión Sanitaria de los Estados Unidos*, una institución científica creada durante la guerra por el ejército de los estados industriales del norte, partidarios de la abolición y la apertura y remodelación de los mercados sureños. La citada Comisión Sanitaria había sido creada por encargo directo de Abraham Lincoln, después de la humillante derrota sufrida por el ejército federal en la primera batalla de Bull Run, con el fin expreso de «realizar un estudio de las condiciones físicas y morales de las tropas federales, emprender *exámenes antropométricos* de los soldados, y ofrecer sugerencias y *soporte técnico* para la mejora de la vida de las tropas»<sup>53</sup>. Sabido es que una porción muy considerable de las filas federales estaba constituida por hombres de color -«algunos miles de ellos huyeron de las plantaciones para unirse a los ejércitos federales, en los que los oficiales del norte les acogieron como contrabando de guerra»<sup>54</sup>. Menos sabido es que la mitad de todo ése contrabando vivo sirvió como carne de cañón del ejército del norte y murió en el combate por la liberalización de los mercados y la modernización de la economía del hombre blanco»<sup>55</sup>. Y menos aún que los estudios médicos y antropométricos de la Comisión Sanitaria encargada por el abolicionista Lincoln iban a servir, precisamente, como uno de los principales documentos científicos para legitimar oficialmente la idea de la superioridad racial de los caucásicos, mucho después de acabada la guerra. Después de los trabajos de la citada comisión científica, llevados a cabo por Benjamín A.

<sup>50</sup> RECLUS, E. (1975), p. 287.

<sup>51</sup> GALEANO, EDUARDO (2003) *Las caras y las máscaras. Memoria del fuego*, 2. Siglo XXI, Madrid; pp. 302-303.

<sup>52</sup> *Ibíd.*, p. 303.

<sup>53</sup> HALLER (1995), p. 20.

<sup>54</sup> RECLUS, E (1975), p. 307.

<sup>55</sup> GALEANO (2004), p. 232.

<sup>56</sup> GOULD, BENJAMIN A. (1869) *Investigation on the military and Anthropological Statistics of American Soldiers*. New York; DAVIS, J. BARNARD (1867-1868) «Contribution toward determining the weight of the

Gould y por el doctor J. Barnard Davis<sup>56</sup>, los sostenedores de la inferioridad racial de los africanos y otros pueblos no occidentales no necesitaron ya de los desacreditados estudios anteriores a la guerra, que estaban descaradamente impregnados por la (ahora) inapropiada ideología proesclavista, considerada anticientífica. Durante muchas décadas después del conflicto, los fuertes prejuicios raciales de la sociedad norteamericana, mantenidos intactos tras la victoria *yankee*, «pudieron parecer como “científicos” y efectivamente “probados” sobre las bases de la investigación realizada durante la guerra civil [...] Tal vez la mayor ironía de la guerra civil sea que sus investigaciones antropométricas se emplearon, a finales del siglo XIX, para apoyar al racismo institucional»<sup>57</sup>.

También el caso británico es sumamente significativo a este respecto. Como ha señalado Peset, en el momento en que se funda la Sociedad Antropológica de Londres, «las colonias en África o en Asia, o el comercio de esclavos y el trabajo negro en las plantaciones de algodón, obliga a los miembros de la londinense a que el problema del “*Man’s Place in Nature*” se transforme en el del “*Negro’s Place in Nature*”»<sup>58</sup>. Al menos, éste era exactamente el título que James Hunt, fundador de la *Anthropological Review*, escogería para uno de sus artículos más conocidos, conducente a demostrar la inferioridad biológica de los pueblos africanos en términos evolutivos. Como señalan Brace y Montagu a propósito del racismo de la antropología física británica en el siglo XIX, «el hábito de percibir a los seres humanos de forma estereotipada era tan fuerte que incluso Darwin fue incapaz de librarse de él al tratar con el problema de la variabilidad humana»<sup>59</sup>. En efecto, es interesante recordar que Darwin se basó en los resultados racistas de la *Comisión Sanitaria* norteamericana para elaborar sus propias especulaciones acerca de las diferencias mentales entre las razas humanas, con las que, como vimos páginas atrás, establecería una comparación directa entre el grado de autoconciencia de un perro y el de la *hembra australiana*<sup>60</sup>. En general, puede afirmarse sin temor a exagerar que «el Victoriano culto y satisfecho de sí mismo persistía en la asunción de que él mismo constituía el pináculo de la excelencia cultural y moral, y observaba etnocéntricamente a las demás sociedades como si éstas fueran tanto más inferiores cuanto mayor era el grado de sus diferencias. Del mismo modo, la *inferioridad biológica* tendía a equipararse con las *diferencias físicas* observadas con respecto a los eruditos victorianos que emitían tales juicios»<sup>61</sup>. Esta descripción del antropólogo victoriano podría aplicarse a un sin fin de ejemplos tomados de las más prestigiosas revistas británicas especializadas en antropología, desde la *Anthropological Review* hasta *The journal of the Anthropological Institute of Great Britain and Ireland*. En esta última revista -órgano del prestigiosísimo Instituto Antropológico que a la sazón dirigían «dos de los más grandes hombres de Inglaterra, Lubbock y Huxley»<sup>62</sup>-, no era difícil encontrar artículos como «*Las características mentales del hombre primitivo, ejemplificadas por los*

brain in the different races of man», *Proceedings of the Royal Soc. of London* XVI, pp. 236-241; DAVIS, J. BARNARD (1869) «On the weight of the brain of the negro» *Anthropological review*, VII; pp. 190-192.

<sup>57</sup> HALLER (2004), p. 34.

<sup>58</sup> PESET (1983), p. 67.

<sup>59</sup> BRACE Y MONTAGU (1977), p. 380.

<sup>60</sup> HALLER (2004), p. 87. Sobre la comparación de Darwin entre el perro y la australiana, véase más arriba, p. 131.

<sup>61</sup> BRACE Y MONTAGU (1977), p. 380.

<sup>62</sup> MANTEGAZZA, P. (1901), «Trent’anni di storia Della società italiana d’antropologia, etnologia e psicología

*aborígenes australianos*»<sup>63</sup>. Tal estudio, por ejemplo, publicado en 1872 por Staniland Wake, aparecía repleto de datos en torno al estudio biológico de las poblaciones australianas, y perseguía *demonstrar científicamente* que hablar de fenómenos “intelectuales” en esta raza era casi contradictorio en sí mismo. Detrás de lo que se presentaba como *evidencias científicas*, a partir de las cuáles podían sacarse conclusiones *racionales*, no había más que los prejuicios y las convicciones incuestionadas en el horizonte de comprensión victoriano. Wake afirmaba que «esta raza, de hecho, apenas presenta algunos rasgos de lo que usualmente se entiende por fenómenos del intelecto»<sup>64</sup>. Por su parte, la situación intelectual del australiano estaba en sintonía con el desarrollo de su moralidad: «las ideas morales han permanecido en el caso de los aborígenes australianos casi completamente sin desarrollarse. Donde esto se demuestra mejor es en el poco reparo que entre ellos se tiene ante la castidad femenina»<sup>65</sup>. Todos estos *rocamboleros datos empíricos*, de acuerdo con Wake, podían explicarse científicamente en términos de una evolución biológica diferencial. En este sentido, los australianos representaban el estadio en el cuál «las potencialidades originales del ser humano estaban apenas desarrolladas por la lucha por la existencia»<sup>66</sup>. Los australianos, así, «representan una de las primeras etapas en el progreso de la humanidad hacia esa alta cultura que es exhibida por el europeo»<sup>67</sup>. No debería sorprender el hecho de que en una fecha tan tardía como 1872, Wake tratara de *resucitar* las viejas teorías *preadámicas* de Isaac de La Peyrere en otro de sus trabajos, dándoles ahora una interpretación evolucionista. El *Instituto Antropológico de Gran Bretaña e Irlanda* volvió a publicar en 1872 otro artículo suyo, titulado *Adamites*, en el que Wake confirmaba las tesis poligenistas del sabio del siglo XVII, traduciéndolas al invencible *lenguaje técnico* de la ciencia victoriana. Se trataba de un vastísimo estudio de lingüística comparada en torno a la raíz *Ad*, que había formado la palabra Adán. El fondo del asunto tenía relación con que dicha raíz *Ad* aparecía en el vocabulario y las tradiciones de numerosos pueblos, *pero no en muchos otros*. En consecuencia, asociando estos *hechos* lingüísticos con los *datos* de la antropología física, Wake identificaba a la estirpe preadámica de la humanidad con los pueblos *dolicocéfalos* (de cabeza alargada) del continente africano, que evolutivamente representaban un estadio primitivo, poco alejado de la rama de los primates. Por su parte, la rama adámica se correspondía con grupos humanos *braquicéfalos* (de cabeza ancha), que habrían dado origen, entre otros, a germanos y anglosajones. La conclusión de Wake acerca de la evolución posterior de ambos grupos humanos era contundente:

«Allá donde los Adamitas han entrado en contacto con la rama preadamítica de cabeza alargada, o bien les han hecho desaparecer, o bien, modificando de alguna forma su estructura física por medio del cruzamiento, han establecido una supremacía braquicéfala debido a un vigor y energía mental superiores»<sup>68</sup>.

<sup>63</sup> WAKE, S (1872a), «The mental characteristics of primitive Man, as exemplified by the Australian Aborigines», *The Journal of the Anthropological Institute of Great Britain and Ireland*, Vol. I. London. Trübner & Co. Pp. 74-84.

<sup>64</sup> *Ibid.*, p. 74.

<sup>65</sup> *Ibid.*, p. 77.

<sup>66</sup> *Ibid.*, p. 83.

<sup>67</sup> *Ibid.*, p. 84.

<sup>68</sup> WAKE, S (1872b), «The Adamites», p. 373. *The Journal of the Anthropological Institute of Great Britain and Ireland*, Vol I., Londres, Trübner & Co., pp. 363-376.

Por cuanto respecta a la antropología evolutiva del ámbito germano, nos encontramos ante la misma situación. En continuidad con la tradición intelectual que, a mediados de siglo, había llevado al filósofo Schopenhauer a «dar al chimpancé la paternidad de las gentes negras, y al orangután la paternidad de las amarillas, que poco a poco habrían ido perdiendo el color hasta llegar a ser blancas»<sup>69</sup>, la percepción del no europeo como especie animal diferenciada, más próxima que el caucásico al *eslabón perdido* y, por tanto, a los *simios*, era un lugar común prácticamente incuestionado entre los especialistas en evolución humana. Büchner, por ejemplo, interpretaba el registro fósil europeo como confirmación de que las razas prehistóricas del viejo mundo se encontraban en sus comienzos evolutivos, cuando iniciaron su diferenciación zoológica a partir de otras especies de primates, en los mismos estadios biológicos representados por las *razas inferiores* aún existentes:

«La mayoría de los descubrimientos de la época cuaternaria indican una raza [...] cuyo tipo se aproxima al del negro o al mongol. En el periodo más antiguo de la edad del mamut y del oso de las cavernas, el hombre presentaba [...] una conformación del cuerpo cuya analogía sólo se encuentra actualmente entre las razas más inferiores, en Australia y Nueva Caledonia»<sup>70</sup>.

Por su parte, Haeckel señalaba que, a pesar de la ausencia de fósiles humanos intermedios entre el europeo y los primates antropomorfos, la reconstrucción científica del eslabón perdido podía realizarse de un modo fiable, toda vez que la antropología biológica había demostrado ya que la diferencia entre las *razas inferiores* y las formas más elevadas del reino animal era apenas perceptible:

«Aún no poseemos ningún resto fósil de este hipotético *Homo primigenius* que, durante el terciario, evolucionó a partir de simios antropoides... Pero los últimos de entre los hombres de cabello lanoso presentan tantas analogías con los primeros de entre los simios antropoides que no es necesario un gran esfuerzo de imaginación para figurarse un tipo intermedio como un retrato aproximado y probable del hombre primitivo u hombre-mono»<sup>71</sup>.

Carl Vogt -además de establecer una clara distinción entre el *negro* y el *alemán* como especies diferentes- se esforzó por hacer comprender que las diferencias anatómicas entre las razas negras y amarillas con respecto a la blanca sólo podían interpretarse si se admitía que, desde el punto de vista de la evolución, aquellas ramas humanas estaban emparentadas de un modo más próximo a los simios antropomorfos de los continentes africano y asiático que el propio europeo:

«El centro de la dolicocefalia [humana] es África, el de la braquicefalia es Asia y, cosa remarcable, los simios antropomorfos presentan las mismas diferencias que los hombres. El orangután es braquicéfalo, los dos simios africanos son dolicocefalos»<sup>72</sup>.

<sup>69</sup> OLIVEIRA MARTINS, J (1880), *Elementos de anthropologia (Historia natural do homem)*, Lisboa, Livraria Bertrand, p. 72. Sobre el poligenismo de Shopenhauer puede consultarse también GALERA (1995).

<sup>70</sup> BÜCHNER, LOUIS (1872), *L'Homme selon la Science. Son passé, son présent, son avenir, ou D'où venons-nous? - Qui sommes-nous? Où allons-nous?* Trad. del alemán por Ch. Letourneau. Paris. C. Reinwald et Cie; p. 72.

<sup>71</sup> HAECKEL, ERNEST (1908) *Histoire de la Création des Êtres Organisés d'après les lois naturelles*. Trad. de la 7ª ed. alemana por Ch. Letourneau. Paris. Librairie C. Reinwald. Schleicher Frères ed; p. 530.

<sup>72</sup> VOGT (1867), «Discusión anthropologique», p. 421, en *Congrès internationale d'Anthropologie et d'Archeologie préhistoriques. Compte Rendu de la 2eme Session*. Paris, C. Reinwald, 1868, pp. 416-425.

Esta forma de poligenismo fue llevada al extremo, e incluso llegó a defenderse que las distintas ramas de la humanidad no europea habían evolucionado como especies a partir de diversos simios antropomorfos semejantes a los actuales gorilas y orangutanes. Por ejemplo, Hermann Schaafhausen había comprobado cómo, en los diversos pueblos europeos modernos, los tipos humanos de cabeza larga y de cabeza ancha (dolico y braquicéfalos) podían encontrarse juntos con frecuencia, así como también junto a los tipos intermedios (mesaticéfalos). Para explicar el origen de las dos tipologías craneológicas extremas, Schaafhausen recurría, al igual que Vogt, a la hipótesis de que la humanidad había surgido originariamente de una doble fuente evolutiva, a partir «de los dos antropomorfos, el africano y el asiático»<sup>73</sup>. Schaafhausen había efectuado medidas de diversos cerebros de chimpancé y orangután, obteniendo índices que acusaban, respectivamente, una nítida dolicocefalia y braquicefalia. De esta forma, Schaafhausen sostenía la hipótesis de que las ramas asiática y africana de la humanidad -en las que predominan, de forma general, las cabezas largas y las anchas, respectivamente- constituían las dos fuentes primigenias a partir de las cuales, por hibridaciones e influencias climáticas, se habría desarrollado la rama europea como el estadio evolutivo más perfeccionado:

«Separándose del resto la raza caucásica, como producto de una larga evolución progresiva, restan pues dos razas primitivas, los mongoles y los negros, entre los que la braquicefalia y la dolicocefalia presentan sus diferencias más evidentes»<sup>74</sup>.

## ii) La descripción científica del no europeo en la antropología francesa

En los estados francófonos se repitió la misma aproximación conceptual del *extinto* eslabón perdido al *extinguible* no europeo. De hecho, como en el caso de Gran Bretaña, el desarrollo de la antropología francesa decimonónica vino marcado desde el inicio por la institución del esclavismo y el debate sobre el estatus biológico de las llamadas *razas primitivas*, en clara regresión frente al poder del gran colono blanco. La *Société des observateurs de l'homme*, fundada en 1800, se unió enseguida a la *Soc. Philantropique*, de espíritu abolicionista. En 1838 se fundó, siguiendo la estela del antiesclavismo británico, que acababa de proclamar la abolición formal de la trata, la *Société pour la protection des aborigenes*. Un año después se creaba la *Soc. Ethnologique de Paris*<sup>75</sup>. Entre tanto, Virey defendía la separación de la humanidad en dos especies diversas, la blanca y la negra; Bory de St. Vincent, por su parte, admitía la existencia de quince especies humanas distintas, mientras que A. Desmoulins elevaría esta cifra hasta llegar a las dieciséis<sup>76</sup>. Por su parte, en las reuniones de la *Société d'Ethnologie* de París, fundada en 1839, muy pronto «la discusión

<sup>73</sup> Cf. MANTEGAZZA, P (1891), Reseña bibliográfica de SCHAAFFHAUSEN, H. (1890), «Das alter der menschenrassen», *Corresp. Blatt der Deutschen anthrop. Gesell.*, nº 10, en *Archivio per l'antropologia e l'etnologia*, Firenze, t. 21, 1891, p. 334.

<sup>74</sup> SCHAAFFHAUSEN, H. (1890); cf. MANTEGAZZA, P (1891), p. 334.

<sup>75</sup> Cf. THULIÉ (1878), «Raport sur les sociétés d'anthropologie et l'enseignement de l'anthropologie», *Congrès internationale des sciences anthropologiques tenu à Paris du 16 au 21 Août 1878...* Paris, Imprimerie Nationale, MDCCCLXXX, pp. 24-28.

<sup>76</sup> TOPINARD, P. (1884), *L'Anthropologie*, Paris, Reinwald, p. 202.

en torno a las características distintivas de la raza blanca y de la raza negra se redujo a una discusión sobre la esclavitud»<sup>77</sup>. Entre los años 1853 y 1855 apareció el *Ensayo sobre la Desigualdad de las Razas humanas*, de Gobineau e, inmediatamente, sus «teorías encontraron una recepción entusiasta en Francia»<sup>78</sup>. Algo más tarde, en 1859, Paul Broca -quien no dudaba en hablar de la «escala natural de las razas humanas»<sup>79</sup>- fundó la Sociedad de Antropología donde expuso sus famosas tesis acerca de la diversidad específica de las razas<sup>80</sup>. Por su parte, Topinard, autor de *L'Anthropologie* -quizás el libro de referencia sobre antropología biológica más influyente de todo el siglo XIX-, concluía el apartado dedicado a las razas humanas señalando que sus diferencias zoológicas podían sobrepasar incluso a las que separan a las meras especies de un mismo género. Entre los habitantes de distintas regiones del planeta podían hallarse, según Topinard, diferencias anatómicas cuyo «intervalo parece, en algunos casos, alcanzar el nivel de los géneros [...] No pretendemos sacar la conclusión de que ciertos grupos humanos son géneros biológicos diferentes, esto esta por determinar; sin embargo, concluimos que al menos deben distinguirse como especies»<sup>81</sup>.

Un punto de vista semejante era compartido por Mme. Clémence Royer<sup>82</sup>, primera traductora de Darwin en Francia. En su detallado estudio *Sobre las relaciones de las proporciones del cráneo con las del cuerpo, y sobre los caracteres correlativos y evolutivos en taxonomía humana*, explicaba la superioridad “occidental” en términos de evolución de las especies:

*«En resumidas cuentas, la máquina física de las razas superiores está mejor constituida que la de las razas inferiores, y las diferencias que muestra con respecto a las diversas series étnicas se explican perfectamente por un progreso continuado hacia lo más alto, ocasionado por la competencia vital y conservado por la selección sexual»*<sup>83</sup>.

De hecho, a fin de siglo, la antropología francesa de vanguardia llegó a establecer toda una serie de características taxonómicas *específicas* por las que la aproximación evolutiva de las llamadas razas inferiores a los simios antropomorfos y al eslabón perdido podía establecerse de un modo *exacto*. Al menos, determinar tales criterios de una forma precisa era el cometido de numerosos trabajos técnicos realizados por los mejores especialistas del momento. Por ejemplo, estableciendo una relación directa entre el tamaño absoluto del

<sup>77</sup> THULIÉ (1878), p. 26.

<sup>78</sup> BRACE Y MONTAGU (1977), p. 380.

<sup>79</sup> BROCA, PAUL (1867a), «Discussion sur les cavernes et la perforation de la fosse olécrânienne», p. 145, en AA.VV. (1867), pp. 143-147.

<sup>80</sup> Véase el apartado dedicado a Broca en el capítulo anterior. Cf. BROCA, P. (1877), «Recherches sur l'hybridité animale en général et sur l'hybridité humaine en particulier considérées dans leur rapports avec la question de la pluralité des espèces humaines», *Memoires d'anthropologie*, Paris, Reiwald, t. III.

<sup>81</sup> TOPINARD (1884), p. 526.

<sup>82</sup> Un perfecto ejemplo de su extremismo racista expresado en el lenguaje más avanzado de la biología evolutiva puede encontrarse en ROYER, C (1872), «Sur les populations européennes», *Congrès international d'Anthropologie et d'Archeologie préhistoriques, Compte Rend., 6eme. Session, Bruxelles, C. Muquard, ed, 1873, pp.574-579.*

<sup>83</sup> ROYER, C (1878), «Des rapports des proportions du crâne avec celles du corps, et des caractères correlatifs et evolutifs en taxonomie humaine», *Congrès internationale des sciences anthropologiques*, pp. 105-119, Paris, 1878, Imprimerie nationale, MDCCCLXXX.

cerebro y el nivel de inteligencia, el prestigioso antropólogo y psicólogo Gustave Le Bon era partidario de considerar el carácter anatómico del volumen craneal como el mejor índice del distinto grado alcanzado por las razas en la jerarquía biológica humana:

«Lo que constituye la superioridad de una raza sobre otra es que la raza superior contiene un número mucho mayor de cráneos voluminosos que la raza inferior»<sup>84</sup>.

Por su parte, Gabriel de Mortillet<sup>85</sup>, en el congreso celebrado en Copenhague el año 1869, presentó una memoria de carácter anatómico en la que intentaba resolver el problema del origen del lenguaje durante la hominización. Mortillet centraba su estudio en el desarrollo de la *apófisis Geni* en la mandíbula inferior, el lugar de anclaje de los músculos de la lengua necesarios para la articulación del lenguaje. Era sabido que dicha apófisis se encontraba ausente tanto en los simios, de forma general, como en la mandíbula neandertaloide de *La Naulette*<sup>86</sup>. Estos hechos fueron interpretados por de Mortillet como la demostración de que «el hombre primitivo no poseía un lenguaje articulado»<sup>87</sup>. El *eslabón perdido*, al igual que «los simios y los otros animales, tenía el grito, pero no aún la palabra. La palabra, el lenguaje, son por tanto una brillante conquista de la humanidad»<sup>88</sup>. Ahora bien, de acuerdo con el eminente antropólogo francés, la capacidad anatomofisiológica para el lenguaje articulado no era un patrimonio biológico compartido equitativamente en todas las variedades humanas. De Mortillet había mostrado también que las llamadas *razas inferiores* presentaban un desarrollo de la apófisis Geni inferior al del *blanco*, y más próximo al de las razas prehistóricas. Este simple “hecho anatómico” -derivado del eurocentrismo absoluto de los estándares antropométricos de la época- bastaba para dar una explicación evolutiva al prejuicio finisecular de que las razas no europeas estaban dotadas de una lengua y una capacidad de pensamiento rudimentarias. De Mortillet había situado el desarrollo de la mencionada apófisis entre los *salvajes contemporáneos* en un estadio exactamente equidistante entre los *simios*, y, cómo no, la *raza blanca*:

<sup>84</sup> LE BON, GUSTAVE (1878), «Recherches anatomiques et mathématiques sur les variations de volume du crâne», en AA.VV. (1878), pp. 72-75.

<sup>85</sup> Autor de *Le préhistorique* (MORTILLET, GABRIEL DE (1883), *Le préhistorique*, Paris, Reinwald), obra en la que se sientan las bases de nuestro actual sistema de clasificación de industrias líticas- y fundador de *Matériaux pour l'histoire positive et philosophique de l'homme*, la primera revista especializada en prehistoria. También fundó los Congresos internacionales de antropología y arqueología prehistóricas celebrados a lo largo del siglo XIX, en algunas de las más importantes capitales europeas. Sobre la organización de los congresos internacionales puede consultarse el trabajo de RICHARD, NATHALIE (1995), «<<la naissance de la préhistoire>>», en BLANCKAERT et al (1995), *Nature, histoire, société. Essais en hommage à Jacques Roger, Klincksieck*; pp. 419-431. Además, en 1875, Gabriel de Mortillet llegó a ocupar el cargo de presidente de la *Société d'Anthropologie*, la dirección de *L'École d'anthropologie* en 1880 y obtuvo la cruz de la Legión de Honor en 1878. Cf. RICHARD, MATHALIE (1992), *L'invention de la préhistoire. Une anthologie*, Presses Pocket; pp.127-129.

<sup>86</sup> La mandíbula de *La Naulette* fue uno de los fósiles humanos más importantes descubiertos en el siglo XIX. Fue hallada por el sabio belga Eduard Dupont en una caverna, y se dató en el periodo Musteriense.

<sup>87</sup> MORTILLET, GABRIEL DE (1869), «<<Notice sur l'origine du langage>>», en *Congrès int. d'Anthropologie et d'Archeologie Préhistoriques. Compte Rendu de la 4e. Session*; pp.285-286. Copenhague, Imp. De Thiele, 1875. Estas ideas de Mortillet acerca de la ausencia de lenguaje en el eslabón perdido surgieron independientemente de las investigaciones biolingüísticas que, por su parte, habían conducido a Haeckel a postular la existencia del *Pithecanthropus alalus* como un ancestral hombre simio sin habla.

<sup>88</sup> *Ibidem*.

«Lo que demuestra que la existencia y el desarrollo de la apófisis Geni está íntimamente ligada a la facultad del lenguaje es que esta apófisis, extremadamente desarrollada en la raza blanca, lo está mucho menos en las razas inferiores, en las que el lenguaje se encuentra, por así decir, en un estado naciente. De esta forma, entre los australianos, cuyo lenguaje se compone a lo sumo de algunos cientos de palabras sin conjugaciones, la apófisis Geni está mucho menos desarrollada que en el europeo»<sup>89</sup>.

Pero quizás el intento más fascinante de delinear una escala jerárquica de las razas humanas, basada en la idea de inferioridad evolutiva del *salvaje*, y en su proximidad biológica al *eslabón perdido* y al *mono*, fue el llevado a cabo por Abel Hovelacque. En 1877, Hovelacque escribió una monografía de enorme repercusión acerca de las características de «nuestro antecesor»<sup>90</sup>. En ella, el autor había tomado medidas del esqueleto, especialmente del cráneo en «el hombre civilizado, el salvaje, y las razas humanas prehistóricas de un lado; del otro, se estudiaba a los antropomorfos o antropoides actuales y, a partir de estos términos extremos [...], deducía los *términos medios* que constituían, de hecho, los caracteres que debió de tener nuestro antepasado»<sup>91</sup>. Los resultados finales fueron así «prácticamente intermedios entre los de los simios antropomorfos y las razas humanas inferiores, o las más antiguas razas prehistóricas»<sup>92</sup>. Un año después de publicar esta obra, Hovelacque participó en el *Congreso Internacional de las Ciencias Antropológicas* reunido en París, en 1878. Allí presentó una detallada memoria que fue propuesta como «un cuadro sumario de los caracteres más importantes que, reunidos en un grupo étnico, le confieren un estatus de inferioridad»<sup>93</sup>. Entre esos caracteres de inferioridad evolutiva, según Hovelacque, se encontraban los siguientes<sup>94</sup>:

- La menor capacidad craneal de las *razas inferiores*.
- La menor complicación de sus suturas craneales, así como el cierre precoz de las mismas, comenzando en la parte anterior del cráneo «al igual que en los *simios*, y de forma diversa a como ocurre en el blanco».
- El menor desarrollo relativo de la parte frontal de sus cráneos, «carácter esencialmente *simiesco*».
- El mayor desarrollo de los arcos superciliares y de las apófisis orbitarias.
- La medida del ángulo esfenoidal -una de las muchas medidas del cráneo utilizadas por los antropólogos físicos-, por el que «las razas inferiores se aproximan a los *antropoides*».
- Su mayor abertura nasal que, de igual forma, «les acerca a los jóvenes *antropoides*».

<sup>89</sup> DE MORTILLET (1869), p. 285-286.

<sup>90</sup> HOVELACQUE (1877), *Notre ancêtre. Recherches d'anatomie et d'ethnologie sur le précurseur de l'homme*, París, E. Leroux.

<sup>91</sup> MANTEGAZZA (1877), «Rivista paleoetnológica: «Notre ancêtre. Recherches d'anatomie et d'ethnologie sur le précurseur de l'homme» de Hovelacque», *Archivio per l'antropologia e l'etnologia*, t. 7, 1877, pp. 389-390.

<sup>92</sup> *Ibidem*.

<sup>93</sup> HOVELACQUE, A (1878), «Les Races Inferieures», en *Congrès internationale des sciences anthropologiques, Paris, 1878*, pp. 264-267, París, Imprimerie Nationale, MDCCCLXXX.

<sup>94</sup> Todas las citas entre corchetes de la lista que sigue a continuación se encuentran en HOVELACQUE (1878), pp. 264-265.

- La sutura precoz de sus huesos nasales, otro «carácter *simiesco*».
- La frecuente «constitución *simiesca* del *pterion*».
- Su prognatismo, es decir, la protuberancia relativa de sus mandíbulas, como en el caso del *hocico* de los animales.
- La serie de los molares, que en las razas inferiores presenta «una transición entre la forma decreciente del blanco y la forma creciente de los *antropoides*».
- El mayor desarrollo de sus caninos, evidentemente, «otro carácter *simiesco*».
- La mayor anchura del omóplato y la mayor altura de la cadera, por cuyo doble índice, «las razas inferiores se aproximan a los simios *antropomorfos*».
- La mayor prehensibilidad del pie<sup>95</sup>; el alargamiento del fémur y el aplanamiento de la tibia, «como en los *antropoides*».
- La proporción «*simiesca*» de los miembros.
- El mayor desarrollo de los músculos cervicales posteriores.
- Por fin, y muy especialmente, el menor volumen cerebral, la menor complicación de las circunvoluciones, y el menor desarrollo de la región frontal del encéfalo, «todos ellos caracteres *simiescos*» del sistema nervioso y la capacidad intelectual en las razas no caucásicas.

Como vemos, también en la moderna antropología física francesa -quizás la más avanzada del periodo decimonónico-, la ubicación taxonómica de los humanos no *occidentales* puede equipararse perfectamente, aún hacia 1900, con la establecida en el siglo XV por el pensamiento mítico de los contemporáneos de Paracelso. Estas variedades humanas ocuparon, en la pseudonaturaleza burguesa del imaginario francés finisecular, un puesto exactamente intermedio entre el *hombre blanco civilizado* y las bestias sin *racionalidad* (los autores precientíficos aludían, en cambio, a su falta de *alma*). Las poblaciones no europeas fueron descritas por la ciencia francesa de vanguardia en un modo que recuerda a las descripciones de sátiros, pigmeos, ninfas, salamandras y otros seres mitológicos con los que buena parte de la tradición erudita europea imaginó desde siempre la figura del *otro*.

<sup>95</sup> Como se indicó en el capítulo anterior, la idea de que los pueblos africanos, asiáticos y australianos podían hacer uso de sus pies, al igual que los simios, como auténticas manos posteriores, fue un mito anatómico bien arraigado entre los antropólogos del siglo XIX como Darwin, Haeckel, Büchner...



# EL PERIODISMO MÉDICO DEL SIGLO XIX. EL BOLETÍN DE MEDICINA, CIRUGÍA Y FARMACIA (1834-1854)

LUÍS RIERA CLIMENT  
FACULTAD DE MEDICINA, UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

CRISTINA RIERA

## RESUMEN

*Estudio del papel difusor del Boletín de Medicina, Cirugía y Farmacia, de la medicina extranjera en España a lo largo del segundo tercio del siglo XIX.*

**Palabras clave:** *Periodismo, Siglo XIX, España*

## ABSTRACT

*Study of the spreading role of the Medicine, Surgery and Pharmacy Bulletin in terms of foreign medicine in Spain during the second third of the XIX century.*

**Keywords:** *Medical Reviews, XIX Century, Spain*



## EL PERIODISMO MÉDICO, SUSCRIPTORES Y DISTRIBUCIÓN DE PUBLICACIONES

Las publicaciones no ofrecen referencias sobre la tirada y distribución, los datos que ofreceremos se deben a las escasas noticias que hemos podido espigar, aunque habida cuenta del número de médicos y profesiones sanitarias en España durante la segunda mitad del siglo podrían hacerse estimaciones que en ningún caso serían definitivas.

Conocemos al menos de la revista más importante y de mayor tirada de la primera mitad de la centuria datos que reproduciremos a fin de acercarnos a uno de los temas más importantes, el alcance y difusión real de los textos médicos españoles, y sobre todo extranjeros, entre los profesionales médicos, cirujanos y boticarios de la península. Debemos asimismo tener en cuenta, además de las cifras que se barajan para los profesiones sanitarias de las que daremos cuenta de su número, distribución y categorías profesionales. Los veinte mil facultativos, aproximadamente justifican la existencia de un mercado potencial, que fue real a medida que avanzaban las comunicaciones con el continente americano, las repúblicas de la antigua América Española, sobre todo Cuba con un alto nivel científico en La Habana. El libro médico en castellano, de autor español o traducido, tuvo una clara aceptación tanto en España como en las Repúblicas americanas de lengua española. Es necesario asimismo recordar las posesiones coloniales en Filipinas, y la existencia de un alto contingente de médicos y cirujanos militares que en principio debieron consumir la producción bibliográfica en lengua española

El **Boletín de Medicina, Cirugía y Farmacia** (1834-1853) fue uno de los primeros núcleos a cuyo entorno se aglutinaron un grupo de profesionales, entre cuya múltiple labor, destaca la difusión y divulgación de la medicina extranjera, como podemos comprobar a través de los apéndices documentales que acompañan a nuestro trabajo. La revista antes citada, el **Boletín**<sup>1</sup> en los primeros años, cuya serie abarca entre 1834-1839, refiere a

<sup>1</sup> Sobre este asunto el trabajo de Luis García Menéndez: **Estudio del Boletín de Medicina, Cirugía y Farmacia. I Serie, 1834-1839**. Valladolid, Tesis del Doctorado, 1992. Véase asimismo la Bibliografía final de esta Tesis pág. 469 y sigs.

finales de 1834, en el mismo año de su fundación, la relación de 778 suscriptores de la publicación en España, contando en este año con diez corresponsalías en el territorio del Reino. Al final del año disponía de casi un millar de suscriptores fijos, cifra estimable para unos profesionales que no llegaban a catorce mil en España. Al final de la primera serie, en 1839, disponía sólo en Madrid de numerosos puntos de suscripción, en cinco boticas, asimismo en librerías y boticas de doce provincias españolas, y en todas las administraciones de correos. A través de estos múltiples canales el periodismo sirvió para difundir las publicaciones tanto españolas como las traducciones de textos de autores extranjeros. Este factor de impacto no ha sido hasta ahora valorado por los estudiosos de la historia del libro y la imprenta en España, su análisis merece profundizar con mayor detenimiento en futuros trabajos.

La implantación del **Boletín** en España fue en aumento hasta su fusión con la **Gaceta Médica**, que daría lugar a la revista médica decana del periodismo español como diremos, **El Siglo Médico**(1853). Los precios de la suscripción no fueron aumentando, primero eran 4 reales mensuales, lo que no amenguó su crecimiento en el número de suscriptores. Desde 1839 la información cubría un amplio abanico de puntos de suscripción, a los existentes desde 1834, se fueron sumando otros tanto en España como en el Extranjero. Hacia 1840 la información de la revista y su suscripción llegaba a seis boticas de Madrid, donde se podía suscribir, la sede de la Redacción en Madrid, en todas las Administraciones de Correos, asimismo en todas las Facultades de Medicina, y de Farmacia, y en librerías y boticas de un centenar aproximado de localidades del Reino. El papel divulgador del **Boletín** entre los médicos, cirujanos y boticarios españoles de la primera, mitad del Ochocientos debió ser un eslabón decisivo en el proceso de apertura y conocimiento de la medicina extranjera. Sus reseñas bibliográficas que se recogen en nuestro apéndice dan una imagen de su real importancia.

Antes de finalizar la primera mitad del siglo XIX la estructura empresarial del **Boletín** se modificó, preludeando la ampliación que comportaría la fundación de **El Siglo Médico** en 1853. A partir de 1842 el **Boletín**, sus redactores y editores, contó con imprenta propia, siguiendo una política de contención de precios, la suscripción era de 12 reales al trimestre para Madrid, y 15 para provincias durante los años 1839-1845. Esta pujanza editorial venía asimismo avalada al convertirse la revista en el órgano de la **Sociedad de Socorros Mutuos** que llegó a contar con una altísima cifra de mutualistas con más de cuatro mil socios en torno a 1 1840, aunque en 1851 entrase en crisis debido a su insolvencia económica. El elevado número de mutualista abona la idea de sus posibles tiradas y altas ventas, pues el **Boletín** era su órgano oficial, al menos los mutualistas deberían recibir o estar suscritos a la revista.

El fomento de la suscripción, y por tanto la divulgación de los saberes médicos y farmacéuticos, así como las novedades editoriales se recogieron en el **Boletín**. En alguna médica fue además un '*Boletín Bibliográfico Médico*' con una amplitud de lectores que lo convierten en el principal medio de información entre los estamentos médico y farmacéutico. A finales de 1839 el **Boletín** contaba con puntos de suscripción, muy numerosos en España, pero se había proyectado al extranjero y a las poblaciones hispanohablantes de América. Entre otras París fue desde la década de los años 1840 punto de suscripción de esta publicación médica. A partir de 1840 no disponemos de números de suscriptores, pero el

incremento de la tirada es perceptible, dado que aumentaron el número de corresponsalías y de colaboradores. Disponía en 1840 de trece corresponsales, dos en España y las once restantes en diversas ciudades Europeas. Los puntos de suscripción ahora siguen siendo las seis boticas de Madrid, todas las Facultades de Medicina y Farmacia de España, algunas ciudades de la antigua América española, sin embargo aumentan a 166 los puntos en España, entre librerías y boticas, españolas y europeas, en cambio se suprimieron las Administraciones de Correos como punto de suscripción. Los precios para España eran los mismos, pero para el extranjero en Europa era de 20 francos al año para Francia y Alemania, y 16 shillings para Inglaterra y Escocia.

En esta línea de expansión e información, la revista contó a partir de 1845 con numerosos colaboradores extranjeros, así en París figura Manuel García Baeza, en La Habana José Lletor Castroverde, y contaba además con veintiún colaboradores, además de los anteriores, en Europa, distribuidos en Francia, Bélgica, Holanda, Alemania, Inglaterra, Italia y Rusia, destaca sobre todo París con cuatro colaboradores. La internacionalización de la revista era un hecho consumado, proceso que debe valorarse desde una doble perspectiva. De una parte la revista recibía las novedades editoriales del extranjero, y por otra difundía la medicina española fuera de nuestras fronteras.

Superada la primera mitad del Ochocientos asistimos al momento de mayor expansión informativa este auge prelude la fundación de **El Siglo Médico**, unos años después. El número de puntos de suscripción es ahora de 176 para España, entre boticas y librerías. Además aparecen dos puntos en América, son Puerto Rico y la Habana, donde había una importante presencia de profesionales sanitarios militares, en el periodo colonial. Asimismo el nivel de la Medicina cubana de la segunda mitad del siglo XIX era estimable con una valiosa gavilla de profesionales médicos y cirujanos. En Europa la revista se podía suscribir en las siguientes ciudades: Bruselas, Dublín Londres, Montpellier, París, y en Alemania.

## EL PERIODISMO MÉDICO (1808-1853)

La difusión de la ciencia médica en el siglo XIX, y la llegada a España de las novedades surgidas en extranjero tuvo entre otros, como cauce primordial el naciente periodismo médico. A pesar de los estudios realizados hasta la actualidad la amplitud del tema desborda cualquier pretensión de síntesis<sup>2</sup>. En nuestro caso ofreceremos una sucinta información general, para ahondar con cierto detalle en el papel de una publicación significativa

<sup>2</sup> Sobre el periodismo médico del siglo cf. F.Méndez Alvaro: **Breves Apuntes para la historia del periodismo médico y farmacéutico en España**. Edición introducción de índices de J Riera. Valladolid, Universidad, 1978. Reúne noticias la obra de Luis Comenge y Ferrer: **La Medicina en el siglo XIX. Apuntes para la historia de la cultura médica en España**. Barcelona, 1914. En torno a la cuantificación puede consultarse el trabajo de J. M. López y M. L. Terrada: Las etapas del periodismo médico en España. Estudio bibliométrico, en **Medicina e Historia**, A. Albarracín et. edits. Madrid, 1980, págs. 163-195.

Antes de la aparición del **Boletín**, surgieron otras publicaciones como el **Diario General de las Ciencias Médicas** (1826), y cuatro años más tarde en 1830 las **Cartas Médico-Quirúrgicas**, que en 1832 cambió por el título de **Repertorio Médico Extranjero**. Sobre el tema que nos ocupa se aborda con mayor amplitud en el trabajo en curso de realización de Cristina Riera Climent, titulado **La Medicina Extranjera y su Influjo en España en el siglo XIX**. (Tesis del Doctorado. Universidad de Extremadura)

de las corporaciones médico-farmacéuticas de este medio siglo, nos estamos refiriendo al **Boletín de Medicina, Cirugía y Farmacia (1834 ss.)**. Esta publicación fue eficaz vehículo de comunicación, y desde sus páginas nuestros profesionales recibieron noticia sobre la producción bibliográfica española, y de las traducciones extranjeras. Asimismo la revista insertó resúmenes, noticias y extractos de trabajos de autores extranjeros, pudiendo nuestros médicos conocer, previa versión castellana, resúmenes de artículos de autores de allende las fronteras peninsulares. Este importante proceso hasta hora no se ha valorado con la importancia que merece, pero recaba desde luego ulteriores estudios que ahora escapan, por su amplitud, del tema central de nuestra indagación historiográfica.

Al inicial periodismo médico del siglo XVIII, como fueron las **Disertaciones de la regia Sociedad de Medicina y demás Ciencias de Sevilla (1736,ss.)**, deben citarse las **Efemérides Barométrico-Médicas Matritenses (1734)**, se suman a estas, a comienzos del Ochocientos la breve publicación la **Correspondencia Literaria Médica (1804-5)**. A lo largo del primer tercio del siglo, y de muy breve existencia contamos con el **Periódico de la Sociedad Médico-Quirúrgica de Cádiz (1820)** y las **Décadas Médico-Quirúrgicas (1821-1828)**, este último con interrupciones debidas a la censura gubernativa. Asimismo en 1821 el **Periódico de la Sociedad de la salud Pública de Cataluña** que se dejó de publicar al año siguiente.

Con la aparición de **El Siglo Médico (1854)** parece consolidarse la prensa médica es España, fecha desde la cual y hasta 1880 sufrirá un profunda transformación. Desde los años 1880 una nueva forma de periodismo acorde con el clima positivista y menos corporativo sustituirá a las anteriores revistas que ofrecían una diversidad en el contenido, con menor proporción de trabajos originales. El nacimiento de **El Siglo Médico** fue el resultado de la fusión del primitivo **Boletín** nacido se dijo en 1834, y la **Gaceta Médica** fundada en 1845 por Matías Nieto Serrano. Entre los fundadores de ambas publicaciones existían factores comunes, y uno de ellos fue su actividad de profesionales, editores, redactores y traductores. Esta multiplicidad de funciones se irá especializando y diversificando en actividades individualizadas. La diferencia entre el periodismo moderno y el ochocentista en Medicina radica precisamente en esta división del trabajo. Todavía en los últimos decenios del siglo XIX y los primeros del siglo XX, algunas publicaciones de amplio calado científico como la **Gaceta Médica Catalana (1880-1922)**, o la madrileña **Revista de Medicina y Cirugía Prácticas (1879-1920)** fueron obra personalísima de un grupo muy reducido de profesionales médicos, la primera propiedad de Rafael Rodríguez Méndez Catedrático de la Facultad de Medicina de Barcelona, editor traductor y redactor. Del mismo modo la **Revista** madrileña antes citada, fue el resultado de la gestión y tarea de Rafael Ulecia y Cardona, con quien compartieron la enorme carga de su continuidad muy pocos colaboradores. Sorprende la intensidad y continuidad de la labor de estos médicos-periodistas pero también traductores.

El periodo que nos ocupa, la segunda mitad del siglo XIX fue pródigo en la fundación de revistas, superan con creces varios centenares, como ha recogido la bibliografía antes citada. Estas razones aconsejan, para no desenfocar el tema de nuestro trabajo, ocuparnos de las características y la labor de algunos grupos editoriales, y de sus gestores, para subrayar la dimensión y el papel divulgador y de difusión de los textos médicos extranjeros puestos en castellano en este medio siglo.

Los fundadores del **Boletín** fueron por este orden, Manuel Codorniu Farreras (1788-1857), médico militar que cumplió una amplia labor epidemiológica, Antonio Ortiz de Traspaña (1801-1836) y Mariano Delgrás y Rivas (1798-1855). Posteriormente se incorporó a la redacción Manuel Hurtado de Mendoza, y Serapio Escolar Morales, hijo político de Delgrás. Las características de este periodismo responden todavía a una concepción artesanal, en la que los redactores eran editores, traductores y autores, asumiendo entre los mismos todas estas funciones. Era en suma una publicación periódica que la realizaban en su totalidad un escaso número de personas que, conjuntamente, asumían estas tareas. En un mismo profesional se aunaban las funciones de médico, editor, traductor y propietario de la revista.

Unidos por lazos de amistad, o incluso familiares como antes se ha dicho, realizaron un encomiable tarea de difundir, traducir, editar y distribuir en gran parte la medicina extranjera entre los profesionales españoles a lo largo de más de dos decenios. La dirección del **Boletín**, en general, mantuvo un orden puntual, lo que evidencia la estrecha colaboración entre los tres fundadores. Encargado de Dirección fue en primer lugar Mariano Delgrás hasta el número 26 (1834), le sucedió en este cometido Ortiz de Traspaña hasta el número 44 (1835), a partir del cual pasó a la Dirección Manuel Codorniu, nuevamente Mariano Delgrás se haría cargo de la Dirección en 1836. A pesar de su temprano fallecimiento Antonio Ortiz de Traspaña tradujo en 1832 por Orden Gubernativa un texto de Le Mac-Picquet, del francés al castellano titulado **Observaciones sobre el Cólera Morbo de la India hechas en Bengala**. La oportunidad de la versión castellana coincide con la primera gran epidemia de cólera asiático en Europa en 1831. Asimismo Mariano Delgrás, entre sus numerosas actividades profesionales, políticas y periodísticas, contribuyó a difundir la Medicina francesa en España traduciendo la obra de L. C. Roche y L. S. Sansón titulada **Nuevos Elementos de Patología Médico-Quirúrgica**.

El **Boletín**, según pretendieron sus directores y redactores fue un vehículo de información procedente del extranjero, y además un medio de comunicación entre los profesionales españoles. Desde las páginas del **Boletín** se insistía en numerosas ocasiones de cuales eran estos objetivos. Al esfuerzo de los redactores del **Boletín** debemos la selección, traducción, y ordenación de los artículos de autores extranjeros, que aparecidos en revistas médicas fuera de España, eran escogidos, e insertados en las páginas del **Boletín**. El periodismo médico en España durante todo el siglo XIX, tanto en la primera como en la segunda mitad se nutrió en un alto porcentaje de artículos que los redactores, traducían de revistas extranjeras al castellano. Todavía a finales del **Ochocientos** numerosas revistas españolas, algunas en los primeros años del siglo XX insertaban artículos de otras publicaciones foráneas. Este hecho se debió a dos razones, de una parte la escasez de artículos científicos de fondo para el **Boletín**. La reducida nómina de redactores, y la escasez de efectivos humanos hacía más plausible obtener originales a partir de las traducciones, junto a los artículos de autores españoles.

A partir de la segunda época la entrada de nuevos redactores en el **Boletín** supuso incrementar la labor de traducción de textos franceses de medicina al castellano. En primer lugar Serapio Escolar y Morales (1807-1874), entró en el **Boletín** era yerno de Mariano Delgrás y llevó a cabo una brillante labor al frente de la revista. Ocasionalmente figuró como redactor y director, realizó numerosas traducciones de artículos extranjeros, así como

puso en castellano textos médicos de autores franceses. Sabemos que es el autor de la versión del **Tratado de Terapéutica** de A. Trousseau, y de Pidoux, del **Manual de Enfermedades Venéreas** de Besuchera, y de la **Guía del Médico Práctico** de Valleix. Mayor tarea cumplió Francisco Méndez Álvaro (1806- 1883), de amplia proyección social y política llegando a ser Alcalde de Madrid, destaca como uno de los periodistas médicos más importantes en la España contemporánea, entro a formar parte del Boletín, y en 1854 se convirtió en una de las figuras más destacadas de El Siglo Médico, hasta su muerte acaecida, se dijo, en 1883. Sin embargo debe ser considerado como uno de los más eficaces introductores de la medicina extranjera en la España de su tiempo. Entre las numerosas as que tradujo y comentó, deben citarse el **Tratado de Patología General** de A. Chomel, así como los textos de Vidal de Cassis, de amplia difusión y con numerosas reediciones en la segunda mitad del Ochocientos, nos referimos al compendioso **Tratado de Patología Externa y de Medicina Operatoria** (1846), o el de P. Fabre **Tratado completo de las enfermedades venéreas** (1850). Asimismo Méndez Álvaro encabezó la edición de colecciones de obras médicas, de enorme difusión, entre cuyos títulos figuran numerosos autores extranjeros puestos en castellano, como diremos en su momento. En primer lugar la llamada *'Biblioteca Escogida de Medicina y Cirugía'* y el *Prontuario Universal de Ciencias Médicas*. Tras la muerte de Mariano Delgrás en 1855, Serapio Escolar en 1874, fue Méndez Álvaro junto a Matías Nieto y Serrano, propietario de la revista decana en la Medicina española, varias veces citada, **El Siglo Médico**.

Entre los rasgos más acusado de esta primera etapa del periodismo, que todavía encontraremos hasta finales de la centuria, se confundían las figuras de editor, redactor, impresor y propietario, incluso de distribuidor y librero. La vinculación fue personal y comprendía tanto la revista, el **Boletín**, como las colecciones de libros, en esta tarea figuran las obras y artículos tanto españoles como las traducciones. Nuestro aserto puede ser comprobado, si tenemos en cuenta los vínculos personales entre sus directores, la edición de la revista era artesanal, y la presencia de los directores es patente. Las primeras publicaciones españolas de carácter periódico en Medicina se debieron al esfuerzo privado, al margen de las instituciones, como se comprueba al hojear la revista cuya imprenta era propiedad de uno de sus redactores, Don Mariano Delgrás.

El **Boletín** sirvió para difundir traducciones de trabajos extranjeros, así en la primera serie de esta publicación periódica, entre 1834-1839, el número de artículos originales de autor español era de 256, es decir un 33,64 por cien del contenido, en tanto los artículos traducidos de autores extranjeros, a partir de revistas recibidas por el Boletín fue superior. El número de publicaciones de autor extranjero en esta revista durante el quinquenio citado fue de 318 lo que representa un 41,79 por cien del conjunto de trabajos científicos. La revista, quizá en buena medida por falta de originales de autor español, tuvo que estimular a sus redactores a traducir e insertar artículos tomados de publicaciones extranjeras. Las razones sin embargo no amenguan la importante tarea que los redactores del Boletín cumplieron en la difusión de la medicina extranjera entre los profesionales españoles. Estas razones debieron pesar asimismo en la decisión de los traductores y médicos de poner en castellano obras de medicina extranjeras. El resultado fue llenar un enorme vacío y el desfase que sufrió la medicina española tras las Guerras Napoleónicas.

La tarea de los redactores del **Boletín** fue compleja, reuniendo varias funciones en un reducido grupo de profesionales médicos. Las traducciones llevadas cabo no fueron en modo algunas literarias ni por supuesto textuales, más bien en sus inicios fueron selectivas, resumiendo, o bien extractando los artículos extranjeros, según las necesidades y posibilidades. No se trata de traductores profesionales, su objetivo fue llenar un vacío de contenidos en la modesta información que en castellano disponíamos de los avances de la medicina europea, sobre todo francesa de la primera mitad del siglo XIX. Estas características son comunes a las versiones realizadas en el periodo ilustrado, como también a numerosas traducciones de textos médicos y quirúrgicos hasta el siglo XX. Aunque insistiremos a lo largo de nuestro trabajo, los traductores adaptaron, resumieron o interpolaron, tanto anotaciones, comentarios o apéndices que modificaban el texto original extranjeros. El rigor en las traducciones será una de las carencias más visibles de nuestro profesionales a lo largo del **Ochocientos**. En numerosos casos las versiones no fueron del original inglés o alemán, sino de una previa traducción francesa. Sin poder hacer un análisis exhaustivo debe tenerse presente este rasgo que expresa con suficiente claridad las enormes dificultades con las que tuvieron que pechar los pioneros del periodismo médico español del periodo isabelino.

A partir de 1854 una nueva publicación **El Siglo Médico**, fruto del esfuerzo de una escasa gavilla de profesionales, afianzó el periodismo médico, y llevó a cabo una envidiable labor de difusión de las Ciencias Médicas en España. En este sentido **El Siglo Médico**, desde su fundación y hasta los decenios finales del primer tercio del Siglo XX, ofreció periódicamente una información sobre las novedades y progresos médicos, tanto en España como en el extranjero. Surgió, se dijo, de la fusión de dos anteriores publicaciones, el **Boletín**, varias veces citado, y la **Gaceta Médica**. El interés de **El Siglo Médico** para el tema que nos ocupa fue su enorme difusión, periódico de carácter semanal, aparecía los domingos y constaba de ocho páginas. Su precio para los suscriptores de Madrid era de 12 reales el trimestre, y 15 reales para el resto de España. Franco de porte, ofrecía también suscripción para los territorios de Ultramar, y extranjero. Asimismo en España la suscripción de **El Siglo Médico** tuvo en la segunda mitad del siglo XIX numerosos puntos de venta, desde las Boticas, las librerías y la Administración de Correos. La redacción e impresión de la publicación tuvo sus comienzos en la imprenta de Don Manuel de Rojas, calle de Pretil de los Consejos (Madrid), desde donde se distribuyó a toda España, Ultramar y Extranjero. Esta revista médica semanal contó desde su primer número y a lo largo del Ochocientos de una sección fija que, bajo el rótulo **Prensa Médica** y **Prensa Farmacéutica**, publicada buenos resúmenes de todas las novedades de interés que se daban a conocer en el periodismo médico-farmacéutico de todos los países.

La publicación médica en castellano que debe considerarse modélica en este afán de traducir los avances extranjeros fue el **Anuario de Medicina y Cirugía**. El famoso editor de medicina don Carlos Bailly-Bailliére empezó a publicar en 1865, en un formato octavo, esta revista médico-quirúrgica. Su contenido era facilitar a base de resúmenes una amplia información de los periódicos extranjeros. Entre sus redactores figuraron Esteban Sánchez Ocaña, Catedrático de Clínica Médica en la Facultad de Medicina de Madrid, y posteriormente los doctores G. Reboles Campos, y F. García Molinas. Aunque en otro momento nos ocupamos de la labor de traducción y difusión de la medicina extranjera en

España de la librería y editorial Bailly-Bailliére, esta revista, el **Anuario** uno de los medios de difusión de la medicina europea y americana en España. Los puntos de suscripción y delegaciones, muy numerosas comprendían por supuesto todas las provincias españolas, asimismo los territorios de Ultramar, Cuba Puerto Rico y Filipinas, la América del Norte, Centroamérica y Sudamérica. Se recibía este **Anuario** en las Antillas Holandesas, en París y en Londres. En esencia el Anuario era la réplica castellana, previa traducción del original inglés del **Retrospect of Medicine** que dirigía el Dr. Braithwaite, completado con artículos de publicaciones de otros países.

# LA MORTALIDAD POR ENFERMEDADES INFECCIOSAS EN CÁDIZ (1924-1925)

ANA M. SÁINZ OTERO  
UNIVERSIDAD DE CÁDIZ

FRANCISCO HERRERA RODRÍGUEZ  
UNIVERSIDAD DE CÁDIZ

JOSÉ ALMENARA BARRIOS  
UNIVERSIDAD DE CÁDIZ

CAROLINA LAGARES FRANCO  
UNIVERSIDAD DE CÁDIZ

## RESUMEN

*Este trabajo aborda el estudio demográfico de la mortalidad infecciosa en la ciudad de Cádiz en el periodo histórico comprendido entre enero de 1924 y diciembre de 1925 y, se incluye dentro de una línea de investigación más amplia, La mortalidad en Cádiz (1923-1939).*

*Nuestro objetivo ha sido estudiar la evolución de la mortalidad y su repercusión en la demografía gaditana durante el periodo indicado.*

*Hemos llevado a cabo un estudio descriptivo, longitudinal de la mortalidad en la ciudad de Cádiz durante estos años, basado en el análisis estadístico de los registros de defunción.*

*La tasa de mortalidad general para el primer año estudiado es superior a la del segundo. Sólo las enfermedades infecciosas presentan una clara variación del primer año estudiado con respecto al segundo. El caso más destacable corresponde a la viruela.*

*Conclusiones:*

- *El patrón de mortalidad de Cádiz para los años 1924-1925, no es superponible al del resto de España, la mortalidad general es superior.*
- *La principal causa de muerte es la tuberculosis.*
- *En el año 1924 nos encontramos con una elevada tasa de mortalidad por viruela que es la causa de la crisis de mortalidad que se produce en Cádiz durante este año.*

**Palabras clave:** *Demografía histórica, mortalidad, mortalidad infecciosa, crisis de mortalidad.*

## **ABSTRACT**

*This paper is the result of a demographic study on the infectious mortality in the town of Cádiz between January 1924 and December 1925, and it is included within a wider research, Mortality in Cádiz (1923-1939).*

*Our objective was to study the evolution of mortality and how it influenced in the population of Cádiz during this period.*

*We have performed a descriptive and longitudinal study in the town of Cádiz during these years from the statistical analysis of the registers of death.*

*Mortality rate during the first year is higher than in the second one. Only infectious diseases show a clear variation, being smallpox the most significant cause.*

### *Conclusions:*

- General mortality in Cádiz during 1924-25 was higher than in the rest of Spain.*
- The main causing factor was tuberculosis.*
- There was a high mortality rate in 1924 due to smallpox, and this was the causing factor of the great mortality crisis in Cádiz.*

**Key words:** *Historical demography, mortality, infectious mortality, mortality crisis.*

## 1. INTRODUCCIÓN

La aportación del método epidemiológico y de los estudios de epidemiología y demografía histórica contribuyen al conocimiento de cuál ha sido el papel y la influencia de la enfermedad en la evolución de la población; para ello es importante analizar la mortalidad, la morbilidad y las discapacidades<sup>1</sup>, teniendo en cuenta la estructura socioeconómica, los factores culturales, políticos, etc.

El presente trabajo abordará el estudio demográfico de la mortalidad en la ciudad de Cádiz en el periodo histórico comprendido entre enero de 1924 y diciembre de 1925; fechas que prácticamente marcan, como es sabido, el primer periodo de la Dictadura de Primo de Rivera<sup>2</sup>.

Las hipótesis que nos planteamos contrastar son las siguientes:

- 1- Existe un perfil demográfico de mortalidad en Cádiz, para el periodo en estudio, superponible al resto de España.
- 2- El patrón de causas de muerte es debido a todo un conjunto de factores de interés demográfico no sólo endógenos o biológicos, sino también factores exógenos: socioeconómicos, políticos y sanitarios.
- 3- Existen crisis de mortalidad en Cádiz correlacionadas con el crecimiento de la morbilidad infecciosa.

Por tanto nuestro objetivo general será estudiar la evolución de la mortalidad y su repercusión en la demografía gaditana durante el periodo indicado, relacionándola con los principales determinantes epidemiológicos, y contribuir así a la interpretación de la realidad sanitaria de la ciudad de Cádiz.

Para ello presentamos los siguientes objetivos específicos:

- 1- Valorar la oportunidad de utilización de unas determinadas clasificaciones de expresiones diagnósticas.

<sup>1</sup> Bernabeu J. [1995:15].

<sup>2</sup> La Dictadura de Primo de Rivera comienza en septiembre de 1923, tras la caída del sistema parlamentario, y termina en enero de 1930. En la Dictadura se suceden dos periodos diferenciados: el primero, hasta diciembre de 1925, el directorio militar y el segundo, hasta la caída de la dictadura, el directorio civil.

- 2- Calcular los diferentes indicadores que permiten cuantificar estadísticamente la mortalidad: tasa general de mortalidad y tasas específicas por edad, sexo y causas, para cada año estudiado y para el total del periodo de tiempo.
- 3- Describir las crisis de mortalidad que puedan aparecer dentro del intervalo de tiempo estudiado.
- 4- Evaluar la mortalidad infantil atendiendo a sus diferentes componentes.
- 5- Detectar si existe un patrón estacional en la notificación de determinadas enfermedades como causa de muerte.

## 2. MATERIAL Y MÉTODO

Realizaremos un estudio descriptivo, longitudinal de la mortalidad en la ciudad de Cádiz durante los años 1924 y 1925, basado en el análisis estadístico de los registros de defunción.

Las fuentes manuscritas utilizadas son los libros de Actas de defunciones de los distritos de Santa Cruz y San Antonio que existen en el único Registro Civil de la ciudad de Cádiz, para los años 1924 y 1925:

- Distrito San Antonio: libros nº 259, 260, 261 y 262.
- Distrito Santa Cruz: libros nº 153, 154 y 155.

El análisis general de la mortalidad que realizamos conlleva desde el punto de vista estadístico lo siguiente:

- Distribución de frecuencias de las variables siguientes: edad, sexo y causa de muerte. Por mensualidades, anualidades y para el periodo completo.
- Representación gráfica de las mismas variables.
- Verificación de hipótesis mediante los contrastes estadísticos oportunos, con un nivel de confianza del 95%.
- Cálculo de los diferentes indicadores de mortalidad, según las definiciones oportunas: mortalidad general, mortalidad específica por sexo, edades, causas y proporcional, cálculo de poblaciones intercensales mediante el método de la Tasa de Variación.
- La precisión de las diferentes estimaciones calculadas se evalúan mediante los oportunos intervalos de confianza.

Los programas informáticos empleados para el procesamiento de la base de datos y el posterior estudio estadístico son: Microsoft Office, Statgraphics Plus 5.1 y SPSS 11.5.

La codificación de las diversas causas de muerte la hemos resuelto con la utilización de dos clasificaciones: La Nomenclatura de las Enfermedades (Causas de Muerte), del Cuerpo de Sanidad de la Armada<sup>3</sup> y, la Clasificación de Causas de Muerte modificada por Bernabeu-Mestre y cols.<sup>4</sup>, a partir de la propuesta por McKeown Th. [1978].

<sup>3</sup> Orden ministerial de 5 de diciembre de 1931.

<sup>4</sup> Esta clasificación se ha realizado en el marco del proyecto de investigación: *La mortalidad infantil y juvenil en la España Rural, 1800-1960*, financiado por la Dirección General de Investigación Científica y Técnica (DGICYT-PB92/0022) y desarrollado en el Instituto de Economía y Geografía (CSIC) y en el Departamento de Salud Pública de la Universidad de Alicante. El director del proyecto es el Prof. J. Bernabeu Mestre.

La clasificación utilizada por el Cuerpo de Sanidad de la Armada se corresponde con la cuarta revisión de la Primera Clasificación Internacional de Causas de Muerte (CIE 4<sup>a</sup>)<sup>5</sup>.

Esta cuarta revisión de la CIE aprobada en París en 1929 se sitúa próxima al periodo objeto de nuestro estudio, ya que la tercera revisión de 1920, nunca se llegó a introducir<sup>6</sup>. Esta clasificación es el resultado de la combinación de criterios etiológicos y anatómicos. En el caso de la clasificación de McKeown los criterios están basados en el mecanismo de transmisión de las enfermedades infecciosas<sup>7,8</sup>. Con la utilización de estas dos clasificaciones podremos conocer mejor los mecanismos causales que explican la evolución y las características de la mortalidad. Así mismo nos permitirá ser escrupulosos con los modos de clasificación de la época, además de poderlos someter a revisión.

La CIE-4<sup>a</sup> (CB) está constituida por 200 rúbricas, organizadas en dieciocho grupos y dos niveles de desagregación. Por el contrario, la Clasificación modificada de McKeown (CMM) no está cerrada en cuanto a rúbricas se refiere, ya que es de reciente creación para el estudio de series históricas de mortalidad; está formada por tres grandes grupos y cuatro niveles de desagregación.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. Mortalidad general

Al analizar la mortalidad general en Cádiz de 1900 a 1925 observamos como ésta sigue un patrón en sentido descendente, con algunas excepciones. Hacia 1902 la tasa de mortalidad en Cádiz aumenta hasta un 36,09 por mil habitantes, ascenso que puede ser consecuencia de los efectos que para nuestra ciudad tuvo la guerra de Cuba, como fue la llegada de enfermos procedentes de la isla. A partir de este momento sigue descendiendo hasta llegar a los años 1918 y 1919, en los que hay de nuevo una elevación de la tasa de mortalidad general que es atribuible a la epidemia de gripe que en esos años afectó, no solo a la población de Cádiz, sino también a su provincia, aunque con menor intensidad. La tasa de mortalidad general en Cádiz para 1918 ascendió a 34,72 por mil habitantes y en 1919 fue de 34,08, mientras que en la provincia fue de 31,01 en 1918 y de 26,30 en 1919. Luego, la mortalidad en Cádiz continua descendiendo hasta llegar a los años 1923 y 1924 en que podemos observar un nuevo ascenso, con una tasa de mortalidad del 26,12 por mil habitantes y 27,44 por mil respectivamente, no sucediendo esto en la provincia que continua su línea descendente. En 1925 vuelve a descender la tasa de mortalidad en la capital a 23,83 por mil habitantes<sup>9</sup>.

La distribución mensual de los fallecidos en Cádiz, en los años 1924 y 1925 presenta porcentajes medios que oscilan entre el 3,2% (120) y 4,9% (191) de fallecidos, con

<sup>5</sup> Aprobada en el Convenio de la IV Comisión internacional para la revisión de las nomenclaturas nosológicas. (París, 16-19 de octubre de 1929).

<sup>6</sup> Círrera LL, Vázquez E. (ed). [1998:32].

<sup>7</sup> Robles E, Bernabeu J, García F. [1996, XV-1:165-199].

<sup>8</sup> Robles E, García F, Bernabeu J. [1996,70:221-233].

<sup>9</sup> Estos datos han sido tomados de la Reseña Estadística de la Provincia de Cádiz. Madrid, 1957. Presidencia del Gobierno. Instituto Nacional de Estadística.

excepción del mes julio de 1924 que asciende a un 5,5%, es decir, 213 defunciones, y octubre de 1925 que presenta un descenso del 2,5% (97 fallecidos). Estos valores extremos los podemos observar en el gráfico 1.

### 3.2. Mortalidad y sexo

El 51,9% de las defunciones (2026) ocurridas en el periodo completo corresponden a hombres y el 48,1% (1874) a mujeres. Si distinguimos entre los fallecidos menores de un año y los fallecidos de un año en adelante, observamos como en ambos casos el hombre fallece con una edad media inferior a la de la mujer. Para el caso de los mayores o iguales a un año es de resaltar la mayor longevidad de las mujeres (46,28), superando a los hombres en cinco años.

### 3.3. Mortalidad y edad

En la distribución de la mortalidad por edad de los iguales o mayores de un año el primer año de vida supone el 8,1% (269) del total de las defunciones. Durante los cinco primeros años de vida el porcentaje de mortalidad supone el 18,4% del total. A partir del sexto año hay una estabilización de los valores por debajo del 1% salvo excepciones aisladas, y es a partir de los 50 años, cuando vuelve a alcanzar valores del 1% o superiores a éste con un 2,3% (76) a los 60 años. La edad media de muerte para el periodo analizado y excluyendo los menores de un año es de 43,6 años (siendo el valor mínimo igual a 1 año, el valor máximo 100 años y la desviación típica 27,70 años).

La distribución de la edad en días de los fallecidos menores de 1 año es irregular (gráfico 2). El 25,6% del total de las defunciones del periodo estudiado tiene lugar en los primeros 30 días de vida. La frecuencia más alta la tenemos a los 60 días con 52 defunciones (1,3%) y a partir de esa fecha empieza a disminuir progresivamente hasta los 330 días excepto a los 150 días que aumenta levemente hasta el 8,8% (49). La edad media de muerte para los menores de un año durante el periodo analizado es de 132,9 días (siendo el valor mínimo igual a 1 día, el valor máximo igual a 330 días y la desviación típica de 102,76 días).

Agrupando la edad de los menores de un año por intervalos de 90 días, podemos observar como el 46,1% del total de las defunciones de éstos, en el periodo estudiado, tienen lugar en los tres primeros meses de vida. Para los seis primeros meses de edad las defunciones superan el 71% del total.

### 3.4. Mortalidad y causas

La mortalidad específica por causas de muerte según la CMM para el total del periodo estudiado, es muy elevada para la *tuberculosis* (cod. 1.2.2.1): 40,51 por diez mil habitantes. A continuación se sitúan las *enfermedades del sistema circulatorio* (cod. 2.6.0.0) con una tasa del 28,67 por diez mil habitantes, seguida de las *enfermedades infecciosas del aparato respiratorio* (cod. 1.2.2.0) con 27,68 por diez mil habitantes. Siguen, ya

a distancia, las *enfermedades infecciosas del sistema nervioso* (cod. 1.4.2.0) y las *congestiones y hemorragias cerebrales* (cod. 2.4.1.0) con tasas de 16,37 y 16,17 por diez mil habitantes respectivamente.

En el conjunto del periodo, la distribución del total de defunciones por causas según la CB y para el total de defunciones, el 12,6% (493) corresponde a *tuberculosis del aparato respiratorio* (cod. 1.23), el 8,4% (326) a *hemorragia cerebral, embolia o trombosis cerebral* (cod. 6.82), el 7,5% (291) a *bronconeumonía, comprendida la bronquitis capilar* (cod.8.107), el 5,4% (209) a *viruela* (cod. 1.6) y el 5,2% (201) a *otras enfermedades del corazón* (cod. 7.95).

Ahora vamos a ver la distribución (gráfico 3) y el peso de unas causas de muerte sobre las otras utilizando la CMM. En ésta el 15,8% (616) corresponde a *tuberculosis* (cod. 1.2.2.1), el 11,2% (436) a *enfermedades del sistema circulatorio* (cod. 2.6.0.0), el 10,8% (421) son las *infecciones del aparato respiratorio* (cod. 1.2.2.0), un 6,4% (249) se corresponden con las *infecciones del sistema nervioso* (cod. 1.4.2.0) y el 6,3% (246) corresponden a *congestión y hemorragias cerebrales* (cod. 2.4.1.0).

Al analizar la distribución anual de muertes por causas según la CMM para los años 1924 y 1925, solo las enfermedades infecciosas presentan una clara variación del primer año estudiado con respecto al segundo. El caso más destacable corresponde a la viruela, que en el año 1924 presenta 201 casos frente a 1925 con solo 8 casos registrados (gráfico 4). Otros casos a destacar, pero menos llamativos, son el de las infecciones del sistema nervioso, con 150 registros para 1924 y 99 para 1925, así como las diarreas y enteritis con 134 casos en 1924 y 80 en 1925. Solo tenemos una enfermedad infecciosa cuyos valores absolutos sean inferiores en 1924 a los de 1925: las infecciones del aparato respiratorio.

Al observar la gráfica de la evolución de la viruela podemos constatar como los primeros casos empiezan a detectarse en abril de 1924 hasta llegar en agosto de 1924 a su pico más alto. A partir de ahí comienza a bajar la incidencia con un repunte en octubre del 1924, para finalizar los casos en marzo de 1925.

La distribución mensual de las defunciones por enfermedades infecciosas según la CMM, presentan un claro comportamiento estacional. Los máximos anuales para las infecciones respiratorias se producen en invierno, y para las infecciones gastrointestinales en los meses de verano. Las infecciones del sistema nervioso presentan un aumento destacable durante los meses del verano de 1924 y las infecciones del sistema circulatorio y aparato genito-urinario se mantienen con oscilaciones durante todas las estaciones en los dos años.

La principal causa de mortalidad en Cádiz para los años 1924 y 1925 según la CB y la CMM la constituye la tuberculosis que, a pesar de tratarse de una enfermedad infecciosa, se mantiene constante durante todo el periodo, con dos picos elevados en julio de 1924 y mayo de 1925 y dos descensos uno en septiembre de 1924 y otro en octubre de 1925 (gráfico 5).

#### 4. DISCUSIÓN

Dopico y Reher sitúan el comienzo de la transición epidemiológica en España en 1885, año en que tuvo lugar la última epidemia de cólera. A partir de ésta, el comienzo del descenso de la mortalidad se hace de manera gradual y solo se ve interrumpido por dos crisis

importantes, la de la epidemia de gripe de 1918-19 y la de la Guerra Civil Española y comienzos de la posguerra, en los años 1937 a 1941<sup>10</sup>.

De la misma manera que España, la provincia de Cádiz sigue un descenso paulatino de la mortalidad hasta la Guerra Civil. Sin embargo, vemos que Cádiz en el año 1924 sufre un aumento en su tasa de mortalidad hasta un 27,43 por mil habitantes. La mortalidad en la provincia para ese año es de 22,38 por mil habitantes<sup>11</sup>, para el total de España es de 19,42 por mil habitantes<sup>12,13</sup>, para Zaragoza de 18,68 por mil habitantes<sup>14</sup>. En 1925 la mortalidad en Cádiz desciende a 23,85 por mil habitantes y continua así su descenso hasta la Guerra Civil. A pesar de todo en 1925 su mortalidad sigue siendo más elevada que para el resto de la provincia (21,28 por mil habitantes), el total del país (19,42 por mil habitantes) y Zaragoza (20,79 por mil habitantes).

Al revisar los datos generales de la mortalidad en Cádiz, apreciamos que el importante aumento que para el año 1924 tiene lugar en la misma no ha sido estudiado con anterioridad. De igual manera, no tenemos constancia de estudios específicos de este periodo en otras ciudades -lo que va a limitar nuestras posibilidades de comparación-, aunque sí de series temporales más amplias. El presente trabajo puede ser el punto de partida para el estudio de este periodo en otros lugares.

Ahora pasaremos a analizar la crisis de mortalidad que tuvo lugar en Cádiz en este periodo a través de las variables personales y de las causas de muerte.

En cuanto a la relación de la mortalidad con el sexo observamos que los resultados obtenidos para estos años en Cádiz coinciden con los del resto de España y de Andalucía<sup>15</sup>.

En la distribución de la mortalidad por edad, de los iguales o mayores a un año para los años 1924-25, Cádiz sigue un patrón semejante al del resto de España<sup>16,17</sup> con un elevado porcentaje de defunciones durante el primer año de vida 6,9%. El grupo comprendido entre uno y cinco años representan aproximadamente el 18,4% del total de las defunciones, es decir, es el periodo que más defunciones presenta. A partir de los seis años comienza un descenso que continuará hasta los cincuenta años donde vuelve a aumentar el porcentaje de defunciones, alcanzando a los sesenta años el 2,3%.

La mortalidad infantil para el año 1924 en Cádiz es de 165,44 por mil habitantes, dato que revela una muy alta mortalidad para los menores de un año, comparable con la de España en 1920 (165,20 por mil habitantes), tras la epidemia de gripe. Sin embargo, la mortalidad para 1925 es 124,36 por mil, inferior a la tasa nacional (136,40 por mil habitantes).

La agrupación de las causas de muerte utilizada por nosotros para la realización del estudio no coincide exactamente con la de los trabajos que hemos mencionado, por lo que la comparación se verá dificultada. Aún así, es posible el estudio de las principales causas de mortalidad.

<sup>10</sup> Dopico F, Reher D. [1998, Monografía 1:11-30].

<sup>11</sup> Instituto Nacional de Estadística. Movimiento Natural de la población de Cádiz de 1900 a 1955. [1957: 107].

<sup>12</sup> Pascua M. [1935:13-14].

<sup>13</sup> Carreras A. (coord.). [1989:56-72].

<sup>14</sup> Rabadán M. [1984:39].

<sup>15</sup> Instituto de Estadística de Andalucía. Registro de Mortalidad de Andalucía 1994. [1995:20 y 39].

<sup>16</sup> Pascua M. [1935:13-14].

<sup>17</sup> Dopico F, Reher D. [1998:37].

De igual forma, existen diferencias en cuanto al peso de una enfermedad sobre la otra en nuestro trabajo, en función de la clasificación que utilizamos, pero esto no es un obstáculo para realizar el estudio de las causas de mortalidad en este periodo, ya que los criterios con los que fueron elaboradas cada una de ellas se complementan<sup>18</sup> y por tanto, existen suficientes concordancias que posibiliten dicho estudio.

La principal causa de mortalidad para Cádiz en este periodo lo constituye la tuberculosis, que presenta una tasa muy elevada, 40,51 por diez mil habitantes, cuando la tasa a nivel nacional es del 15,5 por diez mil habitantes. Tasas semejantes a las encontradas en Cádiz las podemos encontrar en algunos distritos de Madrid y Barcelona en el decenio anterior<sup>19</sup>.

La mortalidad por tuberculosis es prácticamente igual para el año 1924 (303) y el 1925 (313). L. Rodrigo Lavín indica que las condiciones ambientales, sociales y económicas de Cádiz son los factores que propician el desarrollo de esta enfermedad. Entre dichas condiciones destacan la humedad, la falta de ventilación y soleamiento de las calles y viviendas de la ciudad, las escasas medidas higiénicas y sanitarias, y la mala alimentación<sup>20</sup>.

Las infecciones respiratorias, con un 27,68 por diez mil habitantes, tienen una clara distribución estacional, con un aumento de los casos en la época invernal y una disminución en los periodos estivales. Siguiendo con las tesis de Rodrigo Lavín, las condiciones climáticas y socioeconómicas de Cádiz en esa época también favorecen la alta mortalidad por infecciones respiratorias.

Algunas enfermedades infecciosas muestran una clara diferencia en su distribución entre 1924 y 1925. Este es el caso de las diarreas y enteritis (134 frente a 80), las infecciones del sistema nervioso (150 frente a 99) y la viruela (201 frente a 8). Tanto las diarreas y enteritis como las infecciones del sistema nervioso tienen un claro comportamiento estacional, aumentando el número de casos en los meses de verano para disminuir en los de invierno. Habría que analizar una serie temporal más amplia para comprobar si la entrada en vigor del Reglamento de Sanidad Provincial<sup>21</sup>, con las consiguientes mejoras en materia de higiene, vivienda, política sanitaria de profilaxis y acondicionamiento de centros sanitarios; pudo influir en la disminución, que tuvo lugar en Cádiz en 1925, de estas enfermedades infecciosas.

A continuación queremos resaltar la alta tasa de mortalidad por viruela que tuvo lugar en Cádiz en 1924, de 26,41 por diez mil habitantes, frente a la de 1925, de 1,05 por diez mil habitantes. Las tasas a nivel nacional para esos años son notablemente inferiores: 0,55 por diez mil habitantes para 1924 y 0,38 por diez mil habitantes para 1925. M. Pascua (1935) nos habla de una enfermedad que para 1913 presenta muchas defunciones en todo el país (3100), vuelve a remontarse en 1919 con 3623 casos para y, a partir de este momento, empezar a descender paulatinamente, hasta que finalmente en 1929 la enfermedad está prácticamente extinguida con solo 2 casos en todo el país<sup>22</sup>. En Cádiz, los primeros casos de

<sup>18</sup> Bernabeu J, Ramiro D, Sanz A, Robles E. [2003,XXI-I:167-192].

<sup>19</sup> Molero J. [1989, 9:185-223].

<sup>20</sup> Rodrigo Lavín, L (1867-1950), realizó una importante labor como higienista en las primeras décadas del siglo XX en Cádiz. En: Herrera F. [2001].

<sup>21</sup> Marset P, Rodríguez E, Sáez M. [1997:1-24].

<sup>22</sup> M. Pascua [1935:41].

viruela comienzan en abril de 1924; su punto más alto se alcanza en agosto de ese año para empezar a bajar, pero hay un nuevo repunte en noviembre de 1924, para finalizar en febrero de 1925, año en el que solo se registran, como ya hemos mencionado, 8 casos. No tenemos constancia de brotes epidémicos de estas dimensiones en otras ciudades de España, ni de que en Cádiz se hubiese declarado oficialmente epidemia de viruela<sup>23</sup>, pero sí tenemos conocimiento de que el Dr. Enrique Alcina (Presidente de la Cruz Roja gaditana) en esas fechas promovió en Cádiz campañas de vacunación contra la viruela<sup>24</sup>. Durante los meses en que tienen lugar las defunciones por viruela, aumentan considerablemente las defunciones de mayores de 1 año y menores de 50, con respecto a los mismos meses de 1925.

## 5. CONCLUSIONES

1.- El patrón de mortalidad de Cádiz para los años 1924-1925, no es superponible al de España ni al resto de la provincia. La mortalidad general en Cádiz es superior, sobre todo en el año 1924.

2.- La distribución de la mortalidad por sexo coincide con la del resto del país, mueren más hombres que mujeres con similares tasas específicas.

3.- La mortalidad infantil es más alta en nuestra ciudad para ese intervalo que la del resto de España. La correspondiente a 1924 es aún más alta que la de 1925. Esta misma diferencia se da para los distintos componentes de la mortalidad infantil, excepto para la mortalidad neonatal precoz que presenta índices parecidos en los dos años.

4.- En las causas de defunción, la principal causa de muerte es la tuberculosis, para cada año estudiado y para el total del periodo, con una tasa de mortalidad bastante más elevada que la correspondiente para España.

5.- En el año 1924 nos encontramos con una elevada tasa de mortalidad por viruela perfectamente delimitada a unos meses y que es la causa de la crisis de mortalidad que se produce en Cádiz durante este año.

6.- El resto de las enfermedades infecciosas siguen el patrón estacional habitual. En verano aumentan las diarreas y enteritis y las infecciones del sistema nervioso y en invierno lo hacen las infecciones del aparato respiratorio.

7.- Las enfermedades infecciosas que hemos comentado, con excepción de la tuberculosis, presentan un número de casos considerablemente mayor en 1924 que en 1925. Para asignar este cambio a las mejoras de condiciones higiénico-sanitarias derivadas de la actuación institucional sería necesario estudiar una serie temporal más amplia, e incluso, compararlo con lo acontecido en el resto del país.

8.- En la mortalidad por enfermedades no infecciosas el mayor peso la presentan las enfermedades del sistema circulatorio.

9.- Casi la mitad de las defunciones en los niños menores de un año están provocadas por enfermedades infecciosas (diarreas y enteritis, infecciones del aparato respiratorio e

<sup>23</sup> Ver Boletín Oficial de la Provincia de Cádiz (BOPC) de 3 de noviembre de 1924, nº 251 (Disposiciones contra la viruela).

<sup>24</sup> Herrera F. [2000:159-168].

infecciones del sistema nervioso). La enfermedad que mayor peso tiene sobre las demás es la atrepsia.

10.- La utilización de dos clasificaciones o nomenclaturas de causas de defunción diferente, elaborada con criterios distintos, para la codificación de las causas de muerte, nos ha resultado positivo. Ahora bien, para el caso de la CMM, que en su origen ha sido propuesta para la codificación de causas de muerte en niños, y dado que las series de mortalidad con las que nosotros trabajamos abarcan todas las edades, sería conveniente completarla desagregando, sobre todo, las causas de defunción no infecciosas. Por ejemplo, para el caso de cánceres y tumores, senilidad, etc., se obtendría una información más detallada.

## BIBLIOGRAFÍA

- ALMENARA J, GARCÍA C. (2000). *Manual de Bioestadística*. Cádiz: Quorum.
- ALMENARA J, SILVA LC, BENAVIDES A, GARCÍA C, GONZÁLEZ JL. (2003). *Historia de la bioestadística: la génesis, la normalidad y la crisis*. Cádiz: Quorum.
- ARBELO A. (1962). *La mortalidad de la infancia en España*. Madrid: CSIC.
- BARONA JL. (1993). "Teorías médicas y la clasificación de las causas de muerte". *Boletín de la Asociación de Demografía Histórica*, XI-3, 61.
- BERNABEU J, RAMIRO D, SANZ A, ROBLES E. (2003). "El análisis histórico de la mortalidad por causas. Problemas y soluciones". *Boletín de la ADEH*, XXI-I, 167-192.
- BERNAEU J, RAMIRO D, SANZ A, ROBLES E. (2003). "El análisis histórico de la mortalidad por causas. Problemas y soluciones". [base de datos en Internet]. *Asociación Española de Demografía Histórica*. c. [citado 14 de septiembre 2004]. Disponible en: [http://www.adeh.org/Listado\\_Grande\\_Causas.pdf](http://www.adeh.org/Listado_Grande_Causas.pdf)
- BERNABEU J. (1995). *Enfermedad y población. Introducción a los problemas y métodos de la epidemiología histórica*. Valencia: Seminari d'Estudis sobre la Ciència.
- BERNABEU J. (1993). "Expresiones diagnósticas y causas de muerte. Algunas reflexiones sobre su utilización". *Boletín de la Asociación de Demografía Histórica*, XI-3, 15-16.
- BERNABEU J. (1998). "Transición sanitaria y evolución de la Medicina (Diagnóstico, Tratamiento y Terapéutica), 1885-1942". *Boletín de la ADH*, XVI-II, 18.
- BERNABEU J. y cols. (2003). "El análisis histórico de la mortalidad por causas". *Revista de Demografía Histórica*, XXI, I, segunda época. 171-183.
- CARRERAS A. (coord.). (1989). *Estadísticas históricas de España. Siglos XIX-XX*. Madrid: Fundación Banco Exterior
- CIRERA LL, VÁZQUEZ E. (ed.). (1998). *La implantación en España de la Clasificación Internacional de Enfermedades 10ª Revisión (CIE-10)*. Santiago de Compostela: Sociedad Española de Epidemiología.
- Cuerpo de Sanidad de la Armada. (1932). *Nomenclatura de las enfermedades (Causas de muerte)*. Madrid: imprenta del ministerio de Marina.
- Disposiciones contra la viruela. *Boletín Oficial de la Provincia de Cádiz*, número 251. (3 de noviembre de 1924).
- DOPICO F, REHER D. (1998). "El declive de la mortalidad en España, 1860-1930". *Asociación de Demografía Histórica, Monografía 1*, 11-30.

- GÓMEZ R. (1992). *La mortalidad infantil española en el siglo XX*. Madrid: siglo veintiuno.
- HERRERA F. (2001). "A modo de Introducción: Cádiz y la medicina gaditana en el siglo XX". En: Cabrera JR, Herrera F. (dir.). *El Excmo. Colegio Oficial de Médicos de la Provincia de Cádiz en el siglo XX. Conmemoración de su Centenario (1901-2001)*. Cádiz: Excmo. Colegio Oficial de Médicos de la Provincia de Cádiz, 19-62.
- HERRERA F. (1997). *Crisis y medidas sanitarias en Cádiz (1898-1945)*. Zaragoza: Seminario de Historia de la Ciencia y de la Técnica de Aragón.
- HERRERA F. (2000). "La situación sanitaria en la provincia de Cádiz en el siglo XX". En: Ramos Santana A. (coord.). *Cádiz. La provincia en el siglo XX*. Cádiz: Fundación Provincial de Cultura, 177-186.
- HERRERA F. "Leonardo Rodrigo Lavín (1867-1950) y la lucha antituberculosa en Cádiz". En: *Ciclo "In memoriam Dr. Orozco"* (Cádiz, 23 y 24 de noviembre de 2001). En prensa.
- Instituto de Estadística de Andalucía. (1995). *Registro de Mortalidad de Andalucía 1994*. Sevilla: Instituto Estadístico de Andalucía.
- Instituto de Estadística de Andalucía. (1999). *Un siglo de demografía en Andalucía. La población desde 1900*. Sevilla: IEA.
- Instituto Nacional de Estadística. (1957). *Movimiento Natural de la población de Cádiz de 1900 a 1955. Reseña Estadística de la provincia de Cádiz*. Madrid: Presidencia del Gobierno.
- LIBRERO J. (1993). "Las estadísticas de causa de muerte: coordenadas históricas, herramientas actuales". *Boletín de la Asociación de Demografía Histórica*, XI-3, 166.
- MALARBE P. (1983). "La Dictadura". En: Tuñón de Lara M. (dir.). *La crisis del estado: Dictadura, República, Guerra (1923-1939)*. Vol. 9. "Historia de España". Barcelona: Labor, 11-26.
- MARSET P. RODRÍGUEZ E. SÁEZ M. (1997). "La Salud Pública en España". En: Martínez F y cols. *Salud Pública*. Madrid: McGraw-Hill-Interamericana, 1-24.
- McKEOWN TH. (1978). *El crecimiento moderno de la población*. Barcelona: Bosch.
- McKEOWN TH. (1990). *Los orígenes de las enfermedades humanas*. Barcelona: Crítica.
- MILLÁN JL. (1993). *Cádiz siglo XX. Del Cádiz hundido al Cádiz que resurge (1898-1979)*. España: Silex.
- MOLERO J. (1989). "La tuberculosis como enfermedad social en los estudios epidemiológicos españoles anteriores a la guerra civil". *Rev. Dynamis*, 9, 185-223.
- PASCUA M. (1935). *Mortalidad específica en España*. Madrid: Publicaciones oficiales de la C.P.I.S.
- PERDIGUERO E. (1993). "Causas de muerte y relación entre conocimiento científico y conocimiento popular". *Boletín de la Asociación de Demografía Histórica*, XI-3, 68-69.
- PORRAS MI. (1996). "Las repercusiones de la pandemia de gripe de 1918-19 en la mortalidad de la ciudad de Madrid". *Boletín de la ADEH*, XIV-I, 75-116.
- RABADAN M. (1984). *Evolución sanitaria de Zaragoza durante el centenario 1870-1970*. [Tesis Doctoral]. Zaragoza: Institución "Fernando el Católico".
- RAMIRO D, SANZ A. (1999). *Cambios estructurales en la mortalidad infantil y juvenil española. 1860-1990*. Bilbao: Navarro & Navarro.

- ROBLES E, BERNABEU J, GARCÍA F. (1996). "La transición sanitaria: una revisión conceptual". *Boletín de la Asociación de Demografía Histórica*, XV-1, 165-199.
- ROBLES E, GARCÍA F, BERNABEU J. (1996). "La transición sanitaria en España desde 1900 a 1990". *Revista Española de Salud Pública*, 70, 221-233.
- VALLÍN J. (1995). *La Demografía*. Madrid: Alianza Editorial.

## GRÁFICOS

Gráfico 1. Distribución mensual de los fallecidos. Cádiz, años 1924 y 1925

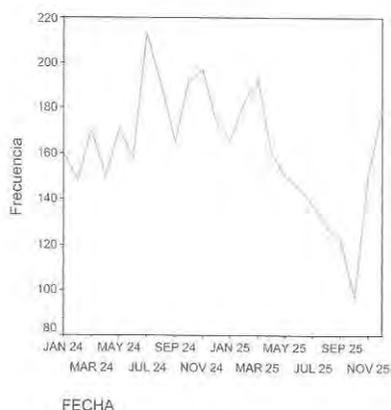


Gráfico 2. Distribución de la edad en días de los fallecidos menores de un año. Cádiz, años 1924-1925.

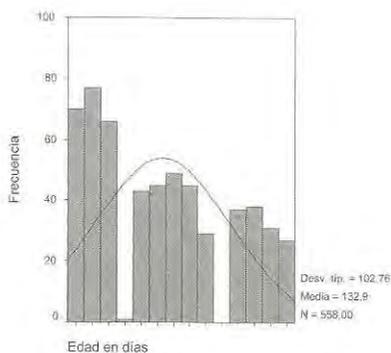


Gráfico 3. Distribución de las causas de muerte según la CMM. Cádiz, 1924-1925.

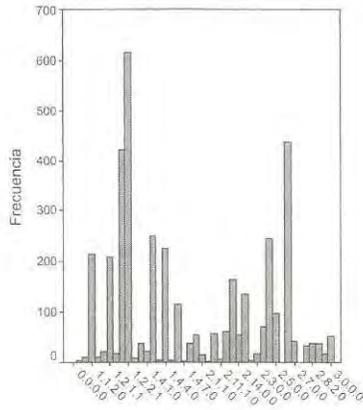


Gráfico 4. Evolución de la mortalidad por Viruela (CMM: 1.2.1.1). Cádiz, 1924-1925.

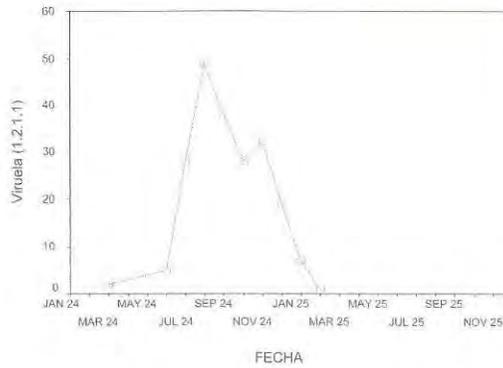
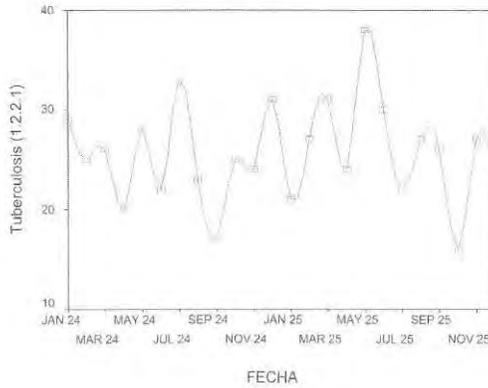


Gráfico 5. Evolución de la mortalidad por Tuberculosis (CMM: 1.2.2.1). Cádiz, 1924-1925.



# LA FAMILIA *trk* DE RECEPTORES DE LAS NEUROTROFINAS Y EL RECEPTOR *p75*, UN CASO DE CARACTERIZACIÓN DE HIPÓTESIS MÚLTIPLES EN LA HISTORIA DEL FACTOR DE CRECIMIENTO NERVIOSO (NGF)

ENRIQUE WULFF BARREIRO  
INSTITUTO DE CIENCIAS MARINAS DE ANDALUCÍA (CSIC), CÁDIZ

## RESÚMEN

*La órbita del oncogén *trk* revela la independencia actual de las distintas hipótesis en competencia formuladas en el momento de su descubrimiento. Un conflicto de intereses se produce en el grupo que lo identificó como el receptor para el factor de crecimiento nervioso (NGF). Un supuesto auxiliar, a propósito de la importancia cardinal del receptor de baja afinidad *p75*, produjo que la consistencia del grupo adoptase pautas de competencia. El nivel de provocación afectó a la iniciativa conjunta. En un ambiente que recuerda el desmentido a Stehelin por parte de los premios Nobel Varmus y Bishop.*

*Hoy en día las funciones del receptor *p75* se califican de enigmáticas, aceptándose que todas las neurotrofinas interactúan con dos tipos de receptores: el específico al ligando de la familia de los *Trk* y el receptor en combinación *p75* (de similitudes estructurales con el factor de necrosis tumoral y en conexión con el desarrollo de fibras nerviosas ópticas). En este contexto se analizan los artículos concernientes a esta materia incluidos en la base de datos SCI (ISI Thompson). Categorizándolos en un sistema de descriptores, de acuerdo con su fecha de publicación. Se aproximan los vectores temporales completos parametrizando el análisis con un modelo de crecimiento en base a la función gompertziana.*

*En razón a los criterios de presentación de autoridades como Rita Levi-Montalcini, Luigi Cavalli-Sforza, Rodolfo Llinás y Victor McKusick se selecciona el material componiendo una base de datos con 371 registros. Estos datos sugieren la oportunidad para las ciencias históricas del testeo no discriminado de hipótesis múltiples.*

**Palabras clave:** *Historia de las neurociencias, Factor de crecimiento nervioso, Neurotrofina, Receptor, Oncogen*

**ABSTRACT**

*The trk Oncogen orbit reveals the nowadays independence of the different hypothesis in competence formulated when the discovery was performed. An interest conflict intervene at the group that identified it as the receptor for the nerve growth factor (NGF). An auxiliar assumption, on the importance of the low-affinity receptor p75, result in that the consistency of the group was attained by competitive behaviour patterns. The intensity of the provocation challenged the conjoint initiative. And the cultural atmosphere thus generated remembers the denial of priority to Stehelin by the Nobel prizes Varmus and Bishop.*

*Nowadays the p75 functions are qualified as enigmatic, and it is accepted that all the neurotrophins interact with two kinds of receptors: the specific to the ligand of the Trk's family and the p75 receptor in combination (which presents structural similitudes with the tumoral necrosis factor and is linked to the development of optic nerve fibers). This is the context where the articles concerning this subject, and that are included into the SCI (ISI Thompson) database, are analyzed. They are categorized after a system of descriptors, in accordance with their publication date. The set is approached through complete temporal vectors, and the analysis is parametrized with a growth model using the gompertzian function. The bibliographical material is selected after the presentation criteria of authorities like Rita Levi-Montalcini, Luigi Cavalli-Sforza, Rodolfo Llinás and Victor McKusick, and a database with 371 records is thus constructed. These data suggest the opportunity for historical sciences of the non-discriminating test of multiple hypothesis.*

**Keywords:** *History of neuroscience, Nerve growth factor, Neurotrophin, Receptor, Oncogene*

## INTRODUCCIÓN

Hubo un tiempo en que los científicos compartían libremente materiales biológicos y datos genéticos. Hoy, cuando las secuencias genéticas, los microorganismos y los animales de investigación, los algoritmos informáticos, las conferencias universitarias e incluso las técnicas quirúrgicas entran en el dominio intelectual, no es ya así. En términos generales, un ‘objeto de frontera’ (KRIMSKY y SHELDON, 2002) es un concepto del que cabe aducir se producen distintos reclamos de prioridad que afectan a su estatus legal y social. Entendemos que se produjo un conflicto de intereses en el grupo que identificó el oncogén *trk*. Que se definió un dominio de frontera al aparecer la hipótesis auxiliar referente al papel del receptor de baja afinidad p75.

El oncogén *Trk* fue, por tanto, identificado por Mariano Barbacid en 1991 como el receptor del factor de crecimiento nervioso (PELLICER, 2004). Ésta familia de proteínas tirosín quinasas son los receptores de las neurotrofinas.

Las neurotrofinas son factores que hacen aumentar las potencialidades para el crecimiento de las células nerviosas. Historicamente, el primer factor de crecimiento identificado fue el factor de crecimiento nervioso (NGF) por Rita Levi-Montalcini. La regulación de los factores de crecimiento en el desarrollo neuronal ha hecho que la distinción entre factores de crecimiento y factores neurotróficos no resulte útil (SIEGEL, 1998), asumiéndose los numerosos efectos sobre células no neuronales (especialmente células inmunes) de las neurotrofinas. En razón de la apreciación actual del amplio abanico de acciones de estas moléculas la definición “en marcha” de las neurotrofinas abarca la maduración, regeneración, diferenciación e incluso muerte neuronal entre otros aspectos.

Los receptores de los factores de crecimiento neuronal regulan temporalmente la sensibilidad de las células a los factores de crecimiento en su entorno. Se dice que los receptores son transmembranales puesto que la respuesta de una célula a un particular factor de crecimiento depende de la expresión de los receptores específicos en la membrana celular (SIEGEL, 1998). La información de las neurotrofinas se transmite a través de sus receptores hacia el interior de la célula traduciéndose en los efectos que se les adscribe (VECINO, 1998). De tal suerte que, una “nueva avenida de investigación para los neurobiólogos”

(PELLICER, 2004), se abrió con el descubrimiento, en 1991, por un español, del receptor Trk para el factor de crecimiento nervioso (NGF).

## OBJETIVO

Consultando la Figura 1, en 1985, un postdoc que trabajaba con Mariano Barbacid en el National Cancer Institute de Frederick, Maryland (Dionisio Martín Zanca), participó en el clonaje de un gen, llamado *trk*, procedente de células del cáncer del colon. [Art. 3] En 1987 y 1990 llegan a Frederick, Luis Parada y David Kaplan, [Art.9]. Barbara Hempstead y Moses Chao, del Cornell University Medical College, colaboran formándose el grupo Chao & Parada (26 de abril de 1991, “La proteína 75K está claramente implicada en la acción del factor de crecimiento nervioso (NGF)” [Art. 13]). Tres semanas antes, Barbacid había publicado un resultado casi idéntico, si bien, no hizo intervenir el receptor de baja afinidad [Art. 8].

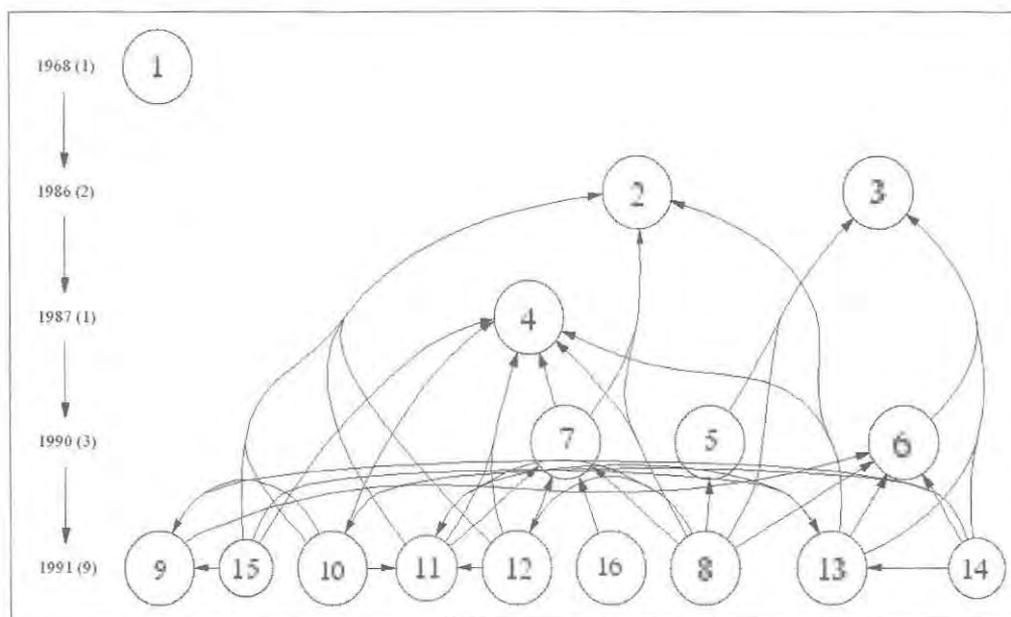


Figura 1: Codificación de un receptor para el factor de crecimiento nervioso (v. Apéndice 1)

Es éste un episodio que una prueba no paramétrica puede plantear estimando dos hipótesis rivales; cuando no se dispone de información a priori sobre la distribución de la población de autores que responden a las condiciones normativas de dos prácticas científicas enfrentadas.

Para un indicador de categoría temática la frecuencia observada muestra el mayor o menor empleo de palabras claves a la hora de analizar los registros que responden al cotejo entre la estructura de la base de datos SCI (ISI Thompson) y la pregunta planteada. Las

diferencias que se persiguen detectar, estiman la composición comparada de las carreras científicas de los biólogos Parada y Martín Zanca y del químico Barbacid, con respecto al oncogén 'trk'. Para hacer esto, empleamos una prueba de Mann-Whitney computando el estadístico U, calculando una región de aceptación para la hipótesis nula y examinando la validez de dicha hipótesis (CONOVER, 1980) (EGGHE y ROUSSEAU, 1980). Postulado con el que se enuncia que el contenido científico de los programas que se comparan no difiere.

El examen de la Tabla I permite observar diferencias apreciables. Las subcolecciones más voluminosas de documentos publicados, sobre trk, y destacados en la base de datos SCI (ISI Thompson), son las de los autores Parada (41 artículos) y Barbacid (35). Estos dos líderes difieren con respecto a sus posiciones en una escala ordinal de categorías temáticas. Por otra parte, Martín Zanca resulta mucho más próximo a Barbacid que a Parada

**Tabla I: Prueba de Mann-Whitney para los contenidos científicos sobre trk**

Pregunta:	Estadístico U	Región de aceptación	Diferencia
TS=TRK and AU={M-Z, Barbacid, Parada}			estadísticamente significativa entre los contenidos de la investigación
M-Z vs. Barbacid	24	(21, +□)	Los contenidos no difieren
M-Z vs. Parada	53	(53, +□)	Los contenidos no difieren
Parada vs. Barbacid	36	(39, +□)	Diferencia significativamente detectable

El intervalo temporal escogido es 1986-2005. No obstante los indicadores de la base de datos Medline no usan el término 'Neurotrofina' hasta '1990' (como sugiere la pregunta por 'Neurotrophin\* [mh] not 1991:2005 [dp]'); ni el de 'receptor del factor de crecimiento nervioso' hasta 1980 (como indica una interrogación siguiendo la expresión 'Receptors, Nerve Growth Factor [mh] not 1981:2005 [dp]'); ni tampoco 'receptor trk' hasta 1988 (lo que resuelven los datos obtenidos al formular la expresión de búsqueda 'Receptor, trk\* [mh] not 1989:2005 [dp]').

Puede aceptarse que el procedimiento de corrección y continuidad que ésta disimilitud sugiere sigue la traza del colaborador postdoctoral Martín Zanca (SCHERER, 2000).

#### **Para el método experimental.**

Uno de los líderes (Barbacid) mantendrá que el oncogén trk es el receptor para el factor de crecimiento nervioso (NGF). Afirmando ésta hipótesis desde su descubrimiento del oncogén en 1985 hasta el día de hoy.

El otro líder (Parada) introduce un supuesto auxiliar, haciendo intervenir a la proteína p75, y formula otra hipótesis. Que en 1991 definirá el segundo campo "más caliente" en biología, para el ISI (CHERFAS, 1994).

#### **Para el método histórico. (CLELAND, 2001)**

Ésta formulación de hipótesis múltiples, en competencia, para explicar un hecho que ha ocurrido, el descubrimiento del oncogén trk procedente de células de cancer de colon,

es una oportunidad para expresar la suficiencia causal de la historiografía algorítmica (GARFIELD, PUDOVKIN y ISTOMIN, 2003).

Estas dos etiologías causales, relativas al universo de las publicaciones y su influencia, tienen en el mes de abril de 1991 (5 de abril en la revista *Cell* en el caso de Barbacid y 26 de abril en la revista *Science* en el de Parada) su umbral temporal. Posteriormente los dos españoles regresaron a Europa. Uno, en 1998, para dirigir el recién creado CNIO en el campus de la Universidad Carlos III, y el otro integrándose en un Instituto del CSIC en Salamanca.

Desde el punto de vista gráfico la convergencia de Chao con Parada (en 1991) fue portada de la revista *Science* (Nº 5005 de 26 de abril 1991). Un descubrimiento universitario para el científico de formación española (LEVIN y STEPHAN, 1999) que intervino en él como postdoc, cuya relativamente breve carrera junto a Barbacid parece producto de la adopción acrítica de los resultados de un modelo sobrenfatizado por factores sociales; una salida que recuerda a la del Dr Stehelin (también primer firmante de una contribución con la que se comunicaba un descubrimiento crucial) del programa laureado con el premio Nobel 1989 en Medicina (otorgado a Varmus y Bishop <http://nobelprize.org/medicine/laureates/1989/>) (WULFF, 1996).

El desafío es ineliminable toda vez que en la actualidad las funciones del receptor p75 siguen siendo enigmáticas (BARKER, 2004). (No careciendo tampoco de las dificultades propias de los 'objetos de frontera', y así el laborioso proceso que sigue el reconocimiento de los resultados españoles acerca de su papel en la apoptosis retinal (v. (CUADROS et al., 1992) en (FRADE, RODRÍGUEZ-TEBAR y BARDE, 1996).)

## METODOLOGÍA

En cierta medida la Premio Nobel de Medicina 1986, Rita Levi-Montalcini, el director del Departamento de Fisiología de la Universidad de Nueva York, Rodolfo R. Llinás, el profesor emérito de genética de la Universidad de Stanford, Luigi L. Cavalli-Sforza, y el profesor de medicina genética de la universidad John Hopkins, Victor A. McKusick, han intervenido en éste programa de investigación presentando comunicaciones de otros autores ante la Academia de Ciencias de los EE.UU. En primer lugar, la "falta de consenso" se examina analizando el contenido de las contribuciones comunicadas por estos cuatro científicos.

El examen prosopográfico de los autores (LÓPEZ PIÑERO y TERRADA, 1993) (SHAPIN y THACKRAY, 1974) invita a situar el objeto de estudio dentro de los problemas que retienen la atención de la base de datos OMIM (Online Mendelian Inheritance in Man), una institución entre las fuentes de referencia en la materia. La entrada #164970 "Oncogene *trk*" (creada en Junio de 1986, y consultada en Junio de 1995, Junio de 1997, y Febrero del 2000) facilitó los documentos con los que se elaboró una base de datos ('p75, *trk*'). Usando el software Procite™. Los documentos en ésta base de datos abarcan el período 1968-1991.

Buscamos todos los documentos incluidos en las listas de referencias de los artículos seleccionados. Incluimos estas referencias bibliográficas, en la base de datos 'p75, *trk*'.

Obtuvimos la información básica sobre estas publicaciones en la base de datos de la Biblioteca Nacional de Medicina en Bethesda, Maryland, 'Medline'. El objetivo consistió en perfilar el sistema de descriptores utilizados para describir su contenido; para ello utilizamos el campo #45 *Keywords* que facilita el software 'Procite'.

La base de datos atendió, también, al análisis de las revisiones dedicadas a las proteínas tirosín quinasas antes de que se produjese el descubrimiento (en 1985) y a los receptores de las neurotrofinas después de que se evidenciase la falta de acuerdo entre los autores (1993).

Dificultad especial revistió el manejo del término 'p75'. Se utilizó la base de datos SCI al no haber sido aceptado por los indicadores de *Medline* como descriptor. El análisis de las series temporales a que dá lugar el empleo de la palabra clave 'p75' en SCI, sigue un tratamiento paralelo y aparte del que se desarrolla por medio de la base de datos que corre sobre ProCite™.

El intervalo temporal de 1968-1991 se reservó para verificar el desarrollo del interés científico en este tema. Se escogió el método del análisis del flujo de información como el más conveniente para la cuantificación de este archivo (BROZEK y KAREN, 1979). Una vez expuesto el sistema de descriptores se computó su evolución temporal en base exponencial, intentándose también la aproximación de Gompertz al modo de "un proceso de crecimiento exponencial limitado por un retraso también exponencial" (AKANUMA, 1978) (los resultados se muestran en el Apéndice 2 (*Tabla IV* y en la *Figura 2*)).

En el apartado de introducción de esta comunicación se empleó el software HistCite™, para elaborar la *Figura 1*.

## RESULTADOS

1121 palabras clave clasifican todos los aspectos utilizados por los flujos de información de una base de datos de 371 registros, elaborada con el software ProCite™. 5 de estos descriptores seleccionan el 80% de la base de datos.

Estos descriptores son:

- G - Growth factor
- N - Nerve growth factor
- O - Oncogene
- R - Receptors cell surface
- T - Tyrosine

Llevamos a cabo la producción de los índices G/S, N/S, O/S, R/S, T/S, donde S es la suma del 80% del total de los documentos, recuperable por medio de este sistema de descriptores (G, N, O, R, T). Estos índices expuestos en el curso del tiempo dan una idea acerca del desarrollo histórico del tema y de la estructura de su dinámica (BROZEK y KAREN, 1979). (v. *Tabla II*)

**Tabla II: Porcentaje del estudio de las neurotrofinas, sus receptores y los oncogenes en la base de datos 'p75, trk' (sobre ProCiteTM) (en %).**

Año	100.G/S	100.N/S	100.O/S	100.R/S	100.T/S
1968	0.33	0.33			
1976	0.67	0.67			
1977	1.35	1.35			0.33
1979	0.33	0.33			
1980	2.37	1.35	0.33	1.35	
1981	1.35	1.01		0.33	
1982	1.69	1.69	0.67	0.67	
1983	1.35	1.01	2.71	1.01	0.67
1984	1.69	1.01	5.42	1.69	0.33
1985	5.76	4.74	7.11	2.71	1.35
1986	5.42	5.08	3.05	5.08	1.35
1987	4.06	4.06	2.37	2.71	0.33
1988	2.37	1.69	2.37	1.35	2.03
1989	7.79	6.1	5.08	5.42	4.06
1990	14.23	12.2	3.72	10.5	7.79
1991	12.88	11.86	9.49	8.47	10.84

A su vez la palabra clave 'p75' en la base de datos SCI selecciona 100 referencias. Se pueden distribuir en 17 categorías temáticas, como muestra la Tabla III.

**Tabla III: Distribución por categorías temáticas de los artículos recuperados en la búsqueda por la expresión 'p75', durante el período 1968-1991 en la base de datos SCI.**

Categoría temática *	Nº de registros	%
Immunología	45	43.3
Biología molecular y bioquímica	13	12.5
Hematología	12	11.5
Biología celular	11	10.6
Oncología	11	10.6
Medicina experimental y de investigación	9	8.7
Ciencias multidisciplinares	5	4.8
Biología	4	3.8
Genética y Herencia	4	3.8
Cirugía	4	3.8
Transplantes	4	3.8
Neurociencia	3	2.9
Patología	3	2.9
Virología	3	2.9
Métodos de investigación bioquímicos	2	1.9
Gastroenterología y hepatología	2	1.9
Pediatría	2	1.9

\*No se muestran 12 categorías temáticas, que apenas retienen la atención porcentual.

## DISCUSIÓN

Vamos a contrastar las tendencias del interés científico que muestran muy gráficamente estas dos Tablas con el análisis de las dificultades empíricas y las hipótesis formuladas en los seis trabajos presentados ante la National Academy of Sciences de los EE.UU.

### Para Levi-Montalcini:

comunicado el 9 de agosto de 1993 - la imagen del debate es: ¿el Trk constituye el receptor de alta afinidad del NGF por si mismo, o el receptor funcional representa un complejo del receptor de baja afinidad del NGF y de Trk?

y

comunicado el 3 de julio de 1997 - comunica el descubrimiento de unas pequeñas vesículas, que contienen hasta 1/3 del Trk total, y apoyan la hipótesis de que los receptores Trk transducen la señal del NGF desde la plataforma de una pequeña vesícula; a su vez sostiene que p75 no parece estar regulada hacia el interior desde la superficie de la célula en respuesta a NGF.

### Para Luigi L. Cavalli-Sforza:

comunicado el 1 de abril de 1991 (y recibido para revisión el 21 de febrero de 1991) - la hipótesis es que el complejo receptor de alta afinidad del NGF es un sustrato de actividad tirosín quinasa.

### Para Victor A. McKusick:

comunicado el 9 enero de 1995 - Trk contiene actividad intrínseca de la tirosín quinasa, localizada en el dominio citoplasmático, y se piensa que la actividad de la quinasa representa el paso inicial en el camino intracelular de la transducción de la señal del NGF. En células cerebrales la específica asociación del Trk no se observó con el p75.

### Para Rodolfo R. Llinás:

comunicado el 29 de septiembre de 1997.- *trkC* es el transductor más probable de la acción de la neurotrofina 3 en el desarrollo del corazón; y a p75 le falta actividad enzimática intrínseca.

La forma protooncogénica de *trk* descubierta por Barbacid en 1985, resulta identificada como la codificación del receptor del NGF, la que caracteriza a los receptores del NGF.

En cuanto a la proteína de superficie celular, designada como p75, el mensaje permanece obscuro.

Si examinamos la Fig.1 [ver Apéndice 1], encontramos en el Art.2 la expresión inicial, en ratas y en 1986, del gen que codifica al receptor de baja afinidad del NGF humano. Es el programa del Dr. Chao, del que forma parte el Art.15, un estudio con una forma química de p75. Asimismo en la contribución del Dr.Barde, Art.7, se expresan propiedades biofísicas, permaneciendo la relevancia fisiológica del p75, sin aclarar.

Por otra parte el artículo11 facilita resultados cruciales con la "marca" de los receptores de superficie celular de la familia de las proteínas tirosín quinasa para los receptores de alta afinidad del NGF. Juntos los artículos 11 y 12 avanzaron que los receptores de alta afinidad de NGF contenían una subunidad de ensamblamiento distinta a la p75.

Como vemos, el énfasis en la idea de descubrimiento múltiple, de la que toma el título ésta comunicación, las relaciones interpersonales en que entraron los científicos, su *milieu* (MERTON, 1977), atiende mejor al éxito del ‘supuesto director’ que estructura el programa en razón de la posición prominente del descubrimiento inicial (protoncogén *trk*). El alcance de las dificultades empíricas sugeridas por el supuesto auxiliar (*p75*) actúa estimulando la capacidad para resolver problemas del programa principal (*trk*) no resueltos por el auxiliar (*p75*), al tiempo que resuelve todos los por éste último planteados (LAUDAN, LAUDAN y DONOVAN, 1988).

## CONCLUSIÓN

El aserto formulado en el resumen acerca de la general aceptación del modelo heterodímero *p75/Trk*, que en la Figura 1 defienden los artículos 9, 15, 10, 13 y 14, se encuentra con la falta de evidencia bioquímica (estudios de inmunoprecipitación (BARBACID, 1993)) en cuanto a la interacción entre los receptores *p75* y *Trk* (como sostienen los artículos 6, 5, 8, 3, 12 y 11).

*p75* fue considerado un ‘objeto biológico a la deriva’ durante la década 1994-2004.

Sólo la promesa de utilidad terapéutica de las neurotrofinas como agente clínico parece haber relanzado la hasta hoy incompleta comprensión de los complejos mecanismos moleculares a través de los que ejercen sus acciones (HE y FARCÍA, 2004).

## BIBLIOGRAFÍA

- AKANUMA, A. (1978) “Parameter analysis of Gompertz function growth model in clinical tumors”. *European Journal of Cancer*, 14, 681-688.
- BARBACID, M. (1993) “Nerve growth factor: a tale of two receptors”. *Oncogene*, 8, 2033-2042.
- BARKER, P.A. (2004) “P75NTR is positively promiscuous: novel partners and new insights”. *Neuron*, 42, 529-533.
- BROZEK, V. y KAREN, P. (1979) “Dynamics of information flow in the field of rare earth carbides research”. *Scientometrics*, 1(4), 339-357.
- CHERFAS, J. (1994, December 12) “Does *Trk* protein act alone, or is it a conspiracy?”. *Current Contents*, 22(50), 3-5.
- CLELAND, C.E. (2001) “Historical science, experimental science, and the scientific method”. *Geology*, 29(11), 987-990.
- CONOVER, W.J. (1980) *Practical nonparametric statistics*. 2nd ed. New York, Wiley.
- CUADROS, M.A.; COLTEY, P.; NIETO, M<sup>a</sup>.C. y MARTIN, C. (1992) “Demonstration of a phagocytic cell system belonging to the hemopoietic lineage and originating from the yolk sac in the early avian embryo”. *Development*, 115, 157-168.
- EGGHE, L. y ROUSSEAU, R. (1990) *Introduction to informetrics*. Amsterdam, Elsevier.

- FRADE, J.M<sup>a</sup>.; RODRÍGUEZ-TÉBAR, A. y BARDE, Y.-A. (1996) "Induction of cell death by endogenous nerve growth factor through its p75 receptor". *Nature*, 383, 166-168.
- GARFIELD, E.; PUDOVKIN, A.I. y ISTOMIN, V.S. (2003) "Why do we need Algorithmic Historiography?" *Journal of the American Society for Information Science and Technology* (JASIST), 54(5), 400-412.
- HE, X.-L. y FARCÍA, C. (2004). "Structure of nerve growth factor complexed with the shared neurotrophin receptor p75". *Science*, 304, 870-875.
- KRIMSKY, S. (2002). "Who owns academic work? Battling for control of intellectual property. By Corynne McSherry. Harvard University Press, 2001". *Nature medicine*, 8(4), 325.
- LAUDAN, R.; LAUDAN, L. y DONOVAN, A. (1988) "Testing theories of scientific change". En: A. Donovan; L. Laudan y R. Laudan. *Scrutinizing science: empirical studies of scientific change*. Dordrecht [etc.], Kluwer, 3-44.
- LEVIN, S.G. y STEPHAN, P.E. (1999) "Sociology of science - are the foreign born a source of strength for U.S.science?". *Science*, 285, 1213-1214.
- LÓPEZ PIÑERO, J. M.<sup>a</sup> y TERRADA, M.<sup>a</sup> L. (1993). *Veinte años de investigación bibliométrica en el Instituto de Estudios Documentales e Históricas sobre la Ciencia*. Valencia, Universidad, CSIC.
- MERTON, R.K. (1977) "Los descubrimientos múltiples como punto estratégico de investigación." En: R.K. Merton, *La sociología de la ciencia. 2. Investigaciones teóricas y empíricas*. Madrid, Alianza.
- PELLICER, A. (2004) "Contribución de los científicos españoles en Estados Unidos a la bioquímica". En: E. Muñoz. *Cuarenta años de la Sociedad Española de Bioquímica y Biología Molecular (1963-2003)*. Madrid, SECC, 227-248.
- SCHERER, F.M. (2000) "The emigration of german-speaking economists after 1933". *Journal of Economic Literature*, XXXVIII, 614-626.
- SHAPIN, S. y THACKRAY, A. (1974) "Prosopography as a research tool in history of science : the british scientific community 1700-1900". *History of Science*, 12 (1), 1-28.
- SIEGEL, G.J. (1998) *Basic neurochemistry: molecular, cellular and medical aspects*. 6th ed. Philadelphia, Lippincott, Williams & Wilkins, 1999.
- VECINO, E. (1998) "Las neurotrofinas y su uso en la clínica". *Archivos de la Sociedad Española de Oftalmología*, 11.
- WULFF BARREIRO, E. (1996) "Historia del descubrimiento del origen de la formación de los tumores: el programa del Dr. Barbacid en los albores de los estudios sobre oncogenes". *Llull*, 19(37) 525-550.

## APÉNDICE 1

Relación de artículos utilizados en la *Figura 1: Codificación de un receptor para el factor de crecimiento nervioso*. Con puntuación global de citas (PGC) [Acceso a la base de datos SCI, 5 de julio del 2005].

1. LEVI MONTALCINI, R. y ANGELETTI, P.U. (1968) "Nerve growth factor". *Physiological Reviews* 48(3), 534-569. PGC: 1668.
2. JOHNSON, D.; LANAHAN, A.; BUCK, C.R.; SEHGAL, A.; MORGAN, C.; MERCER, E.; BOTHWELL, M. y CHAO, M. (1986, 21 Nov.) "Expression and structure of the human NGF receptor". *Cell* 47(4), 545-554. PGC: 750.
3. MARTIN ZANCA, D.; HUGHES, S.H. y BARBACID, M. (1986, 27 Feb.) "A human oncogene formed by the fusion of truncated tropomyosin and protein tyrosine kinase sequences". *Nature* 319(6056), 743-748. PGC: 488.
4. RADEKE, M.J.; MISKO, T.P.; HSU, C.; HERZENBERG, L.A. y SHOOTER, E.M. (1987, 12 Feb.) "Gene-transfer and molecular-cloning of the rat nerve growth-factor receptor". *Nature* 325(6105), 593-597. PGC: 763.
5. KLEIN, R.; CONWAY, D.; PARADA, L.F. y BARBACID, M. (1990, 18 Mayo) "The *trkB* tyrosine protein-kinase gene codes for a 2<sup>nd</sup> neurogenic receptor that lacks the catalytic kinase domain". *Cell* 61(4), 647-656. PGC: 482.
6. MARTIN ZANCA, D.; BARBACID, M. y PARADA, L.F. (1990, Mayo) "Expression of the *trk* protooncogene is restricted to the sensory cranial and spinal ganglia of neural crest origin in mouse development". *Genes & Development* 4(5), 683-694. PGC: 296.
7. RODRIGUEZ TEBAR, A.; DECHANT, G. y BARDE, Y.A. (1990, Abril) "Binding of brain-derived of brain-derived neurotrophic factor to the nerve growth-factor receptor". *Neuron* 4(4), 487-492. PGC: 517.
8. KLEIN, R.; JING, S.Q.; NANDURI, V.; O'ROURKE, E. y BARBACID, M. (1991, 5 Abril) "The *trk* protooncogene encodes a receptor for nerve growth-factor". *Cell* 65(1), 189-197. PGC: 1074.
9. KAPLAN, D.R.; MARTIN ZANCA, D. y PARADA, L.F. (1991, 14 Marzo) "Tyrosine phosphorylation and tyrosine kinase-activity of the *trk* protooncogene product induced by NGF". *Nature* 350(6314), 158-160. PGC: 739.
10. HEMPSTEAD, B.L.; MARTIN ZANCA, D.; KAPLAN, D.R.; PARADA, L.F. y CHAO, M.V. (1991, 25 Abril) "High-affinity NGF binding requires coexpression of the *trk* protooncogene and the low-affinity NGF receptor". *Nature* 350(6320), 678-683. PGC: 899.
11. MEAKIN, S.O. y SHOOTER, E.M. (1991, Enero) "Molecular investigations on the high-affinity nerve growth-factor receptor". *Neuron* 6(1), 153-163. PGC: 129.
12. WESKAMP, G. y REICHARDT, L.F. (1991, Abril) "Molecular investigations on the high-affinity nerve growth-factor receptor". *Neuron* 6(1), 153-163. PGC: 221.
13. KAPLAN, D.R.; HEMPSTEAD, B.L.; MARTIN ZANCA, D.; CHAO, M.V. y PARADA, L.F. (1991, 26 Abril) "The *trk* protooncogene product - a signal transducing receptor for nerve growth-factor". *Science* 252(5005), 554-558. PGC: 1011.
14. NEBREDA, A.R.; MARTIN ZANCA, D.; KAPLAN, D.R.; PARADA, L.F. y SANTOS, E. (1991, 26 Abril) "Induction by NGF of meiotic maturation of *Xenopus* oocytes expressing the *trk* protooncogene product". *Science* 252(5005), 558-560. PGC: 104.
15. YAN, H.; SCHLESSINGER, J. y CHAO, M.V. (1991, 26 Abril) "Chimeric NGF-EGF receptors define domains responsible for neuronal differentiation". *Science* 252(5005), 561-563. PGC: 100.

16. THOENEN, H. (1991 Mayo) "The changing scene of neurotrophic factors". Trends in neurosciences 14(5), 165-170. PGC: 698.

## APÉNDICE 2

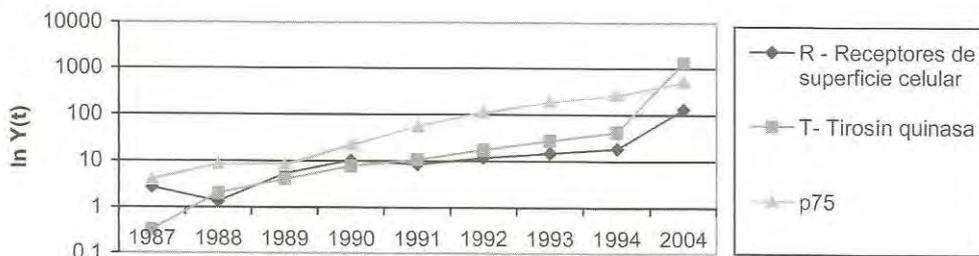


Figura 2: Desarrollo de los flujos de información: R, T, p75.

Tabla IV: Prognosis del desarrollo de los flujos informativos para los años 1992,1993,1994 y 2004.

Flujo de información	Y <sub>1992</sub>	Y <sub>1993</sub>	Y <sub>1994</sub>	Y <sub>2004</sub>	Nota
G	12.78	15.77	19.46	158.9	EXP
	16.97	21.19	26.35	187.54	GOM
N	10.78	13.17	16.09	118.9	EXP
	15.37	19.47	24.56	197.57	GOM
O	8.68	10.61	12.96	95.78	EXP
(sin ajuste Gompertz)					GOM
R	11.91	14.92	18.59	129.2	GOM
	5.9	7.74	10.14	150.89	EXP
T	17.68	27.54	42.18	1345.06	GOM
	67.25	153.34	218.02	433.68	EXP
p75	112.55	185.45	261.67	496.08	GOM

Y<sub>1992</sub>, Y<sub>1993</sub>, Y<sub>1994</sub>, Y<sub>2004</sub> son los volúmenes de información pronosticados en los años 1992, 1993, 1994 y 2004 expresados en porcentajes. Las designaciones EXP o GOMP expresan el método de extrapolación, bien el de la función exponencial, bien el de la de Gompertz. Y los descriptores son: G -Factores de crecimiento (Growth factor); N - Factor de crecimiento nervioso (Nerve growth factor); O - Oncogen; R - Receptores de superficie celular (Receptors cell surface); T - Tirosín; p75 - Proteína p75.



# LA INDUSTRIA FARMACÉUTICA EXTRANJERA EN ESPAÑA (1919-1935)<sup>1</sup>

ANTONIO GONZÁLEZ BUENO  
UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

RAÚL RODRÍGUEZ NOZAL  
UNIVERSIDAD DE ALCALÁ

## RESUMEN

*Este trabajo analiza la presencia de la industria farmacéutica extranjera en el mercado español de comienzos del siglo XX. Los datos utilizados para este estudio proceden del registro español de especialidades farmacéuticas, instaurado en España a partir de 1919.*

*Entre 1919 y 1935 se registraron en España 28.929 especialidades farmacéuticas; de ellas 6.245 lo hicieron bajo la propiedad de una empresa extranjera. La mayor parte de estos productos se inscribieron en los primeros años del funcionamiento del registro, lo que prueba la presencia consolidada, desde años atrás, de estos artículos en el mercado español de especialidades farmacéuticas.*

*Las empresas extranjeras que más especialidades registraron fueron las francesas (51%), a éstas le siguen las potentes industrias alemanas (23%); luego, en menor medida, quedan las domiciliadas en Estados Unidos, Inglaterra, Italia y Suiza; casi anecdótica es la presencia de otros países: Bélgica, Hungría, Portugal, Argentina, Dinamarca y Holanda entre ellos.*

*En líneas generales, todas las industrias extranjeras parecen seguir un mismo modelo: la introducción de la mayoría de sus especialidades un mismo año, generalmente los primeros del registro, aunque -particularmente para algunas empresas de capital francés- difiere en función del laboratorio que tratemos.*

**Palabras clave:** *Industria farmacéutica, Especialidades farmacéuticas, España, Siglo XX.*

<sup>1</sup> (Financiado con cargo a los proyectos de investigación BHA 2002-01880, del Ministerio de Ciencia y Tecnología, y HUM2005-04505, del Ministerio de Educación y Ciencia.)

**ABSTRACT**

*This paper analyses the presence of the foreign pharmaceutical industry in the Spanish market at the beginnings of the 20th. century. The data used in this study is taken from the Spanish register of pharmaceutical specialities established in Spain after 1919.*

*Between 1919 and 1935, 28,929 pharmaceutical specialities were registered; of these, 6,245 registrations pertained to foreign companies. The greater part of these products were inscribed in the early years of the register, demonstrating thereby the consolidated presence of these pharmaceutical specialities in the Spanish market over a period of many previous years.*

*Of all the foreign companies, the French registered the greatest number of specialities (51%), followed by the strong German industries (23%). Companies located in the United States, England, Italy and Switzerland were far fewer. The presence of other countries such as Belgium, Hungary, Portugal, Argentine, Denmark and Holland among others are almost anecdotic.*

*In general, all the foreign industries seem to follow a similar model: the introduction of the majority of their specialities in the same year, generally the first entries in the register, although particularly in the case of some firms with French capital, this depends on the laboratory in question.*

**Keywords:** *Pharmaceutical industry, Pharmaceutical Specialities, Spain, 20th Century.*

## EL REGISTRO DE ESPECIALIDADES FARMACÉUTICAS EN ESPAÑA

La intervención de la Administración sanitaria española en el control de medicamentos tiene su inicio en la Ley de Sanidad dictada en 1855 donde se prohíbe, de manera explícita, la venta de remedios secretos, a la vez que se dictan normas mediante las que se induce a hacer pública la composición de las fórmulas de medicamentos reputados como útiles. Pese al refrendo de estos principios en las Ordenanzas de 1860, la comercialización de específicos, sin fórmula conocida por la Administración pública, no pudo ser atajada; por el contrario, se vio agravada por la proliferación de medicamentos de origen extranjero, numerosos durante el final del XIX y no siempre con la calidad adecuada, a tenor de las prohibiciones dictadas sobre ellos<sup>2</sup>.

El Reglamento para la elaboración y venta de especialidades farmacéuticas publicado en marzo de 1919 vino a poner coto legal al problema<sup>3</sup>; en él se define, por vez primera con entidad legal, el término “especialidad farmacéutica” y se establece por quién y en dónde puede ponerse el producto a la venta; la comercialización de estos productos requería el registro previo en la Inspección General de Sanidad<sup>4</sup>. El propio Reglamento aclara que su objeto es únicamente la intervención técnica, por lo que no garantiza la explotación exclusiva si, de manera simultánea, no se adquiría este derecho con arreglo a las normas vigentes de la Ley de propiedad industrial; una situación que, en el caso de los medicamentos, se veía reducida al registro de la marca.

El Reglamento de 1919 crea dos grupos diferentes de registro, uno para las especialidades nacionales y otro para las extranjeras; a las foráneas se les exige, además de las formalidades propias de las nacionales, una instancia firmada por la autoridad competente del

<sup>2</sup> Del análisis de este proceso nos hemos ocupado recientemente en Rodríguez Nozal & González Bueno (2004).

<sup>3</sup> Este Reglamento fue publicado por R.D. 6-III-1919 (*Gaceta* 13-III-1919). Ha sido estudiado por Francés Causapé (1975) y por Suñé Arbussa & Valverde (1985); y, más recientemente, por Rodríguez Nozal & González Bueno (2004).

<sup>4</sup> Fuera de esta obligación quedaban las formulas officinales, las formas farmacéuticas compuestas de “un solo elemento tóxico”, los productos alimenticios (harinas, extractos, jugos de carne, etc.), los destinados a la higiene personal siempre que no contuvieran sustancias tóxicas, y los preparados elaborados por los farmacéuticos en sus boticas y destinados a la venta exclusiva en sus oficinas.

país de procedencia donde se hiciera constar la idoneidad del preparador y se certificara la fabricación del producto.

Nuestro análisis quiere centrarse en la introducción de las especialidades farmacéuticas extranjeras en España, desde estas primeras normas legales en las que se obliga al registro de estos medicamentos hasta los momentos previos de la guerra civil española<sup>5</sup>. Es cierto que la introducción de las especialidades farmacéuticas en el mercado español es anterior a la obligatoriedad de su registro<sup>6</sup>, pero los datos disponibles permiten fijar el desarrollo de este sector industrial durante los primeros años del siglo XX, en un marco económico y político común con el de otros sectores industriales, si bien la modernización tecnológica farmacéutica se vio aún más ralentizada por la propia idiosincrasia de este colectivo, especialmente marcada en los países que hemos dado en englobar dentro del modelo mediterráneo, fuertemente ligado a una fabricación artesanal y poco propenso a aceptar la nueva forma de ejercer su profesión condicionada tras el florecimiento de la industria farmacéutica<sup>7</sup>.

## LA INDUSTRIA FARMACÉUTICA EXTRANJERA EN ESPAÑA CON ANTERIORIDAD A LA GUERRA CIVIL

Los fabricantes extranjeros se apresuran a legalizar su situación ante la administración sanitaria española, al poco de la publicación del reglamento de especialidades farmacéuticas de 1919, mientras los españoles se muestran más reacios a cumplimentar las solicitudes de registro. No es de extrañar esta situación habida cuenta del carácter de “industria fuerte” que presentan un buen número de casas extranjeras, especialmente francesas y alemanas<sup>8</sup>.

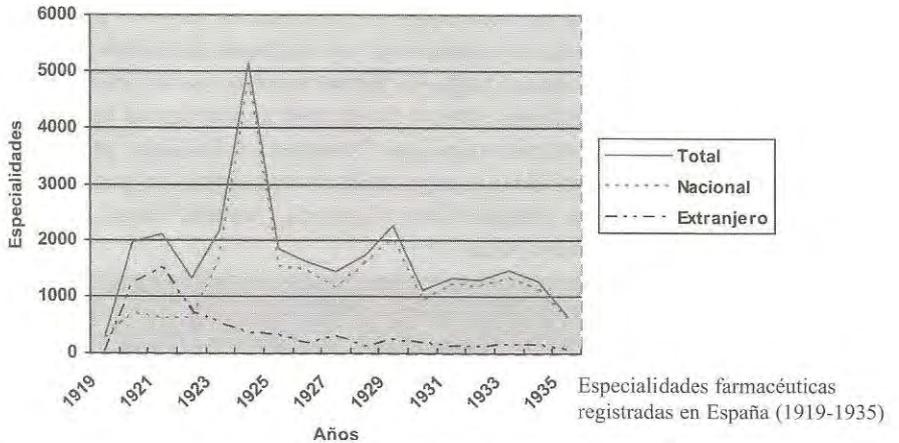
La situación cambiaría en 1924, la actitud proteccionista plasmada en el reglamento de 1924 y, en especial, la obligatoriedad de someter a registro todas las especialidades farmacéuticas fabricadas para la “venta al detalle” en las propias oficinas de farmacia, motivarían el auge en el registro de los productos de fabricación nacional, acompañado de un descenso en el de productos extranjeros, y esto parece explicable por una doble razón: por un lado las casas extranjeras ya habían registrado buena parte de sus productos durante el período anterior a la aparición de este nuevo reglamento y, por otro, las nuevas tasas fijadas para los medicamentos de fabricación extranjera dificultaban su registro, a la vez que se procedía a un mayor control arancelario<sup>9</sup>; y todo ello en un período particularmente inestable para el comercio a consecuencia de la I Gran Guerra.

<sup>5</sup> Nuestro análisis está realizado a partir de la información contenida en una base de datos, constituida por 28.929 registros, en la que se incluyen todas las especialidades farmacéuticas registradas en España entre los años 1919 y 1935. Esta base de datos ha sido construida sobre el catálogo publicado por el Ministerio de Trabajo, Justicia y Sanidad (1936).

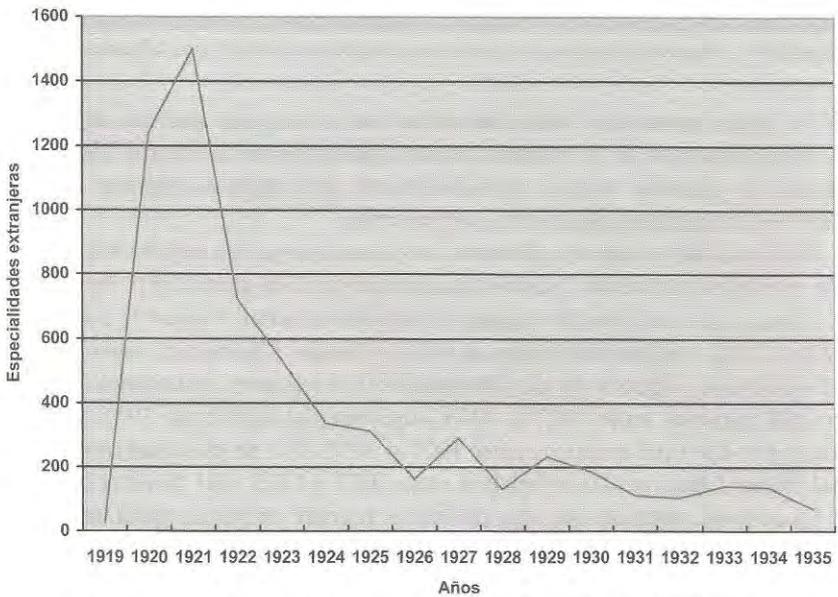
<sup>6</sup> Cf. Francés Causapé (1975); Rodríguez Nozal (2000); Rodríguez Nozal & González Bueno (2000).<sup>7</sup> Cf. Puerto Sarmiento (1981); Rodríguez Nozal (1999); Rodríguez Nozal (2003); Rodríguez Nozal & González Bueno (2005).

<sup>8</sup> Un análisis de la presencia de las industrias extranjeras en España puede leerse en González Bueno, Grasa Ferrer, García García & Rodríguez Nozal (1995).

<sup>9</sup> En líneas generales, la tarifa aplicable a un registro de autor español, de acuerdo con las tasas establecidas en el reglamento de 1924, era seis veces inferior a la aplicable a las de autor extranjero no elaboradas en España y aún



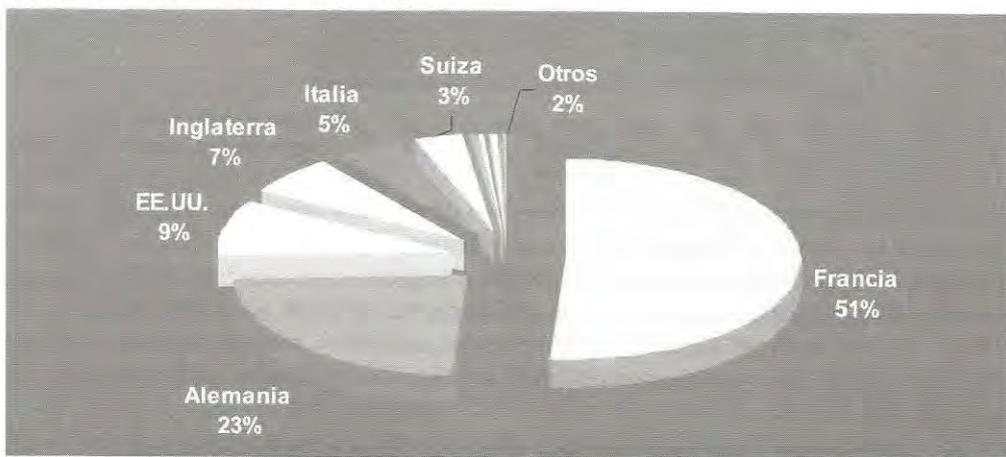
Tras el notable incremento en el número de registros nacionales acaecidos en 1924 se asiste a una vuelta a la normalidad, a una paulatina estabilidad en el registro, mantenida con escasa variación hasta los instantes previos a la guerra civil española (1936). El registro de especialidades extranjeras no conoce resurgir, tras la fuerte acometida inicial (1919-1921), el trato de favor concedido a la industria nacional y, muy en especial, la crítica situación creada en Europa a consecuencia de la I Gran Guerra, también pudieron influir en esta situación.



Especialidades farmacéuticas extranjeras registradas en España (1919-1935)

cuatro veces inferior a la de autor extranjero y fabricación nacional. Además, por Real Orden de 29-IV-1925 (*Gaceta* 7-V-1925) se dispone que la Dirección General de Sanidad comunique, al Consejo de Economía Nacional, una relación de especialidades farmacéuticas extranjeras registradas en España, para conocimiento de la sección de Aranceles.

Anotemos ahora alguna idea sobre la procedencia geográfica de estos registros extranjeros. Sin duda, la primacía corresponde a la industria farmacéutica francesa; a ésta sigue la potente industria alemana; luego, en menor medida, les secunda el grupo formado por los Estados Unidos, Inglaterra, Italia y Suiza; casi anecdótica es la presencia de otros países: Bélgica, Hungría, Portugal, Argentina, Dinamarca y Holanda, entre ellos; puramente simbólica, reducida a menos de diez especialidades registradas en nuestro país, tienen las empresas procedentes de la antigua Checoslovaquia, Austria, Brasil, Suecia, Noruega, Bulgaria, Cuba, Irlanda y Puerto Rico.



Presencia de la industria farmacéutica extranjera en el registro español de especialidades farmacéuticas

En líneas generales, todas las industrias extranjeras parecen seguir un mismo modelo: la introducción de la mayoría de sus especialidades un mismo año, generalmente los primeros del registro, aunque -particularmente para algunas empresas de capital francés- difiere en función del laboratorio que tratemos.

En el caso de la industria francesa, cuya sola aportación supone más de la mitad del montante extranjero registrado durante los años previos a la guerra civil, encontramos cinco grandes laboratorios que intentan captar el mercado español: *Comar et Cie* (191 registros entre 1920 y 1932, con un claro auge en 1920), *Charles Chanteaud*, especializado en productos dosimétricos -algunos de uso veterinario- (154 registros, todos ellos en 1920), *Albert Buisson* (128 registros entre 1927 y 1935 -con especial énfasis en 1925-), *Établissement Salle Laurent et Cie* (105 registros entre 1927 y 1935 -101 de ellos inscritos en 1927-) y el industrial *Pierre Lemeland* (103 registros entre 1927 y 1935 -101 de ellos en 1929-)<sup>10</sup>.

La empresa alemana que más productos registró en nuestro país -también la industria extranjera con mayor tasa de registros- fue *E. Merck, Chemische Fabrik*, inscribió un total de 336 productos; casi la misma cantidad (308 especialidades) registró, en su conjunto, la *I.G. Terr Farben Industrie (I.G. Farbenindustrie Aktiengesellschaft)*, un macro-organismo del que formaban parte las empresas químicas de colorantes más importantes de

<sup>10</sup> De la presencia de la industria francesa en el mercado español nos ocupamos en otra ocasión: González Bueno, Rodríguez Nozal & García García (1996).

Alemania<sup>11</sup>; de este total, 186 productos fueron registrados bajo la propiedad del consorcio (I.G. Farben. Aktiengesells), el resto quedó bajo la responsabilidad directa de las empresas que constituyen este entramado comercial<sup>12</sup>. Alejados de estos dos grupos químico-farmacéuticos quedan media docena de empresas de excepcional importancia, pero cuyas especialidades registradas tienen, en cuanto al número de expedientes<sup>13</sup>, una menor presencia cuantitativa: *L. Heuman & Co.*, *Chemische Fabrik von Heyden*, *Chemische Fabrik auf Actien Schering [Schering-Kahlbaum, A.G.]*, *Böhringer & Schöne* y *Knoll & Co.*

Entre las empresas americanas destaca la *H.K. Mulford & Co.* (212 registros), seguida de la *Parke Davis & Co.* -bajo nacionalidad norteamericana- (100 productos inscritos); con cifras significativamente menores le siguen: *Homeopathic Med. Co.*, *Johnson & Johnson*, *The Abbot Laboratoires* y *G.W. Carnik & Co.*

La empresa británica que inscribió mayor cantidad de especialidades farmacéuticas en el registro de especialidades anterior a la guerra civil es la *Burroughs, Wellcome & Co.* (196 productos), le sigue, aunque con proporción significativamente menor (104 registros), *Parke Davis & Co.* -bajo nacionalidad británica-; ya bien alejadas de éstas figuran *Oppenheimer, Son & Co.* y *The British Drug Houses*.

El laboratorio italiano que más productos registra en España antes de la guerra civil es *Zambeletti S.A.* (70 productos); tras sus pasos siguen otros tres grandes de la industria farmacéutica: *Carlo Erba S.A.*, el *Instituto Nazionale Medico-Farmacologico Sersono* y el *Instituto Opoterapico Nazionale de Pisa*<sup>14</sup>.

Las empresas de capital suizo tienen, en las *Industrias Químicas de Basilea*, su principal representante (75 productos), seguidas de *Fábrica de Productos Químicos Sandoz* y *F. Hoffmann La Roche & Co.*, ésta con algunos registros en los que hace figurar, su doble nacionalidad franco-suiza.

**Empresas extranjeras con mayor número de registros de especialidades farmacéuticas en España (1919-1935), con indicación del número de productos inscritos**

<i>E. Merck, Chemische Fabrik</i>	Alemania	336
<i>H.K. Mulford &amp; Co.</i>	EE.UU.	212
<i>Burroughs, Wellcome &amp; Co.</i>	Inglaterra	196
<i>Comar &amp; Co.</i>	Francia	191
<i>I.G. Farben. Aktiengesells</i>	Alemania	186
<i>Charles Chanteaud</i>	Francia	154
<i>Albert Buisson</i>	Francia	128
<i>Établissement Salle Laurent et Cic.</i>	Francia	105
<i>Parke Davis &amp; Co.</i>	Inglaterra	104
<i>Pierre Lemeland</i>	Francia	103
<i>Parke Davis &amp; Co.</i>	EE.UU.	100

<sup>11</sup> *BASF, AGFA, Bayer, L. Casella, Lucius & Brüning (Hoescht), Kalle & Co., Weiler-ter-Meer* o *Griesheim Electron* entre ellas.

<sup>12</sup> Así, bajo la propiedad de *Meister, Lucius & Brüning* quedan inscritos 40 productos; 39 lo serán a nombre de la *Bayer, AGFA (Aktien Gesellschaft für Anilinfabrikation)* se responsabilizará de 23 especialidades y *Kalle & Co.* de otras 14. Un análisis detallado de las especialidades farmacéuticas registradas, en España, bajo propiedad alemana en González Bueno, Rodríguez Nozal & Domínguez Vilaplana (2006).

<sup>13</sup> No necesariamente de ventas; N. Puig (2001, [pág. 20]) señala a la casa *Bayer* como la de mayor cuota en el mercado farmacéutico español.

<sup>14</sup> De la presencia de la industria italiana en el mercado español tratamos en: González Bueno & Rodríguez Nozal (2001).

## BIBLIOGRAFÍA

- FRANCÉS CAUSAPÉ, M.C. (1975). *Estudio histórico de la especialidad farmacéutica en España*. Madrid: SEHF.
- GONZÁLEZ BUENO, A.; GRASA FERRER, I.; GARCÍA GARCÍA, M.J. & RODRÍGUEZ NOZAL, R. (1995). "La industria farmacéutica en España (1919-1933): una visión desde el registro de especialidades farmacéuticas." En: P. Aceves Pastrana (ed.). *Las ciencias químicas y biológicas en la formación del Nuevo Mundo [Estudios de historia social de las ciencias químicas y biológicas, 2]*. México: UAM, págs. 373-383.
- GONZÁLEZ BUENO, A. & RODRÍGUEZ NOZAL, R. (2001). "La penetración de la industria farmacéutica italiana en España (1919-1935)". En: *Acta XXXIV Congressus Internationalis Historiae Pharmaciae*. Belluno: AISF, págs. 196-198.
- GONZÁLEZ BUENO, A.; RODRÍGUEZ NOZAL, R. & DOMÍNGUEZ VILAPLANA, R. (2006). "Deutsche Pharmaunternehmen im spanischen Register der Arzneispezialitäten (1919-1935)". *geschichte der Pharmazie*, 58 (2/3): 23-26.
- GONZÁLEZ BUENO, A.; RODRÍGUEZ NOZAL, R. & GARCÍA GARCÍA, M.J. (1996). "La pénétration de l'industrie pharmaceutique française en Espagne (1919-1933)". En: *Actes du XXXII Congrès International d'Histoire de la Pharmacie [=Revue d'Histoire de la Pharmacie, 44 (312)]*. Paris: SFHF, págs. 286-291.
- MINISTERIO DE TRABAJO, JUSTICIA Y SANIDAD (1936). *Índice alfabético de los registros sanitarios efectuados hasta el 30-VI-1935*. Madrid: Ministerio de Trabajo, Justicia y Sanidad.
- PUERTO SARMIENTO, F. J. (1981). "La polémica en torno a las especialidades farmacéuticas en la segunda mitad del siglo XIX". *Estudios sobre Farmacia y Medicamentos*, 1: 97-139.
- PUIG, N. (2001). *La nacionalización de la industria farmacéutica en España: el caso de las empresas alemanas, 1914-1975*. Madrid: Fundación Empresa Pública.
- RODRÍGUEZ NOZAL, R. (1999). "De la fórmula magistral a la especialidad farmacéutica: el cambio de actitud frente a las nuevas prácticas operatorias." En: F.J. Puerto Sarmiento & als. (coords.). *1898. Sanidad y Ciencia en España y Latinoamérica durante el cambio de siglo*. Madrid: Doce Calles, págs. 239-257.
- RODRÍGUEZ NOZAL, R. (2000). "Orígenes, desarrollo y consolidación de la industria farmacéutica española (ca. 1850-1936)". *Asclepio*, 52 (1): 131-161.
- RODRÍGUEZ NOZAL, R. (2003). "La industria del medicamento como motor de cambio profesional de la farmacia española decimonónica." En: A. González Bueno & R. Rodríguez Nozal (eds.). *La Historia de la Farmacia hoy: proyectos y perspectivas de futuro [Actas de las jornadas celebradas por la Sociedad de Docentes Universitarios de Historia de la Farmacia de España (SDUHFE)]*. Madrid: SDUHFE, págs. 93-13.
- RODRÍGUEZ NOZAL, R. & GONZÁLEZ BUENO, A. (2000). "La industria farmacéutica española anterior a la Guerra Civil". *Jano (Farmacia y Humanidades)*, 1 (2): 18-24.

- RODRÍGUEZ NOZAL, R. & GONZÁLEZ BUENO, A. (2004). "De objeto de consumo a producto sanitario: Primeros proyectos sobre el control sanitario del medicamento en España". *Llull*, 27: 147-164.
- RODRÍGUEZ NOZAL, R. & GONZÁLEZ BUENO, A. (2005). "*Entre el Arte y la Técnica. Los orígenes de la fabricación industrial del medicamento*". Madrid: CSIC.
- SUÑÉ ARBUSSÀ, J.M. & VALVERDE, J.L. (1985). "Del remedio secreto a la especialidad farmacéutica. Evolución legal en España". En: F. J. Puerto (ed.). *Farmacia e industrialización*. Madrid: SEHF, págs. 83-93.



# **TECNOLOGÍA E INDUSTRIA**

---



# INGENIEROS FERROVIARIOS GADITANOS DEL SIGLO XIX

FERNANDO SÁENZ RIDRUEJO  
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

## RESUMEN

*La ciudad de Cádiz y su entorno se convirtieron a finales del siglo XVIII en un gran foco de actividad científica y técnica. La provincia produjo una floración de políticos y técnicos de primera magnitud, de carácter liberal, que habrían de impregnar la vida española durante todo el siglo XIX. Algunos de ellos formaron parte del Cuerpo de Ingenieros de Caminos y centraron sus actividades en la rama de la ingeniería civil que en aquel momento aparecía como símbolo del progreso: los ferrocarriles. Tras hacer una ligera referencia a esos técnicos gaditanos, se estudian cinco figuras principales, que tienen en común su nacimiento dentro de un mismo entorno generacional y su dedicación a los caminos de hierro.*

**Palabras clave:** Cádiz, Siglo XIX, Ingeniería civil, ferrocarriles.

## ABSTRACT

*The city of Cadiz and its surroundings became at the end of the XVIIIth Century a big source of scientific and technical activity. The province gave birth to a bunch of first class politicians and technicians, of liberal character, that would impregnate the Spanish life during the whole XIXth Century. Some of them were part of the Civil Engineers' body and focused their activity in the branch of civil engineering that seemed at that time the symbol of progress: railways. After a short reference to these technicians from Cadiz, we study five foremost figures, having in common their same generational origins and their dedication to railways.*

**Keywords:** Cádiz, XIXth century, Civil engineering, Railways.



## INTRODUCCIÓN

La ciudad de Cádiz y su entorno, gracias a una serie de factores, tales como la creación del Real Observatorio de la Armada, se convirtieron en uno de los focos de mayor actividad científica y técnica de España. Eso, unido a la presencia de las Cortes durante la última fase de la Guerra de la Independencia, dio a toda la provincia un carácter liberal y un dinamismo empresarial que se traduciría en una floración de políticos y de técnicos de primera magnitud, que habrían de impregnar la vida española durante todo el siglo XIX.

Uno de los organismos más afectados por esa presencia de gaditanos ilustres fue el Cuerpo de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, cuyos orígenes y vicisitudes estuvieron ligados al carácter liberal que la ciudad de Cádiz representaba. De hecho, salvo Madrid, sede de la Corte, del Gobierno y de la Escuela en que estos técnicos se formaban, pocas otras provincias españolas dieron, a lo largo del siglo, tal cantidad de ingenieros de Caminos. Gran parte de ellos centraron sus actividades en la rama de la ingeniería civil que en aquel momento aparecía como símbolo del progreso: los ferrocarriles.

Esta comunicación, tras hacer una ligera referencia a todos esos técnicos gaditanos, se centra en cinco figuras principales: Ángel Retortillo, Eusebio Page, Leopoldo Brockmann, Manuel Pastor y Federico Rivero. Tienen en común su nacimiento dentro de un mismo entorno generacional y su dedicación a los caminos de hierro. Todos son de la generación de Emilio Castelar y de Segismundo Moret, por citar dos nombres gaditanos que pueden servir de referencia. Otros dos nombres que resulta necesario mencionar son los de Práxedes Mateo Sagasta y José Echegaray, ingenieros y políticos de esa misma generación, que estuvieron especialmente vinculados a nuestros protagonistas.

Una idea del espíritu patriótico que presidió las actuaciones de estos ingenieros, que excedieron del campo de la técnica, puede resumirse en la siguiente frase de uno de ellos, acerca del establecimiento de la red ferroviaria:

“Completar la unidad nacional, consolidando nuestras libertades con tan eficaces medios de gobierno, es el beneficio que la política debe esperar como segura consecuencia de su establecimiento. Fomentar nuestra decaída agricultura, haciendo desaparecer el horrible sarcasmo de nuestra miseria en medio de la abundancia, desarrollar y proteger la

naciente industria, utilizando las perennes fuentes con que la naturaleza ha privilegiado nuestro suelo y extendiendo nuestro comercio por el mundo entero o, en una palabra, multiplicar nuestra riqueza hasta un límite imposible ahora de prever, es el gran resultado que la economía pública alcanzará con estas nuevas vías de comunicación. Por último la causa de la humanidad en España, habrá recibido un impulso bienhechor el día en que sus pueblos unidos al resto del continente por las vías férreas, acrediten que pertenecen a la gran familia europea, cuyo árbol genealógico está constituido en nuestro siglo por las líneas de caminos de hierro”<sup>1</sup>.

## ALGUNOS NOMBRES

A continuación damos una relación cronológica de ingenieros de Caminos gaditanos que trabajaron durante el siglo XIX. Entre paréntesis se consigna la fecha de terminación de los estudios o de incorporación al Cuerpo estatal<sup>2</sup>.

- García Otero, José, San Fernando, 1794 + Vigo, 1856 (1834)
- Retortillo Imbrechts, Ángel, Cádiz, 1828 + hacia 1885 (1849)
- Page Albareda, Eusebio, Cádiz, 1826 + Madrid, 1900 (1849)
- Brockmann, Leopoldo, Cádiz, 1829 + Marmolejo, 1877 (1853)
- Pastor y Landero, Manuel, Cádiz, 1829 + 1889 (1857)
- Carrera Aramburu, Pedro, Cádiz, 1834 + Burgos, 1859 (1858)
- Ravina Eymar, Juan, Cádiz, 1835 + después de 1902 (1858)
- O’Kelly Reenz, Eduardo, Cádiz 1883 (1858)
- Fungairiño de la Peña, Justo, Cádiz, 1832 + después de 1902 (1859)
- Rivero O’Neale Federico, Jerez de la Frontera, 1837 + después de 1910 (1860)
- Merello Alberti, Julio, Puerto de Santa María, 1843 + después de 1906(1866)
- Orden Otaolarruchi, Luis de la, Cádiz, 1842 + 1887 (1866)
- Terán Sotomayor, Francisco, Tarifa, 31.8.1844 + después de 1897 (1868)
- Augustín Dávila, Eduardo, Jerez, 1843 + después de 1894 (1869)
- Valdés Humaran, Julio, Cádiz, 1849 + después de 1915 (1871)
- Cremona Piña, Antonio, Arcos de la Frontera, 1849 + Cádiz, 1882 (1873)
- Guillermo Brockmann Abárzuza, Cádiz, 1856 + 1931 (1879)
- Montenegro Calle, Francisco, Jerez de la Frontera, 1861 + 1933 (1884)
- Terán Morales, Francisco, Jerez de la Frontera, 1862 + 1931 (1885)

Hubo varios otros que terminaron sus estudios después de 1888, por lo que la mayor parte de su actividad se desarrolló ya dentro del siglo XX. Entre ellos se puede citar a Ángel Ochotorena y Rafael Fernández Shaw, de Cádiz. Naturales de Jerez fueron Antonio Gallegos, Pedro Miguel González Quijano y Francisco Pérez de Muñoz. Juan Romero era de Ubrique, y del Puerto de Santa María, Manuel Cubillo y Diego Mayoral.

<sup>1</sup> Retortillo, 1853 [25-29].

<sup>2</sup> Sáenz Rídruejo, 1990 [363-378].

Como puede verse, hay entre ellos varios apellidos extranjeros (Imbrechts, Page, Brockmann, Ravina, Eymar, O'Kelly, Reenz, O'Neale, Alberti, Shaw), pues algunos descendían de comerciantes genoveses, alemanes o anglosajones establecidos en la comarca. Muchos llegaron a desempeñar cargos importantes, aunque sin vinculación ferroviaria directa. García Otero fue Director General de Obras Públicas y luego dirigió el Canal de Isabel II, Valdés dirigió el puerto de Barcelona, Guillermo Brockmann presidió el Consejo de Obras Públicas y Terán Morales fue ministro de Abastecimientos. González Quijano, por su parte, sería, académico de Ciencias, Exactas, Físicas y Naturales y director de la Escuela de Caminos.

La mayoría de estos ingenieros se dispersó por la península, trabajando en distintas provincias; pero fueron varios los que mantuvieron sus raíces gaditanas. Citaremos entre ellos a Julio Merello, tío de Rafael Alberti, que fue jefe de Obras Públicas de Cádiz, donde en 1899 publicó un folleto con *Ideas sobre la manera de construir los sistemas de riego posibles en España sin gravamen para los presupuestos*. Pedro Carrera Aramburu y Juan Ravina Eymar, colaboraron en el proyecto del faro de Chipiona. González Quijano, antes de pasar a Madrid como catedrático, construyó el pantano de Guadalcacín, sobre el río Majaceite. Tanto Cremona como de la Orden trabajaron, hasta su prematuro fallecimiento, como subalternos en la jefatura de Obras Públicas de Cádiz.

## INGENIEROS FERROVIARIOS

Los ingenieros gaditanos que, en mayor o menor grado tuvieron alguna actividad ferroviaria son: Retortillo, Page, Leopoldo Brockmann, Pastor y Landero, Rivero y Montenegro. Además, **García Otero**, desde su puesto de Director General, en el periodo 1847-1850, hubo de tomar importantes decisiones relacionadas con las concesiones ferroviarias en unos años en que se concedieron, se empezaron a construir o se inauguraron las primeras líneas férreas españolas.

No consta la actuación ferroviaria de **Julio Merello**, pero es muy posible que durante los últimos años setenta y casi toda la década de los ochenta, en que estuvo dado de baja del Cuerpo estatal de Ingenieros de Caminos, se dedicara a estas actividades. Su hermano Agustín actuó como promotor ferroviario y consta que hacia 1881 estudió el ferrocarril directo de Jerez a El Portal, como forma de intimidar a la Compañía de Andaluces en su forcejeo con el contratista. No siendo Agustín ingeniero, lo probable que el autor de los estudios fuera Julio.

El ingeniero jerezano **Francisco Montenegro** empezó trabajando, tras su ingreso al servicio del Estado, en la provincia de Sevilla, donde consta su presencia entre 1885 y 1888, pero en la década de los noventa pasó a trabajar en la Compañía de los ferrocarriles del Sur de España, en la que estaba en 1894<sup>3</sup>. En 1899 consta su presencia en la inauguración del ferrocarril de Baeza-Almería, perteneciente a esta empresa<sup>4</sup>. Pasó después a la jefatura de

<sup>3</sup> *Anales de Obras Públicas*, 1892 [493].

<sup>4</sup> *Revista de Obras Públicas*, 1899 [396].

Obras Publicas de Almería y, enseguida, al puerto de Huelva en el que permaneció hasta su jubilación ocurrida en 1930. Con ese motivo se le ofreció un homenaje en que se afirmó que “durante 30 años ha dedicado íntegramente sus actividades al mejoramiento de la obra”<sup>5</sup>.

## MANUEL PASTOR

Más importancia tuvieron las actividades ferroviarias de Manuel Pastor y Landero. Este ingeniero empezó trabajando en Sevilla. Bajo su dirección se realizaron varias cortas en el Guadalquivir, según el proyecto de Canuto Corroza, que había sido aprobado por Real Decreto de 3 de agosto de 1859. Según Vanney<sup>6</sup> estableció con Corroza un plan de trabajos en cortas y bajos. Corroza le dedicaría un ejemplar de su libro aparecido ese mismo año<sup>7</sup>. Pasó enseguida a la Jefatura de ferrocarriles de Sevilla, en la que estaba ya en 1862. En la información sobre el “Emplazamiento del puerto de Cádiz”, abierta por el Ayuntamiento en 1864, defendió la ubicación en el Trocadero<sup>8</sup>. Saliendo del servicio del Estado, se convirtió en promotor ferroviario. En marzo de 1869 obtuvo una concesión a perpetuidad, sin subvenciones, sobre el ferrocarril Mérida-Sevilla, que en 1872 pasó a ser de 99 años. Comenzó la construcción por los extremos y ante la quiebra económica entró en tratos con MZA hacia 1878. Le vendió la concesión en 1880 en difíciles condiciones respecto a contratistas y acreedores que se opusieron al convenio y formaron una sociedad (Ferrocarriles Extremeños) encabezada por Francisco de Paula Retortillo, conde de Almaraz, que había sido contratista. El pleito siguió muchos años y daría lugar a un “luminoso informe” de Antonio Maura, en 1886<sup>9</sup>.

La personalidad de Pastor y Landero se completa con su actividad política como diputado por Sevilla en las legislaturas de 1869, 1871 y 1872<sup>10</sup>. Tras la Restauración sabemos por un escrito de Joaquín Costa que Pastor, junto con otros ingenieros de Caminos, apoyó la creación de la Universidad Libre de Madrid, precursora de la Institución Libre de Enseñanza<sup>11</sup>.

## FEDERICO RIVERO

Otro ferroviario destacado, que trabajó en el ámbito local, alternando la actividad pública con la privada fue Federico Rivero. En 1865 era ingeniero 1º en la División de Ferrocarriles de Sevilla, pero pronto pasó a actuar en el ámbito particular. El 10 de octubre de 1870 se le traspasó la concesión del ferrocarril urbano de Jerez. Terminó la construcción el 1º de marzo de 1872 y en julio de ese año se le autorizó a explotarlo libremente. En 1881 el ferrocarril ya había sido absorbido por la Compañía de Andaluces, fundada en 1877<sup>12</sup>. Durante toda la década de los ochenta y buena parte de los noventa permaneció al servicio

<sup>5</sup> *Revista de Obras Públicas* [15 de agosto de 1930].

<sup>6</sup> Vanney, 1970 [40].

<sup>7</sup> Corroza 1859 (El autor posee actualmente ese ejemplar).

<sup>8</sup> Ochoa J., *Revista de Obras Públicas*, 1954, [166].

<sup>9</sup> Wais, 3ª edición, t. I [156-57].

<sup>10</sup> Carreño, 2000 [45].

<sup>11</sup> Citado por Cheyne, 1972, [197].

<sup>12</sup> Wais, 1967, [214].

del ferrocarril de Jerez; pero en octubre de 1899 se había reincorporado al servicio estatal y era jefe de la División 4ª de Inspección de Ferrocarriles, con sede en Sevilla. Allí debía de seguir en 1902 en que consta que era ingeniero jefe de 1ª en activo. Poco después ascendió a Inspector siendo trasladado a Madrid. En 1904 fue nombrado presidente de la Asociación de Ingenieros de Caminos, fundada el año anterior, y permaneció en este cargo hasta 1910.

## ÁNGEL RETORTILLO

Ángel Retortillo Imbrechts era hermano de Francisco de Paula, conde de Almaraz y senador. También estaba emparentado con José Luis, diputado y promotor de viviendas. Por su 2º apellido también es probable el parentesco con los Brockmann y, a pesar de la pequeña diferencia ortográfica, con el promotor gaditano Imbrechts. Siendo alumno de la Escuela de Caminos preparó con su compañero y compaisano Eusebio Page unos apuntes de ferrocarriles, que se conservaban en la biblioteca del centro. En 1850, al poco de terminar los estudios, pasó como ingeniero 2º, al distrito de León con residencia en Oviedo<sup>13</sup>. Pronto pasó al campo ferroviario. Por Real Orden de 29 de enero de 1852 fue encargado de los estudios de la línea férrea del Guadiana a Mérida y Badajoz<sup>14</sup>. Al año siguiente, al fundarse la *Revista de Obras Públicas*, colaboró en uno de sus primeros números con un artículo de carácter general sobre los sistemas de ejecución de los ferrocarriles. Entró entonces, junto con Page, al servicio del marqués de Salamanca, con el que trabajó durante varios años. Ideó unas vigas tubulares para puentes de ferrocarril, que lanzó en el del río Novelda, en el F. C. de Almansa-Alicante, con gran espectacularidad, en presencia del propio marqués<sup>15</sup>. En 1858 estaba al servicio del ferrocarril de Zaragoza a Alsasua. En 1864 fue nombrado miembro de la Subcomisión de ferrocarriles de la Junta de Reglamentos Industriales y escribió al ministerio de Fomento lamentando el nombramiento pues, “estando al servicio de una empresa pasa la mayor parte de su tiempo no sólo fuera de Madrid, sino de España”, lo que tiene relación con su participación en la construcción de los ferrocarriles portugueses. A finales de los años sesenta regresó al servicio del Estado y, en 1871, fue propuesto por el director de la Escuela de Caminos, Lucio del Valle en la terna para profesor de proyectos; pero fue nombrado Saavedra<sup>16</sup>. En febrero de 1872 era jefe de 1ª, encargado de organizar los trabajos de las suprimidas Divisiones Hidrográficas. Fue después agregado a la Junta Consultiva de Caminos, Canales y Puertos, dentro de la cual ascendió a Inspector, en 1882. En 1 de enero de 1884 era Inspector general de baja temporal por enfermo. Debió de fallecer poco después ya que no figura en el escalafón de enero de 1886.

## EUSEBIO PAGE

Eusebio Page Albareda es uno de los ingenieros más activos del siglo XIX, en la práctica profesional, en la construcción de ferrocarriles en España y Portugal, como autor de

<sup>13</sup> *Guía de Forasteros en Madrid para 1850*, [477].

<sup>14</sup> Wais, 1967, [50].

<sup>15</sup> Page, *Revista de Obras Públicas*, 15 de diciembre de 1857.

<sup>16</sup> Mañas, 1983, [160].

abundantes artículos sobre variadas materias y como político, vinculado siempre al partido de su compañero de estudios Práxedes Mateo Sagasta. Nació en Cádiz el 6 de diciembre de 1826. Terminó los estudios de Ingeniero de Caminos en 1849, con el nº 7 de una promoción en la que Sagasta ocupó el primer puesto y Ángel Retortillo el tercero. Empezó trabajando en la provincia de Granada para pasar enseguida al distrito de Valladolid, provincia de Salamanca, desde donde en 1853 fue trasladado a Madrid. Hasta 1856 estuvo al frente de la carretera de Madrid a Irún, en la variante del Molar. Trabajó luego en los proyectos ferroviarios del marqués de Salamanca en España, Portugal y otros países, pero tras la quiebra del marqués volvió al servicio público. En 1873 ocupó el cargo de Director General de Obras Públicas. En 1877 era jefe de la Comisión de estudio del ferrocarril de Canfranc. Fruto de este trabajo fue su proyecto del ferrocarril por el Pirineo Central, publicado en 1879. En 1881, con Sagasta como presidente del Gobierno y con su paisano, y posible pariente, José Luis Albareda como ministro, volvió a ocupar la Dirección General de Obras Públicas. En 1887 fue presidente de la *Revista de Obras Públicas*, en la que escribió muchos artículos. Copropietario de la *Revista de España*, Senador del Reino y consejero de Estado, fue miembro de la Institución Libre de Enseñanza. Intervino en múltiples comisiones ferroviarias, como la de los enlaces con Portugal o la de los enlaces de Barcelona, presidida por Echegaray, que decidió el paso en zanja por la calle de Aragón. Al final de su vida presidía la Compañía de los ferrocarriles Andaluces y la junta de representación del Cuerpo de Ingenieros de Caminos. Estando en ese puesto organizó un homenaje a Sagasta a quien se nombró presidente honorario de la junta.

## LEOPOLDO BROCKMANN

Nació en el Puerto de Santa María, el 6 de febrero de 1829 y falleció en Marmolejo (Jaén), el 4 de noviembre de 1877, cuando viajaba hacia Madrid.

Fue hijo de madre canaria y padre alemán, dedicado al comercio de vinos, que falleció en 1843. Estudió en la academia de don Ángel Riquelme para ingresar en la Escuela de Caminos de Madrid. Tras interrumpir los estudios por enfermedad, entró en la Escuela Preparatoria y de ésta pasó a la de Caminos donde coincidió con quien habría de ser su mejor amigo, José Echegaray. Al terminar la carrera, en octubre de 1853 fue nombrado ingeniero 2º y destinado a Sevilla. En 1856, a propuesta de Echegaray, fue nombrado profesor de la Escuela de Caminos y encargado de la clase de Dibujo de paisaje, que se encontraba vacante por fallecimiento de Fernando Ferrant. En abril de 1857 pasó como director de las obras del canal de Castilla, para lo que tuvo que abandonar el escalafón estatal. Casó por entonces con Isabel Llanos Keats, hija de un empleado del canal y sobrina del poeta John Keats. Terminadas las obras, marchó a Italia donde construyó las líneas férreas de que era concesionario el marqués de Salamanca. Allí realizó lo más sobresaliente de su carrera profesional. Por la construcción del ferrocarril de Nápoles recibió del Gobierno de Víctor Manuel la Cruz de San Lázaro y San Mauricio. Por los ferrocarriles vaticanos, el papa Pío IX le concedió, en 1862, el condado de Brockmann. Se reavivó en aquellos años la idea de construir un túnel para el cruce del canal de Mancha. Leopoldo Brockmann ideó una alternativa consistente en trazar por el fondo del estrecho un camino de rodadura por el que des-

plazaba un artilugio que habría de transportar los vagones de ferrocarril. El marqués de Salamanca propuso la idea a Napoleón III y éste hizo marchar al ingeniero a París para presentar un proyecto detallado. Lo desarrolló Brockmann con la ayuda de Echegaray; pero, sometido a una comisión designada por el emperador, ésta lo rechazó. Este fracaso marcó una inflexión en la alta estimación que el banquero sentía por su ingeniero.

Tras unos años de prosperidad, los negocios de Salamanca en Italia empezaron a ir mal y, hacia 1865, prescindió de Brockmann, que, entre tanto, había contraído la malaria. En febrero de 1862 había nacido en Roma su hijo Ernesto. Luchando contra la enfermedad, Brockmann emprendió con su suegro un negocio cuyo fracaso determinó la ruina de ambos. Durante los años siguientes vivió de trabajos esporádicos. “Es indecible -escribiría Echegaray- lo que en ese tiempo gastó de autoridad, de talento y de vida”. Presentó una propuesta para la construcción de las presas de Híjar, en Teruel; realizó un proyecto para reforma de la calle de Sevilla, en Madrid, y trabajó como inspector de Hacienda y en proyectos de ferrocarriles, como el de Jerez a Bonanza. En junio de 1877 fue readmitido en el cuerpo de Ingenieros de Caminos; pero falleció antes de que se le adjudicase una plaza. Su familia subsistió gracias a una pensión concedida a la abuela, Fanny Keats, por la reina de Inglaterra.

## BIBLIOGRAFÍA

### 1.1. Artículos publicados en la *Revista de Obras Públicas*

- BROCKMANN, L. (1853) “Nota acerca de las proporciones de las máquinas locomotoras”, I, 121-124  
 (1854) “Contestación a las observaciones sobre la nota relativa a las máquinas locomotoras”, II, 98-99  
 (1854) “Contestación a las nuevas reflexiones sobre los artículos referentes a las máquinas locomotoras”, II, 192-193  
 (1871) “Paso del Canal de La Mancha: vía férrea subterránea, XIX, 137-143; 149-156; 161-168 y 173-176
- PAGE, E. (1853) “Obras Públicas en la provincia de Salamanca”, I, 177-180.  
 (1854) “Ladrillo empleado en Toledo: su fábrica, de la arcilla con que se forma”, II, 129-131.  
 (1854) “Ancho de vía de los ferrocarriles” (con Eduardo Saavedra), II, 136-139.  
 (1857) “Ferrocarril de Madrid a Alicante”, V, 277-278.  
 (1857) “Ferrocarril de Castillejo a Toledo”, V, 2-6, 80-82 y 141-142  
 (1864) “Máquina de perforar, sistema Leschot, XII, 138-140.  
 (1864) “Túnel de Mont Cenís”, XII, 142-143.  
 (1864) “Organización del Cuerpo de Ingenieros civiles en Portugal”, XII, 263-264.  
 (1865) “Travías de palastro sistema Lecrenier”, XIII, 51-54.  
 (1866) “Proyecto del Plan General de Ferrocarriles”, XIV, 46-47.  
 (1867) “Estudios corográficos, físicos e hidrográficos del valle el Tajo en la parte portuguesa”, XV, 61.

- (1870) “Nueva reforma en el Cuerpo de Ingenieros civiles portugueses”, XVIII, 79-81.
- (1871) “Datos estadísticos sobre los ferrocarriles de la península y consecuencias principales que de los mismos se desprenden”, XIX, 130-134.
- (1871) “Divisiones hidrográficas”, XIX, 156-159.
- (1874-1875) “Ferrocarriles por el Pirineo Central”, XXII, 37-40 y XXIII, 154-155.
- (1875) “Servicio de inspección de los ferrocarriles franceses abiertos al público”, XXIII, 142-143.
- (1876) “Historia de los ferrocarriles portugueses”, XXIV, 10-12.
- (1876) “Estado actual de las carreteras portuguesas y gastos que han ocasionado”, XXIV, 22-23.
- (1876) “Manual de Perspectiva”, XXIV, 130-131 [Resumen del Manual de C. Hernáez de Perea]
- (1877) “Ferrocarriles internacionales”: Líneas a la frontera de Portugal”, XXV, 205-209.
- (1877) “Ferrocarriles internacionales”: Líneas por el Pirineo Central”, XXV, 217-221.
- (1883) “Suelos de vigas de hierro”, XXXI, 5-10.
- (1883) “Exposición de Milán de 1881: Reseña sobre obras públicas”, XXXI, 42-46 y 53-58.
- (1883) “Muros de edificios, sistema de construcción y espesores de los que se construyen en París”, XXXI, 87-88.
- (1888) “Consideraciones sobre el ferrocarril de Bilbao a Durango”, XXXVI, 177-180.
- (1889) “Merzas naturales que experimentan las mercancías durante el plazo del transporte por los ferrocarriles”, XXXVII, 353-357.
- RETORTILLO, Á. (1853) “Caminos de hierro”, I, 25-29
- RODRÍGUEZ PARADINAS, E. y SÁENZ RIDRUEJO, F. (1994) “Un proyecto español para el cruce del Canal de la Mancha”, 3332, mayo, 59-66.
- R.O.P. (1886) “Reseña del banquete en obsequio de Page y Martínez de Campos”, XXXIV, 77-85.

## 1.2. Otros artículos

- ECHEGARAY, J. (1877) “Apuntes biográficos sobre D. Leopoldo Brockmann”, *El Imparcial*, lunes, 26 de noviembre.
- ECHEGARAY, J. (1913-1914) “Recuerdos”, *Madrid Científico*, 260-263, 737-739 y 14-16.

## 2. Libros

- BROCKMANN, L. (1871) *Paso del Canal de la Mancha. Proyecto de un sistema para hacer la travesía del estrecho...*, Madrid.
- CARREÑO, A. M. y LÓPEZ VIZCAINO, P., (2000) *Ingenieros de Caminos en el Congreso de los Diputados*, Madrid, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

- CHEYNE, G. J. G. (1972) *Joaquín Costa, el gran desconocido*, Barcelona, Ariel.
- CORROZA, C. (1859) *Proyecto para mejorar la navegación del río Guadalquivir en su región marítima*, Madrid, Imprenta Nacional.
- ECHEGARAY, J. (1917) *Recuerdos*, Madrid.
- MAÑAS, J. (1983) *Eduardo Saavedra, ingeniero y humanista*, Madrid, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.
- PAGE, E. (1879) *Proyecto del ferro-carril por el Pirineo Central*, Madrid, Aribau, 1879.
- SÁENZ RIDRUEJO, F. (1990) *Ingenieros de Caminos del siglo XIX*, Madrid, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.
- SÁENZ RIDRUEJO, F. (1993) *Los ingenieros de Caminos*, Madrid, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.
- VANNÉY, J-R. (1970), *L'Hydrologie du bas Guadalquivir*, Madrid, CSIC.
- WAIS SAN MARTÍN, F. (1967) *Historia general de los ferrocarriles españoles (1830-1941)*, 1ª edición, Madrid, Editora Nacional.



# SIMBIOSIS ENTRE LA NAVEGACIÓN MARÍTIMA Y AÉREA A MEDIADOS DEL SIGLO XX

AITOR MARTÍNEZ LOZARES  
UNIVERSIDAD DEL PAÍS VASCO, UPV / EHU

## RESUMEN

*Desde los comienzos de la humanidad hasta nuestros días, el desarrollo del transporte ha supuesto un reto importante tanto para el acercamiento entre pueblos como para el traslado de mercancías de cualquier condición.*

*Desde el conocido principio de **Arquímedes** hasta la optimización de capacidad tanto en peso como en volumen, muchos científicos han incidido directamente con sus aportaciones en los diferentes sistemas de propulsión, como **Papin**, **Watt**, **Hermanos Wright** o **Giffard**. En el último cuarto del siglo XVIII varios inventores destacaron tanto en navegación aérea como marítima: **Hermanos Montgolfier** (globo), **John Fitch** (barco de vapor)...*

*A mediados del siglo XX aparece **Cockerell** (hovercraft), siendo **BOEING** quien supo adaptar y aplicar la ingeniería aérea a la navegación marítima por medio de modificaciones en los sistemas de propulsión y gobierno a un modelo avanzado de hidrofoil.*

*Actualmente se está viviendo el declive de esta embarcación por la entrada en escena de los **CATAMARANES** (1990) y, más concretamente, los **TRIMARANES** (2005) como última generación de los anteriores; al igual que en aviación desaparece el **CONCORDE** 36 años después de su nacimiento, eliminado con fines comerciales tras su último accidente, dando paso al **AIRBUS 380** (2005) como proyecto de varios países de la UE.*

**Palabras clave:** *Similitud entre navegación aérea y marítima, semejanza entre la aviación y algunas embarcaciones de alta velocidad, navegación water jet, Embarcaciones de Alta velocidad.*

**ABSTRACT**

*From the very beginning, developments in transport have meant a challenge, not only for bringing together different civilizations, but also for conveying all types of cargo.*

*Great changes and developments have been carried out since **Archimedes's** principle to the top weight and volume capacity optimization shown in current vessels. Many scientists have contributed their knowledge into different systems of propulsion: **Papin, Watt, Wright brothers** or **Giffard**. The last quarter of the 18th century was especially fruitful and several outstanding devices, both for sea and air navigation appeared: the balloon (**Montgolfier brothers**), the first steam ship (**John Fitch**)...*

*In the middle of the 20th century Cockerell devised the hovercraft, but it was the company **BOEING** who adapted and applied aeronautical engineering to maritime navigation by modifying the propulsion and steering systems to a highly-advanced hydrofoil design.*

*Nowadays, this type of vessel is undergoing decline due to the appearance of **CATAMARANS** (1990) and more precisely **TRIMARANS** (2005) as the latest development of the former. Something similar happened in aviation with the disappearance of the **CONCORDE**, 36 years after its birth, which has been banned since her last accident. This has led to the arising of the new EU project **AIRBUS 380** (2005).*

**Keywords:**

Desde los comienzos de la humanidad hasta nuestros días, el transporte ha supuesto un reto importante tanto para el acercamiento entre pueblos como para el traslado de mercancías, fueran de la condición que fueran.

Al descubrir el hombre que su cuerpo se mantenía sobre un tronco, la FLOTABILIDAD supuso el punto de origen en el desarrollo de la navegación marítima. Adjudicándose a la Edad de Piedra las primeras embarcaciones, como la canoa, que dejaría de impulsar con sus manos para valerse de una pala corta a modo de remo, origen de la PROPULSIÓN.

Más tarde uniría dos o más troncos para formar una balsa como transporte. Después maderas armándolas a modo de tracas y cuadernas que recubrieron con pieles y tejidos impermeables. Desarrollando una auténtica construcción de embarcaciones al comenzar a utilizar planchas de madera unidas entre sí, bien amarradas o sujetas, para resistencia de las mercancías que trasladaban. CAPACIDAD.

Pronto descubrirían que al adaptar a los palos de estas balsas tejidos o pieles a modo de vela, eran impulsadas a mayor velocidad con ayuda del viento. Las más antiguas representaciones de barcos se han encontrado en Egipto y datan de hace 6.000 años.

Así pues, podemos decir que ya desde la prehistoria, los pilares fundamentales que se han mantenido hasta nuestros días en el transporte marítimo hasta su desarrollo actual son: *flotabilidad, propulsión y capacidad.*

*Flotabilidad:* poco se puede añadir desde que Arquímedes (Siracusa, 287 al 212 a.J.C.), hijo del astrónomo Fidias, y discípulo de Euclides en Alejandría, desarrollara su conocido Principio de que todo cuerpo, al ser sumergido total o parcialmente en un fluido, experimenta un empuje vertical ascendente igual al peso del fluido que desaloja. Sentando las bases de la hidrostática.

*Propulsión:* desde los primitivos sistemas, manos, palas cortas, remos, vela, vapor, hasta las turbinas de nuestros días, han sido muchos los científicos relevantes que han hecho su aportación a la misma como **Papin, Watt, Matthew, Giffard, Zeppelin, hermanos Wright y Wilbur.**

*Capacidad:* medida tanto en nº de pasajeros como en peso y volumen de mercancías a transportar. Desde ánforas, sacos que se paletizarían, hasta la llegada del contenedor y su operatividad como carga rodada hasta su estiba a bordo.

Pero es en el último cuarto del siglo XVIII, cuando los hermanos franceses **Montgolfier, Jacques-Étienne de** (Vidalon-les-Annonay, 1745-Serrières, 1799) y **Joseph-Michel de** (Vidalon-les-Annonay, 1740-Balaruc-les-Bains, 1810) inventan en 1782 el globo, primer artefacto para volar y transportar al hombre. Y el inventor estadounidense **Fitch, John** (Windsor, 1743-Bardstown, 1798) presenta en 1788 el primer barco de vapor.

Aportando una verdadera revolución a la propulsión y con ello su incidencia en el transporte en particular.



Utilizando aire caliente para hincharlo, fue sin embargo **Charles**, Jacques Alexandre César (Beaugenoy, 1746-París, 1823) colaborador en la difusión de las teorías de Franklin, el primero en utilizar el hidrógeno para el llenado de los globos aerostáticos (gas que todavía se usa). Ascende en virtud del principio de Arquímedes, hasta una altura en que el peso del aparato y el de la barquilla es igual al del aire que desaloja.

Puede ascender, arrojando lastre (arena en sacos) y desciende perdiendo gas (mediante válvulas destinadas al efecto).

Resulta imposible dirigirlo en una dirección determinada, por lo que se le denomina como “globo libre”.

En cuanto a la navegación marítima,



John Fitch



Primer vapor, 1788



Clermont 1807



Robert Fulton

En 1785 **John Fitch** reunió el capital necesario para la construcción de un buque de vapor (del que también obtuvo el monopolio de su explotación para cinco estados de la Unión), lo que le permitió un año más tarde construir el primer buque de vapor realmente operativo. Las pruebas de este nuevo ingenio se realizaron en el río Delaware. En 1790 se arruinó y abandonó el desarrollo de este tipo de naves y que **Robert Fulton** (Little Britain, 1765-Nueva York, 1815) completaría años más tarde además de desarrollar la propulsión de vapor y el primer submarino de hélice (Nautilus, en 1800). En 1807, con su buque "**Clermont**", propulsado por vapor, efectuó una travesía de 400 kilómetros por el río Hudson, de Nueva York a Albany.

Aunque fue el "**Charlotte Dundas**" reconocido como el primer buque operativo de vapor. Diseñado por William Symington, pusieron el nombre del buque en honor de la hija de Lord Dundas.



Charlotte Dundas

Mientras que en navegación aérea: el zepelín, aeroplano, helicóptero, y diferentes diseños de aviones, dependiendo de sus utilidades hasta el concorde. En navegación marítima aparecían cronológicamente: combinados de vela vapor (clippers), vapores de palas, motores convencionales de diferentes tiempos hasta la turbina actual. destacando las Embarcaciones de Alta Velocidad: hovercraft, hidrofoils, jetfoils, fast ferries (monocascos y catamaranes).

Siendo a mediados del siglo XX cuando tanto la aviación con el concorde como la navegación marítima con el hovercraft y los hidroalas, alcanzan su máximo esplendor, tanto en propulsión derivada en velocidad y consecuentemente en tiempo, como en capacidades tanto de pasajeros como de mercancías mas que aceptables.

Y es en ese momento cuando las embarcaciones de alta velocidad (E.A.V.) pasan a estar íntimamente relacionadas entre sí. Compañías como Boeing, Kawasaki, Incat, etc, únicas en la construcción de estas embarcaciones de características tan específicas.

La aeronáutica comienza a dar sus frutos. A pesar de proyectos como el denominado Ecranoplan ideado por el gobierno soviético a mediados del s. XX bajo la dirección del ingeniero **Rastolav Alexeiev**, en 1966 con la nave "**El monstruo del Caspio**".

## Hovercraft

Aunque, ya que en 1870 el ingeniero británico, Sir John Thornycraft, había patentado la noción de una "máquina con efecto tierra". Permaneció la idea en suspenso porque

nadie pudo imaginar cómo mantener un cojín de aire debajo de una embarcación. La solución la proporcionaría el ingeniero radio Christopher Cockerell, diseñando un casco cóncavo y orientando unos chorros de aire desde el perímetro hacia el centro del artefacto.

El primer hovercraft operativo se fabricó en 1959; pudiendo cruzar el Canal de la Mancha con la mar en calma, pero sólo podía transportar tres pasajeros. Demostrando algo que ya se conocía teóricamente, desde hacía algunos años. Una cortina de aire puede actuar como las paredes de un balón o globo, manteniendo en su interior más aire bajo tal presión que cargas pesadas puedan ser transportadas sobre él.

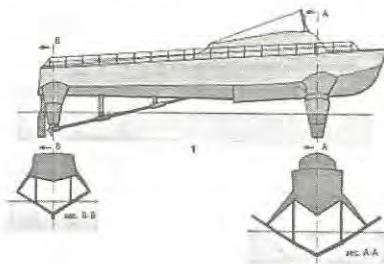
Utilizó el principio de retener el colchón de aire por un chorro de aire anular alrededor de la periferia del casco de la embarcación orientándolo hacia su interior.

## Hidrofoils

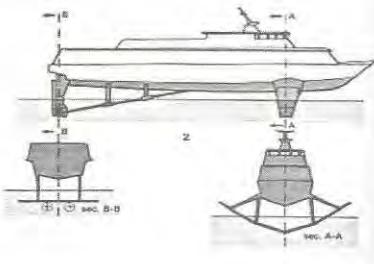
Ya hacia el año 1900 se efectuaron los primeros experimentos sobre un tipo de hidroala que no llegaron a tener éxito. Investigaciones similares se realizaron durante la segunda guerra mundial, pero solo al final del conflicto patentó la sociedad Supramar, de Lucerna (Suiza), un hidroala capaz de funcionar.

Este tipo de embarcaciones, pueden clasificarse en tres tipos fundamentales:

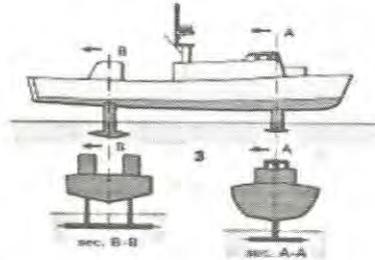
*1er. tipo:* provisto de dos pares de alas parcialmente sumergidas, uno a proa y otro a popa, con disposición en "V" y cuya eslora sobresale del agua en parte cuando la embarcación se desplaza a la velocidad prevista.



*2do. tipo:* dos pares de alas, estando las de proa parcialmente sumergidas, mientras que las de popa están totalmente sumergidas.



3er. tipo: dotado de dos pares de alas, estando completamente sumergidas tanto las de proa como las de popa.



Embarcaciones que en condiciones normales de navegación son soportadas sobre la superficie del agua por fuerzas hidrodinámicas generadas en los foils, únicamente en el 1er. Tipo se aseguraba la estabilidad transversal y longitudinal, mientras en los otros dos era necesario prever sistemas especiales de estabilización. Por el contrario, las alas completamente sumergidas presentan la ventaja que transmiten menos los efectos de la ola, permitiendo una navegación a velocidades elevadas incluso en condiciones de mar desfavorables.

El sistema de propulsión solía ser por hélices de alta velocidad, alcanzando velocidades entre 30 y 40 nudos.

### Jet foil

Modelo mejorado del 3er. tipo de hidrofólio, en el que los elementos sustentadores que cortan la superficie del agua, se encuentran totalmente sumergidos, en el que se optimiza considerablemente la propulsión.

La empresa BOEING comenzó a intervenir en el campo de los hidrofóils a partir del año 1960. Habiéndole sido concedido un contrato de aproximadamente 2 millones de dólares, para la construcción de una embarcación rápida denominada PCH-I-HIGH POINT, basada en el resultado de los experimentos con una embarcación adaptada y de prueba para la armada de los Estados Unidos.



Tras diferentes construcciones y pruebas, sobre foils (alas) desplazándose a altas velocidades con embarcaciones prototipo, completó con mucho éxito una embarcación de

combate denominada "TUCUMARI PGH-2", propulsada por el sistema water jet, probada durante algunos meses en la guerra de Vietnam y como elemento de vigilancia costera en los EEUU.

El HIGH POINT fue modificado y se le incorporó un nuevo A.C.S. (Sistema Automático de Control), se le modificaron los STRUTS (patines) y FOILS (alas), se le incorporó un nuevo SISTEMA DIESEL para la propulsión en HULLBORNE (sustentación sobre casco) y un STRUT de gobierno en proa para aumento de maniobrabilidad.

En 1973 fue puesta la quilla del primer JET FOIL de pasajeros modelo 929-100, de 100 tons. para 250 butacas. El casco fue ensamblado en Washington y botado en el lago Washington en marzo de 1974.

Después de las pruebas en FOILBORNE (sustentación dinámica) a alta velocidad en Puget Sound ( Pacífico) a mediados de julio, en las que el barco alcanzó una velocidad de 48 nudos, fue entregado a una empresa que cubría sus servicios entre las Islas Hawai.

Se construyeron 10 unidades de este modelo y la siguiente construcción 0011, conocida como modelo 929-115, fue botada en 1978 mejorando el diseño anterior.

La serie adaptada de jet foils de los modelos 929-117 son construidos en la actualidad por la industria japonesa KAWASAKI HEAVY INDUSTRIES Ltd. en Kobe (Japón) y P.T. Pal (Indonesia).

En junio de 1980 se entregó un modelo 929-320 (modelo modificado del 929-115 construido en línea de producción comercial), a la Royal Navy para uso como patrullero de pesca en el Mar del Norte. Revendido por la Royal Navy a una empresa que cubre la línea Hong Kong - Macao y convertido en barco de pasaje.

## DISEÑO

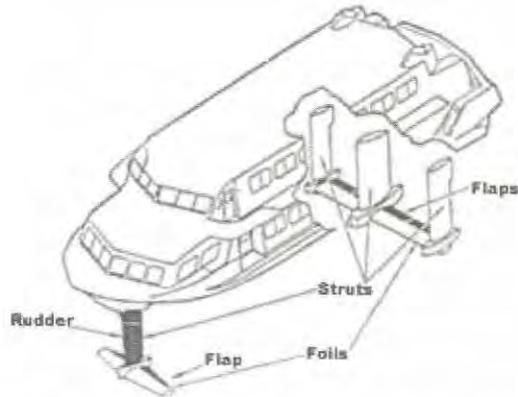
El esculpido del casco poco profundo se construye con planchas de aluminio marino clasificado y soldado.

Este casco soporta dos cubiertas de pasajeros generalmente equipadas al estilo de los aviones comerciales con butacas y cinturones de seguridad destinadas para acomodar pasajeros en clase turista, habilitado como clase preferente en algunos modelos el espacio a proa de la cubierta principal conocido como "captain cabin" con un servicio exquisito.

La capacidad máxima conocida de estas embarcaciones es de 350 pax. La amplitud y anchura de ambas cubiertas permite una vista panorámica del entorno, al permitir tener los ventanales unas dimensiones mucho más amplias que las de los aviones al no verse afectado por la diferencia de presión a que se someten estos últimos.

## DISTRIBUCIÓN ALAR

Partiendo de la idea primaria de ser sustentada la embarcación por medio de estos "FOILS", la similitud con una aeronave se hace patente. En el siguiente dibujo apreciaremos la disposición de estos "STRUTS", "FOILS" y "FLAPS".



El "FOIL" de proa posee una línea hidrodinámica perfecta, y porta el conjunto de "FLAPS" de tres secciones a cada banda para evitar que se quiebren por un esfuerzo excesivo debido a su longitud, moviéndose al unísono para controlar la altura de la embarcación al ser accionados a través de actuadores hidráulicos.

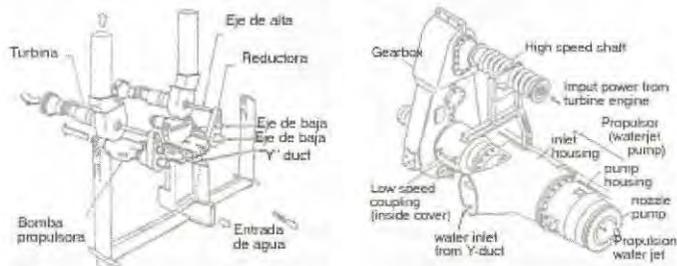
El "FOIL" de popa de idéntico diseño que el anterior, porta el conjunto de "FLAPS" también de tres secciones a cada banda, diferenciándose del de proa que los extremos de dicho "FOIL", están afirmados al "STRUT" correspondiente. Accionados también por medio de actuadores hidráulicos inversamente sincronizados ejercen como timón, ya que los "JETS" navegando en sustentación dinámica, exclusivamente funcionan como propulsores.

## SISTEMA DE PROPULSIÓN

Estas embarcaciones utilizan el sistema water jet. Como su nombre indica, se trata de un medio de propulsión a chorro de agua, produciendo un empuje suficiente para la sustentación, además de mantener una velocidad de crucero casi constante.

En conjunto, el sistema consta de dos partes bien diferenciadas, una que corresponde a la turbina de alto rendimiento y otra a la bomba propulsora, conectadas ambas por medio de una reductora.

El esquema siguiente representa la distribución de los elementos del sistema, sobre el cual se pueden explicar las bases de su funcionamiento.



Las turbinas ALLISON de General Motors, desarrollan una potencia de 4000 caballos cada una.

Poseen las características de las empleadas en la aviación comercial, con el añadido de estar preparadas para soportar las condiciones de trabajo con las que se encuentra, al tratarse de un medio diferente; principalmente marinizadas.

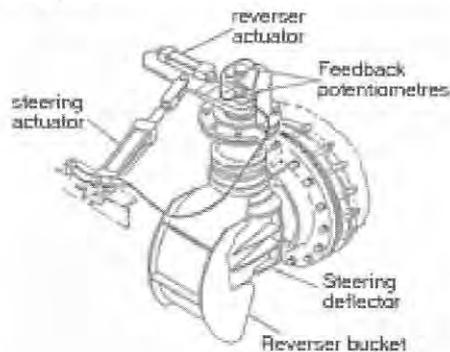
Desarrollando las siguientes revoluciones: 10.000 r.p.m. en condición de ralentí, entre 12.500 y 13.500 r.p.m. en velocidad de crucero, parándose automáticamente a 15.000 r.p.m. Entre turbina y reductora se encuentra un eje de alta velocidad que transmite las revoluciones de una a otra, mientras estas se van reduciendo hasta llegar a la bomba propulsora. De esta forma, a un nº determinado de revoluciones de la turbina corresponden unas equivalentes de la bomba propulsora, pudiéndose calcular aplicando un coeficiente de reducción determinado; como dato curioso podemos destacar los 90.000 litros de agua por minuto que expulsan dichas bombas, saliendo la misma a una presión que varía entre 8 y 9 kg/cm<sup>2</sup>.

Durante el propio arranque y una vez arrancado el sistema, comienza a producirse la succión de agua, a través de la toma situada en la parte mas baja del STRUT central de popa y los conductos "Y DUCT" destinados a guiarla hasta las bombas propulsoras, siendo a la vez expulsada por popa.

Este proceso será continuo y solo cambiará en intensidad cuando se añada o reste potencia a las turbinas, logrando esto a través de los "THROTTELS" situados en el puente así como el conjunto del resto de indicadores de parámetros de todo el equipo.

## SISTEMA DE GOBIERNO

Los chorros, únicamente en "HULL BORNE" (sustentación sobre el casco) pueden dirigirse hacia cualquier banda y hacia proa, consiguiéndose una excelente maniobrabilidad por medio de los "STEERINGS" (deflectores) y los "BUCKETS" (reversores) acoplados a las salidas de los chorros de agua.



Habiendo destacando **hovercraft** y **catamarán**, como únicas EAV capacitadas para el tráfico en línea regular tanto de pasajeros como de carga rodada y **jet foil** embarcación

única en el mundo para el transporte exclusivo de pasajeros, al haber sido BOEING quien supo adaptar y aplicar, la ingeniería aérea a la navegación marítima por medio de modificaciones en los sistemas de propulsión y gobierno a un modelo avanzado de hidrofoil.

Actualmente se está viviendo el declive de esta embarcación por la entrada en escena de los CATAMARANES (1990), y más concretamente los *TRIMARANES (2005)* como última generación de los anteriores; al igual que en aviación desaparece habiendo transcurrido 36 años desde su nacimiento el CONCORDE (1970-2004) hoy eliminado con fines comerciales, desde su último accidente.

Dando paso al proyecto conjunto de varios países de la CEE bautizado como *AIR BUS 380 (2005)*.



Trimarán

El 25 de septiembre del pasado año, hace exactamente un año, se botó en los astilleros australianos Austral Ships el trimarán más grande del mundo, adquirido por la compañía Fred Olsen. Características: Eslora: 126,70 m.; Manga: 30,40 m.; Capacidad: 1350 pax. + 400 vehículos. Propulsión: 4 motores diesel MTU 20V8000 de 8.200 kw. hasta 9.100 kw. La generación eléctrica se consigue con 3 grupos electrógenos MTU 12V2000. Además de 2 hélices de maniobra a proa para una mejor maniobrabilidad. Alcanzando una velocidad de 40 nudos con 500 toneladas de peso muerto y de 30 nudos con 1.000 toneladas.



Air Bus 380

Pudimos comprobar el día 27 del pasado mes de abril de este mismo año, la puesta en escena en Toulouse, del proyecto A 380 de la compañía Air Bus, creada al efecto para la construcción en cooperación de varios países de la UE. Un diseño que comenzó a forjarse hace 10 años. Aunque no entrará en servicio hasta una vez realizadas 2.500 horas de vuelo sometido a duros esfuerzos. Como datos de interés señalaremos que tiene 4 motores, y que transportará entre 550 y 800 pax.

Para concluir, destacar la importancia de ese punto de inflexión a partir del cual se pretende optimizar tanto en la navegación aérea como marítima, el transporte de pasajeros y mercancías. Persiguiendo una máxima capacidad en peso y en volumen, al mínimo coste de operatividad y consumo.

## BIBLIOGRAFÍA

- SALVAT, MANUEL. (1971). "Hidroalas". en". M. Salvat. *Transportes*, Volumen 14. "Enciclopedia Salvat de las Ciencias". Edición 1ª, España, Editorial Salvat, 260-263. 20 volúmenes.
- JUAN DE Y PEÑALOSA, JAVIER; FERNÁNDEZ-GIMÉNEZ, SANTIAGO. (1980). "*Historia de la navegación*". Col. Mundo Submarino. Edición 1ª, España, Editorial Urbión, 1 volumen.
- HUTCHINSON, SAMUEL. (1994). "Un superavión para sacar a Rusia de la crisis". *Tiempo*. (25 de abril). 146-148.
- "EMBARCACIONES DE ALTA VELOCIDAD Y JET FOIL". Aitor Martínez Lozares.(1995) España. Archivo Biblioteca de la Escuela Técnica Superior de Náutica y Máquinas Navales. Universidad del País Vasco.
- BOEING, KAWASAKI. (1991) "Jet Foil Manual's Operator".
- MARINA CIVIL. (2005). nº 76. Ed. Ministerio de fomento. España.
- GEO. (2005) nº 214. Ed. G y J. España.

# LA FORMALIZACIÓN DE LOS SABERES DE LA ARQUITECTURA INDUSTRIAL DE ALMADÉN Y SU EXTENSIÓN EN AMÉRICA

LUIS MANSILLA PLAZA  
UNIVERSIDAD DE CASTILLA-LA MANCHA

RAFAEL SUMOZAS GARCÍA-PARDO

## RESUMEN

*A lo largo del siglo XVIII, la ciudad de Almadén se constituyó en modelo de arquitectura industrial y minera no solo para España sino para las colonias de Ultramar; especialmente para aquellas dedicadas también a la actividad minero-metalúrgica: Huancavelica y Potosí dan testimonio de ello. La intensa actividad que ella se desarrolló abarcó no solo la edificación de obras civiles y religiosas de importancia, sino que obligó a la construcción de cercos, pozos, castilletes, bariteles, hornos e ingenios; además, motivó a la creación en sus territorios de una Escuela de Minas encargada de formar a los ingenieros que habrían de participar en la explotación de los recursos que emanaban de los suelos americanos. Esta investigación estudia con detalle tal proceso, partiendo de la descripción del marco histórico en el que se encuadraron los hechos para luego pasar revista a las características urbanas de la ciudad de Almadén y a los rasgos formales de sus edificios más representativos, sin descuidar todas y cada una de las obras dedicadas a la actividad industrial. De igual manera, y gracias a un extenso y riguroso trabajo de campo, se prosigue con la descripción y análisis de obras de arquitectura del mismo género levantadas en las ciudades mineras de Huancavelica y Potosí, asentadas en los actuales países de Perú y Bolivia, respectivamente. Con ello se completa el panorama que permite elaborar un análisis comparativo y concluir, entre otras muchas cosas, que la técnica también es un legado y que en este caso, se expresa tácitamente en los distintos niveles que el arte y la arquitectura pueden ofrecer.*

**Palabras clave:** D.G. Almadén-España, Huancavelica-Perú, Potosí-Bolivia, D.C. S. XVIII-XIX, D.T. Enseñanza de la Minería, Construcción Científica, Minería-Metalurgia en Almadén, Minería-Metalurgia Colonial, Arquitectura Industrial.

**ABSTRACT**

*Throughout the XVIIIth century, the city of Mine was constituted in model of industrial and mining architecture not only for Spain but for the colonies of Overseas, specially for those dedicated also to the activity miner-metallurgical: Huancavelica and Potosí give testimony of it. The intense activity that she (it) developed included not only the building of civil and religious works of importance, but it (he, she) forced to the construction of fences, wells, castilletes, bariteles, ovens and ingenuities. This investigation studies closely such a process, departing from the description of the historical frame in which the facts were fitted then to inspect to the urban characteristics of the city of Mine and to the most representative formal features of his (her, your) buildings, without neglecting each and every of the works dedicated to the industrial activity.*

**Keywords:** *D.G. Almadén-España, Huancavelica-Perú, Potosí-Bolivia, D.C. S. The XVIIIth-the XIXth, D.T. Education of the Minería, Construcción Científica, Minería-Metallurgy in Almadén, Minería-Metalurgia Industrial Colonial, Arquitectura.*

Esta investigación tiene un marcado carácter comparativo, en la que se intentó hacer una visión comparada entre la arquitectura industrial desarrollada entre las dos orillas opuestas de la España del siglo XVIII: Almadén por un lado y por el otro Huancavelica y Potosí, sustentando la tesis de que entre ambas se produjo un sistema de relaciones recíprocas que abarcó muy diversas facetas: desde aquella que se estableció gracias a los tratados técnicos y que se expresó en obras de arquitectura civil y religiosa, hasta las formas de explotación minera y metalúrgica, todo ello gracias a un cuerpo organizado de ingenieros de minas y a través de su actuación directa y de las instituciones para la enseñanza. Para llevar a cabo el trabajo se partió de una buena aproximación a través del desarrollo de una laboriosa investigación documental en archivos, museos, bibliotecas, empresas mineras, etc. Junto con un trabajo de campo exhaustivo, en el que se hizo un recorrido completo por todas las áreas del trabajo en España y América, donde se pudo contactar in situ con los elementos y su fisonomía, y permitieron una planificación y un desarrollo adecuado. Por último se realizó el análisis comparativo, es decir, la redacción de textos y conclusiones. Esta investigación se estructuró en tres partes bien diferenciadas, en un primer lugar, se estudió como se fueron gestando los conocimientos entorno a minería y metalurgia, hasta la creación de los primeros centros de enseñanza, para en partes sucesivas, ver como se plasmaron con éxito, en el campo de experimentación que supuso Almadén, para después, exportarse con éxito a las ciudades americanas de Huancavelica y Potosí, lo que nos permitió llegar a una serie de conclusiones sobre la influencia de la minería de Almadén sobre la arquitectura y el urbanismo en las ciudades americanas.

## **LA FORMACIÓN DE LOS SABERES**

En la elección de este tema, sirve como marco de referencia, el estudio de los centros de enseñanza y sus protagonistas. La Arquitectura industrial y minera tiene un trasfondo teórico y académico, además se considera a Almadén y su Academia como el punto de partida. La minería moderna en España no empieza en el s. XVIII, sino mucho antes, justo con el inicio de la empresa americana que busca recursos mineros para el bien de la Corona.

Desde un principio los primeros técnicos enviados a América, viajaban con la misión no de crear infraestructuras de producción, sino ante todo de explotar el subsuelo. Fue importante para el desarrollo de esta investigación identificar los primeros centros de formación académica que anteceden a Almadén, en especial la Academia de Matemáticas de Madrid, promovida por Juan de Herrera y Tiburcio Spanocchi, pues de ella saldrán ingenieros para trabajar en España y sus Colonias. Antes de la creación de la Academia de Minas de Almadén, la difusión de los saberes entorno a minería y la metalurgia se hacía a través de tratados de la materia, obras que se estudiaron en esta investigación y se comprobó que contribuyeron a la difusión de los saberes, tratados que se difunden en España y América, con especial peso de los tratados germanos, y la obra de Agrícola<sup>1</sup>. El inicio de la minería moderna viene marcado por obra de Agrícola, al producirse un cambio fundamental en la enseñanza de la minería, en *De Re Metalica*, que fue un compendio de todos los conocimientos sobre minería y metalurgia hasta la época (1556), Agrícola, trazó el perfil de los estudios de minas, dos siglos antes de que aparecieran los ingenieros de minas, debido a que las enseñanzas universitarias no contemplaban la tecnología como disciplina científica. Adicional, a la investigación se hizo un reconocimiento de los tratados de Arquitectura y Matemáticas, buena parte de ellos publicados con el beneplácito de la Corona Española. Los tratados sobre minería y metalurgia circularon dentro de un intercambio tecnológico entre Europa y América, como demuestra Castillo Martos, en sus obras sobre minería y metalurgia y su intercambio científico y tecnológico entre Europa y América<sup>2</sup>. La enseñanza académica de las matemáticas, química y metalurgia en España se desarrolló desde el siglo XVI en distintos centros: Academias de Matemáticas de Madrid y Barcelona, Seminario de Nobles Artes de Madrid -Academia de San Fernando- y Seminario Patriótico Vergara, entre otros. Los contenidos más ampliamente tratados en los libros eran: geometría, geometría subterránea, alquimia o metalurgia, es decir, los mismos que alimentaron los planes de estudio de las primeras academias, libros que en muchos casos antecieron a los centros de formación, incluso el aprendizaje de la minería y la metalurgia se realizaba a pie de obra con la ayuda de los libros, guardándose como el bien más preciado. La revisión de estos tratados contribuyó a la investigación a definir el estado de los saberes que se tenían en España acerca de la Minería y la Metalurgia, antes de la creación de la Academia de Minas de Almadén<sup>3</sup>.

Desde mediados del siglo XVIII los Directores de la Mina de Almadén son de origen Alemán y vistos los buenos resultados conseguidos por ellos, se aprovecha su experiencia y conocimientos para crear un Centro de Enseñanza, por esta razón a los mineros

<sup>1</sup> AGRÍCOLA, Georg: *De Re Metallica*, Basilea, 1556.

<sup>2</sup> CASTILLO MARTOS, Manuel: "Ingenios y sistema de lagunas en Potosí, Bolivia, para el beneficio de plata por amalgamación", en: *Actas de la primera sesión científica sobre patrimonio minero metalúrgico*, Almadén, Colección Ciencia y Tecnología, Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha. *Minería y metalurgia. Intercambio tecnológico y cultural entre América y Europa durante el periodo colonial español*, Sevilla-Bogotá, Muñoz Moya y Montraveta editores, 1994. CASTILLO MARTOS, Manuel y LANG, Mervy Francis: *Metales preciosos: unión de dos mundos. Tecnología, comercio y política de la minería y la metalurgia Iberoamericana*, Sevilla-Bogotá, Muñoz Moya y Montraveta editores, 1995.

<sup>3</sup> Algunos de los libros consultados, entre muchos otros: Arte de los metales; Alonso Barba, 1640. *Pirometalía Absoluta o arte de los metales*, José Díaz Infante, 1740. *Traité sur la science de l'exploitation des mines*, Christophe-François Delius, 1778.

alemanes en Almadén, se les obligaba por contrato a ejercer la docencia subterránea, entre ellos destacó Carlos Kœhler, y posteriormente Carlos III mediante R. O. de 14 de julio de 1777, nombra a él que era director de la Mina, Enrique Cristobal Störr como director de la Academia de Minas de Almadén, esta institución, nace de la necesidad de la Corona en desarrollar una explotación minera mucho más sistemática en sus colonias y con el deseo que se capacitaran allí nuevos Ingenieros, sobre la base de los jóvenes formados en matemáticas en otros centros españoles. En la formación de la Academia de minas de Almadén fue fundamental la Escuela de Minas de Freiberg, en esta ciudad alemana entre 1700 y 1730, hubo varios intentos privados de fundar una academia de minería, que combinara la docencia, la práctica y la investigación minera, pero no sería hasta 1765 cuando se concretó, y en 1766 se iniciaran las clases de matemáticas, mecánica, aerometría, hidrostática, dibujo técnico y geológico, mineralogía, química metalúrgica, metalurgia, agrimensura de minas, minería, química analítica y construcción de instrumentos para agrimensura. La Academia de Freiberg fue fundamental en la creación de otras academias: como la de San Petersburgo en 1770, la de Almadén en 1777 y la de México en 1783 y muchas otras academias, que como la de Almadén, recibieron influencia de Freiberg a partir de sus egresados, como los hermanos Elhuyar que difundieron en la Academia de Almadén el esquema estratigráfico de Abraham Gottlob Werner. Los estudios en Almadén se abrieron en 1777 con dos asignaturas: geometría subterránea y mineralogía, a diferencia de Freiberg que en 1776 contaba con las siguientes materias: matemáticas, mecánica, hidrostática, hidráulica, dibujo, mineralogía, química metalúrgica, medición subterránea y minería. La influencia de la escuela alemana se manifiesta cuando en 1778 el Director de Minas del Reino, Francisco Angulo-antiguo alumno de Freiberg y seguidor de Werner- fomento la formación de profesorado español en Freiberg, por esta razón son enviados a Freiberg Francisco de la Garza y Diego Larrañaga, que a su regreso en 1800 se encargaron en la Academia de Minas de Almadén de las cátedras de geometría subterránea y laboreo de minas, por otra parte los alumnos de Almadén asistieron a la cátedra de mineralogía de Christian Herrgen -discípulo de Werner- en el Real Gabinete de Historia Natural de Madrid. Las asignaturas impartidas en la Academia de Almadén entre 1777 y 1827, lo que constituyó el primer plan de estudios fueron: geometría subterránea, mineralogía, dibujo, química y matemáticas<sup>4</sup>; y entre 1827 y 1834, con Fausto Elhuyar como director, amplió estudios en el segundo plan de estudios a trigonometría, geometría práctica, aplicaciones de álgebra a la geometría y secciones cónicas, método de límites, cálculo diferencial e integral y nociones de mecánica. En proceso de creación de la Academia de Minas de Almadén, tuvo un papel destacado Agustín de Betancourt y sus memorias sobre el estado de las minas de Almadén que evidenciaron la necesidad de incorporar nuevas técnicas mineras y con ello de formación de personas que como los hermanos Elhuyar y Andrés Manuel del Río tendrán un importante papel en la minería Americana<sup>5</sup>. Por otra parte, Antonio de Ulloa, fue Director del Laboratorio Metalúrgico de Madrid y llevó a cabo labores mineras en los establecimientos en Almadén

<sup>4</sup> Entre las obras utilizadas como libros de texto de matemáticas, destacaron las Benito Bails, *Elementos de Matemáticas* y José Mariano Vallejo, *Compendio de matemática pura y mixtas*.

<sup>5</sup> BETANCOURT Y MOLINA, Agustín: *Memoria de las Reales Minas del Almadén, 1783*, Secretaría General del Plan Nacional de I+D. Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología.

y Huancavelica, demostrando el intercambio tecnológico, en el trabajo de investigación se hizo una revisión pormenorizada de numerosas biografías de ingenieros que estudiaron en Almadén y luego pasaron a trabajar a México, Colombia y Bolivia, como es el caso de Pedro Subiela en Huancavelica, Perú, lo cual demuestra el intercambio tecnológico<sup>6</sup>. Con ello se complementa la visión sobre los saberes que fueron comunes en España y sus colonias. Además del deseo de crear una Academia en Almadén, la Corona también intentó fundar centros de formación en América, en Lima se tiene constancia de una experiencia fallida por el boicot del Tribunal de Minería, que no permitió crear un centro para la enseñanza de la minería; en Potosí apenas se logró crear una escuela de metalurgia donde se enseñaban solo algunos tratados sobre la materia, en tanto que en México se consiguió crear el Real Seminario de Minería de Nueva España en 1783, es decir, cuando se acercaba el proceso de independencia de las colonias, siendo Fausto Elhuyar su primer director. Con estos datos se empezaba a verificar en la investigación, la fortaleza de algunos de vínculos entre Almadén y las Colonias Americanas.

## LA CIUDAD MINERA DE ALMADÉN

Una vez investigado el contexto académico y con ello cultural de los centros de formación, los saberes y los ingenieros, la investigación se centró en estudiar en Almadén las expresiones físicas de la confluencia de todos estos factores, ello constituyó la segunda parte de la investigación. De remoto origen romano, la población de Almadén cuenta con un núcleo histórico que creció adaptándose a la topografía y al paisaje, sin embargo, la presencia de la actividad minera transformó sus patrones de crecimiento, enlazado con el cambio que experimentó Almadén en sus técnicas mineras durante el siglo XVIII, se puede comprobar como estas afectaron a su trama urbana y su arquitectura, tanto industrial como civil y religiosa, por ejemplo, una vez sofocado el incendio que afectó a la mina en 1755, los ingenieros alemanes aprovecharon la mano de obra cesante de las minas para construir edificios tales como la plaza de toros, el hospital de mineros y el cerco de Almadenejos. La extensión urbana fue creciendo siempre al compás de la actividad minera, y la investigación se enmarca en el momento culmen de la minería de Almadén en cuanto a desarrollo tecnológico se refiere y de expansión urbana de la misma, que servirán de modelo a otras regiones del país y América, el siglo XVIII, fue el siglo de oro de la minería de Almadén, pues no en vano es el de mayor apogeo y su fisonomía va a cambiar totalmente, pasando de ser una pueblo conocido sólo por su valor minero a conformar un espacio ligado a la mina que va a servir para ir fraguando la estructura del urbanismo minero propio de Almadén. En cuanto a la morfología urbana, el núcleo más antiguo, de trazado irregular contrasta fuertemente con la disposición regular, geométrica, ortogonal de las manzanas que surgieron en el siglo XVIII durante el auge de la actividad minera y con ella, de la Escuela de Minas de Almadén. En el urbanismo de Almadén se marca claramente el contraste entre dos tipos de tramas, en la parte norte de la población el centro histórico, y al sur y al este las nuevas manzanas del

<sup>6</sup> PUCHE RIART, Octavio y BROWN, Kendall W.: "Pedro Subiela: alumno de Almadén en América", en *Industria minera*, Madrid, 1992.

siglo XVIII, una conclusión importante es precisamente esta, ver cómo si hubo una afectación entre la actividad minera y la morfología urbana, en la que se destaca la masa del cerco de fundición en el extremo oeste, la geometría del edificio de la plaza de toros, y la línea divisoria entre el centro antiguo y el ensanche del siglo XVIII, y sobre una cota menor y ligeramente más plana, también se destaca la geometría de la cárcel, con sus cuatro patios y del hospital, que sirve de remate visual a una de las calles. También contrasta la diferencia sensible en la geometría y tamaño de los predios, en las manzanas del centro antiguo su puede apreciar un conjunto de edificaciones angostas, e irregulares que dan la forma a la manzana, en cambio, en los sectores que nacen en el transcurrir del siglo XVIII, se leen predios más largos, de menor frente y que surgen de una subdivisión de una manzana mayor de forma rectangular que se define previamente, también con esto se evidencia la relación entre la actividad minera y el desarrollo urbano. En cuanto a la Arquitectura, los nuevos edificios construidos en el siglo XVIII ocupan indistintamente diversos puntos sobre la traza urbana, entre ellos la Casa Academia y algunas iglesias, en todos ellos se destaca el manejo de la simetría bilateral con elementos claramente barrocos y en el caso de la Casa Academia un lenguaje neoclásico intentando romper con el barroco predominante y más acorde con el espíritu de la ingeniería europea del siglo XVIII. La investigación verificó cómo los elementos de trabajo minero, es decir, el llevado a cabo por los mineros e ingenieros de minas, contribuyó a fraguar la configuración de la fisonomía urbana de los pueblos, con edificaciones singulares de gran presencia, demostrando la completa formación técnica que poseían entonces estos profesionales y el manejo airoso de materiales, espacios y formas de uso. En esta investigación se incluyeron como objeto de estudio y análisis las obras propias de la minería subterránea, en especial los recubrimientos de fábrica de ladrillo aplicados en los socavones, dado el valor y su importancia técnico-constructiva, vale la pena adelantar el hecho de que técnicas idénticas se utilizaron en las minas de Huancavelica-Perú, lo cual demandó seguramente conocimientos especializados en torno a los encofrados y construcciones de arcos. También hay que destacar la extensión y profundidad de los socavones, lo cual pone en evidencia la escala de los trabajos efectuados, los socavones fueron reorganizados por los mineros alemanes en el siglo XVIII, la entrada a la mina la dispusieron por el socavón de la Mina del Pozo y la salida por el socavón de la Mina del Castillo, ambos al sur; realizándose por cada uno de ellos la entrada del personal y el desagüe, mientras que por los socavones situados al norte, como el de la Contramina se realizaba la salida del mineral, otra innovación realizada por los técnicos alemanes, fue la disposición tronco piramidal en el inicio de los socavones para aumentar la velocidad de entrada del aire en el interior de la mina y con ello mejorar la ventilación. Un último hecho a destacar es la relación estrecha entre la mina y la ciudad: los pozos y socavones o puntos de entrada, aparecen mezclados con el paisaje urbano, condicionando también aspectos tales como el trazado y las zonas de crecimiento y densidad de actividades, lo que demuestra que el desarrollo minero no es un elemento aislado, exclusivamente técnico sino que es un todo, una manera de configurar y conformar las cosas del entorno minero. Una vez estudiada la minería subterránea en la investigación se prosiguió con la minería de superficie, es decir, los edificios situados en la superficie, bien para la actividad minera, o bien para la metalúrgica, de los que destacan tres conjuntos significativos en Almadén: los cercos, los pozos y los hornos, cuyas características formales y cons-

tructivas hacen que merezcan ser considerados en cualquier análisis sobre arquitectura industrial. Entre los cercos, destaca el cerco de fundición de Almadén, que se levantó durante el siglo XVIII para proteger la actividad propia de los hornos, en donde se beneficiaba un precioso bien, el azogue. Se trata de una extensa muralla de fábrica de ladrillo con una puerta principal consagrada a Carlos IV de espíritu barroco. Igualmente en Almadenejos, provincia de Ciudad Real, también en el siglo XVIII se construye un cerco para proteger y emblematicar la actividad metalúrgica, el cual se encuentra hoy en un estado de abandono y deterioro progresivo, ambos cercos tienen una fundación real, es decir, hacen parte de una actividad industrial impulsada por la Corona<sup>7</sup>. Por otra parte, históricamente el gran problema que siempre tuvieron las minas de Almadén fue la evacuación del agua, para solucionarlo se hizo necesario construir diversos ingenios para achicar el agua, entre ellos los pozos, conductos verticales sobre los cuales se construía una edificación que contenía la maquinaria de madera necesaria para elevar el agua, accionada por fuerza animal. El Baritel de San Carlos de Almadenejos, levantado sobre uno de tales pozos todavía conserva hoy las características arquitectónicas del siglo XVIII, gruesos muros de fábrica forman una planta poligonal de dieciséis lados, rematados con una cubierta cónica que protege una bóveda interior apuntalada, si bien no hay en Huancavelica construcciones similares, si se destaca el rigor geométrico constructivo como factor común -En México si se conservan construcciones similares-. A finales del siglo XVIII hay evidencia de que en Almadén, se introdujeron máquinas de vapor para realizar el achique del agua, contenidas dentro de estructuras similares a los Bariteles, hasta que fueron sustituidas por castilletes metálicos a partir del siglo XIX. Siempre hubo en Almadén una preocupación por la producción de azogue a partir del beneficio del cinabrio, siendo los hornos de xábecas los primeros en ser usados a gran escala y a partir del siglo XVI y junto a los de reverberación entre el siglo XVI y XVII, puestos en uso en Huancavelica, los hornos de xábecas no obtenían la misma producción que en Almadén, por lo que fueron reemplazados por un nuevo tipo de horno llamado de aludeles -buscolines o dragones- producto del ingenio del médico español Lope de Saavedra Barba en 1633<sup>8</sup>. Inventados pues en Huancavelica, llegaron a Almadén en 1646 de la mano de Juan de Alonso de Bustamante y puestos en uso allí mismo con el beneplácito del Felipe IV, nuevas transformación sufrieron los hornos de aludeles en Almadén: Instalados por parejas y de

<sup>7</sup> SUMOZAS, Rafael; MANSILLA, Luis; BLANCO, Ana: "Estado de conservación de los hornos de aludeles o Bustamante en el cerco de destilación de Almadenejos", en *Tercer Coloquio Latinoamericano sobre rescate y preservación del patrimonio industrial*, Santiago de Chile, 2001, pp. 147-155.

<sup>8</sup> Hornos de xábecas: horno para destilar azogue en ollas cerradas, sin tostación con oxígenos. Es el tipo de horno más antiguo de los que existe descripción en Almadén. Una xábeca estaba constituida por una fábrica de planta rectangular, y cuya altura era superior a la estatura de un hombre. Estaba cubierta por una bóveda de cañón, e iba provista, en un extremo de una chimenea para dar salida a los gases de combustión. La bóveda tenía tres filas de huecos, que variaban según los modelos de xábeca de seis a ocho por fila. En cada hueco se asentaba una olla bien sellada de cinabrio. Los hornos de reverbero, fueron aquellos donde la carga de mineral, se encontraba separada del combustible, el cual se quemaba en un hogar independiente. Había dos clases, el de "tiro natural" usado para tostar minerales y el de "tiro forzado" usado para fundir los minerales. Hornos de aludeles sustituyeron definitivamente a los hornos de reverbero alemanes, su particularidad más notable es que la condensación del azogue tiene lugar en unos caños de barro llamados "aludeles", condensadores de azogue hechos de arcilla. Arcaduz o caño cerámico, que enchufados unos en otros constituyen las cañerías en las que se condensan los vapores mercuriales que salen del horno.

mayor longitud, los aludeles se apoyaron sobre terraplenes inclinados minimizando las pérdidas de azogue, con ello se demostraba en la investigación la primera de las hipótesis: El carácter transmisible y exportable de los saberes mineros de Almadén, un modelo que perdurará incluso una vez concluido el dominio español en América. Los hornos de Aludeles, u hornos Bustamante, ya modificados por la experiencia de Almadén, retornarán con sus innovaciones a Huancavelica, demostrando el sentido de un trayecto de doble vía, entre las dos ciudades y por lo tanto, asegurando las existencias de la movilidad de saberes que entonces operaba. Una versión más sofisticada de los hornos de aludeles fue puesta en práctica en la ciudad de Idria, Eslovenia, los mismos que sirvieron de modelo a Diego de Larrañaga para establecer hornos de este tipo en Almadén a mitad del siglo XIX, ya que los hornos de Bustamante, aunque modificados se utilizaron en Almadén hasta 1926, pero tenían el problema que no era continuo, el azogue se quedaba en los aludeles, por lo que se tenían que limpiar y paralizaban el horno, sin embargo el horno de Idria no se paralizaba y se inventa la marcha continua. Posteriormente, en 1902 el ingeniero Vincenzo Spirek fue contratado por el establecimiento minero de Almadén para construir un tipo de horno que llevaba su nombre, Spirek, reemplazando a los de Idria. Por último, en 1956 se construyeron los últimos hornos que funcionaron en Almadén, los hornos Pacific.

## LAS CIUDADES AMERICANAS DE HUANCAVELICA Y POTOSÍ

Superada la investigación en torno a la ciudad de Almadén, fue necesario abordar el caso específico de la ciudad americana de Huancavelica, extendiéndose además al caso de Potosí, la cual completaba el binomio azogue-plata en Hispanoamérica, el cual permitió el procedimiento de benéfico de minerales de oro o de plata por la acción física del azogue, la amalgamación<sup>9</sup>. Así como se abordó el estudio de Almadén, desde lo general a lo particular, se adoptó idéntica metodología para el caso de las ciudades americanas, haciendo énfasis en sus peculiaridades geográficas y humanas. La Corona Española concentró buena parte de sus esfuerzos mineros en los Virreinos de la Nueva España y del Perú como parte de su política de explotación de las tierras americanas, paralelamente a la minería, se hizo necesario desarrollar una actividad metalúrgica: así como el azogue de Almadén se destinó a la plata de Nueva España, el de Huancavelica se destinó a la de Potosí. El uso de mano de obra -primero indígena y luego esclava- junto a las condiciones impuestas por la altura y el clima, dificultó considerablemente la actividad minero-metalúrgica en Huancavelica y Potosí, pese a ello, los ingenieros destinados allí debían cumplir con una misión impuesta por la Corona, dotación económica a la empresa de las estructuras necesarias para tal fin, como es el caso de los hornos de aludeles. Para la minería y la metalurgia americana fue fundamental el método de patio. Bartolomé de Medina, en las minas mexicanas de Pachuca, desde 1555, empleó el llamado sistema de patio en lugar del método de fundición usado en Europa<sup>10</sup>. El

<sup>9</sup> Esta parte de la Tesis fue posible gracias a diferentes becas que permitieron estancias de corta duración en Perú, Bolivia y México.

<sup>10</sup> Sobre el Método de Patio es necesario consultar a Manuel Castillo Martos y sus obras sobre *Minería y metalurgia*. CASTILLO MARTOS, Manuel. *Op. Cit.*

método de patio, consistía en la separación de los metales de sus minerales, por un método húmedo en el que se mezclaba el mineral molido con agua antes de someterlo al aire libre y sus efectos, el método de patio estaba compuesto por una serie de etapas, la primera de ellas consistía en la extracción del mineral de las vetas rocosas, usando barretas, luego se molía el mineral y posteriormente se realizaba el ensalmoreado que consistía en la disposición de montones circulares de mena molida a los que se les añadía litargirio, un compuesto, realizado con sal común, sales de hierro y cobre al que después se realizaba la incorporación del azogue. Una vez conocido el contexto general de la minería y la metalurgia en América, se detalló el estudio de las dos ciudades seleccionadas en la investigación: Huancaveclia y Potosí, la primera de ellas situada sobre los Andes Peruanos a 3680 msnm, nació a partir del poblado de Santa Bárbara y su mina, y ha mantenido desde entonces una estrecha relación de dependencia con ella, al igual que en el caso de Almadén, la ciudad andina fue fundada oficialmente el 4 de Agosto de 1571 por el Virrey Toledo, con el nombre de Villa Rica de Oropesa. Su trazado aparece adaptado fuertemente a las condiciones geográficas, evidencia sin embargo una geometría ortogonal que creció alrededor de sus parroquias teniendo a las iglesias y sus plazas como hito generador, la principal de estas plazas es la del Ayuntamiento, construido en 1673, donde se ubica la Catedral. Como en Almadén, los caminos determinan los sentidos de su crecimiento y así en el barrio de Santa Ana se localizaron los hornos de aludeles y esto condicionó los ejes viales, la localización de los hornos era distinta en Huancavelica y en Almadén, mientras que en Huancavelica los hornos se encontraban dispersos, aunque fundamentalmente en el barrio de Santa Ana, lo que ocasionaba considerables pérdidas. En Almadén estaban concentrados en un mismo recinto, el cerco de fundición, consecuencia de todo ello es la ausencia de un núcleo industrial en la morfología de Huancavelica, sin embargo, la presencia de los hornos determinó la conformación de ejes de circulación entre los patios que los contenían. Otra característica importante de Huancavelica, es la estrecha relación con el Cerro de Santa Bárbara, donde se ubicaba la mina de azogue y el poblado con su iglesia, la cual tendrá una importancia fundamental en el desarrollo y tipología de las iglesias huancavelicanas, en las que se evidencian rasgos del barroco mestizo, utilizando la columna salomónica como elemento estructural. En cuanto a la otra ciudad objeto de estudio, Potosí, fundada para la producción de plata a los pies de Cerro Rico, se sitúa en el actual territorio de Bolivia, al Sureste de Huancavelica y como ella, sobre los Andes Americanos. La morfología estructurante de Potosí esta dada por la Ribera de los ingenios: se trata de un canal artificial que surtía de agua los núcleos industriales, conducida desde los Andes a través de un sistema de lagunas<sup>11</sup>. El énfasis del eje estructurante que condiciona la traza urbana viene dado por el canal de agua, así las manzanas de mayor superficie son aquellas que se forman a partir de los ingenios, en los que se ubicaban los molinos, fraguas, almacén de azogue y otras materias primas. Los ingenios se comenzaron a construir en 1572, en un primer momento se hicieron de madera y posteriormente de obra, los primeros ingenios, construidos antes del sistema de lagunas, se ubicaron en lugares cercanos a Potosí provistos de agua, la cual movía molinos hidráulicos, posteriormente, con la creación del sistema de lagunas y la conformación de la ribera, los ingenios

<sup>11</sup> SERRANO, Carlos: "La Ribera de la Vera Cruz de Potosí", en *Rocas y minerales*, Madrid. 1996.

se fueron ubicando a lo largo de su recorrido, en el interior del núcleo urbano de Potosí. Los ingenios estaban rodeados por una muralla dentro de cuyo recinto se desarrollaban las labores mineras y metalúrgicas, la molienda del mineral era el centro del ingenio, y esta se hacía mediante mazos concentrados a una rueda accionada por agua, para ello se tenía que construir en piedra un castillete para albergar una rueda hidráulica. De forma paralela a los ingenios se fueron organizando otros edificios de carácter público y religioso, cuyas características morfológicas guardan estrecha similitud con las de Huancavelica y por tanto, de Almadén. Se hizo importante extender además el estudio de la arquitectura industrial de Potosí al sistema de obras hidráulica, el cual fue reconocido de manera directa, sorprendiendo por su escala, se puede concluir que la arquitectura metalúrgica de Potosí afectó tanto a la traza urbana, como a la configuración misma del territorio en el que se inscribe, como dato, el agua de las lagunas del Cari-Cari se sigue utilizando en Potosí, si bien hoy se conserva el conjunto de lagunas en el entorno de Potosí, han desaparecido las obras civiles complementarias.

Como conclusión, gracias a la creación de academias, el fomento a los estudiosos españoles para viajar a países desarrollados de Europa y la importación de científicos extranjeros, fue posible la construcción de una comunidad científica y técnica que, aunque incipiente, se mostró capaz de laborar en difíciles condiciones tanto en la península como en los territorios americanos, esta circunstancia movió a los gobernantes del momento, amparados en el espíritu de la ilustración, a preocuparse por la promoción oficial de la enseñanza de la minería a través de Almadén, siendo esta el contexto donde ésta se llevó a cabo para que fuera el epicentro de la minería española y americana, la Escuela Universitaria Politécnica de Almadén es la heredera de la antigua Casa Academia de Minas del siglo XVIII y es uno de los elementos clave en el desarrollo de esta investigación. Por otra parte, en el proceso de integración de actividad metalúrgica y minera en el espacio urbano, vemos como su incorporación en las ciudades estudiadas, elementos de transformación primaria industrial, condicionaron su estructura interna, ciertas formas de producción metalúrgica generaron estructuras más complejas que organizadas y en función de la disponibilidad de la materia prima, se generaron distintas respuestas, la culminación de este proceso llega en el siglo XVIII con cambios que convirtieron a Almadén en la mina española y americana más puntera, en la que se empleaban las técnicas más avanzadas de la época. La forma de estas poblaciones tiene una coherencia interna a partir de las estructuras de producción que permiten agrupar la actividad industrial dentro de muros o cercos, como el cerco de fundición de Almadén, y en la América Hispana los dos ejemplos más relevantes son en Huancavelica los cercos de los hornos de alúdeles, para el beneficio del azogue, y en Potosí, los de los ingenios para el beneficio de la plata. En los dos casos, la proximidad a la localización de las minas -Cerro Santa Bárbara y Cerro Rico- es determinante en el trazado urbano; en Huancavelica la proximidad del Cerro de Santa Bárbara, condiciona el barrio de Santa Ana, donde se localizan los hornos de alúdeles, los cuales configuran la trama urbana al marcar los ejes que van desde la mina hasta los patios de beneficio. En el segundo caso la canalización del agua desde las lagunas del Cari Cari hasta la ribera de los ingenios es determinante para la localización de éstos y condicionará la localización de los poblados fabriles y las concentraciones de mano de obra requerida. Como Almadén, Huancavelica y

Potosí son poblaciones que van surgiendo alrededor de la actividad minera, y en principio sin ningún tipo de orden o control, pero posteriormente, la propia actividad industrial es la que va a ir condicionando el desarrollo de la ciudad. La evidencia de patrones formales en las ciudades de Huancavelica y Potosí demuestran el carácter transmisible y exportable de los saberes mineros de Almadén, un modelo que perdurará incluso una vez concluido el dominio español en América. Estas ciudades mineras presentan unas características urbanas genéricas que las diferencian claramente de otro tipo de ciudades: en ellas se marcan los límites entre lo urbano y lo rural y la estructuración interna de los establecimientos mineros. Almadén influyó en los tipos y técnicas constructivas de la industria minera de Perú y Bolivia durante la colonia, y también en época republicana, pues, tras la independencia de Perú y Bolivia, no se produce un corte en la tradición minera, al contrario, es una de las pocas manifestaciones constructivas en las que se da continuidad, más que influencia deberíamos hablar de continuidad en lo que arquitectura minera se refiere; para las explotaciones mineras no se vió la necesidad de cambio o de moda. La representación de la minería española en América, se puede ver también a través de la presencia de los mineros e ingenieros de la Academia de Minas de Almadén, y de cómo estos transmiten sus conocimientos en América, ya que los habían asimilado y aplicado previamente en la minería española. El estudio del modelo de Almadén no ha sido un elemento aislado del trabajo, sino que ha sido la base para buscar la correlación en otros lugares del mundo, Huancavelica y Potosí, pero la investigación ha permitido buscar no sólo ese intercambio tecnológico, sino cómo los elementos de trabajo minero, es decir, el llevado a cabo por los mineros e ingenieros de minas, contribuyó a fraguar la configuración de la fisonomía urbana de los pueblos, con edificaciones singulares de gran presencia, demostrando la completa formación técnica que poseían estos profesionales y el manejo áairoso de materiales, espacios y formas de uso, el desarrollo minero no es un elemento aislado, exclusivamente técnico sino que es un todo uno, una manera de configurar y conformar las cosas del entorno minero, que va desde el modo de trabajar hasta el modelo de vivir de sus habitantes y que su valor es tal que el modelo se extrapola en algunos casos como un auténtico calco, como se puede ver en la otra orilla del Atlántico.

## BIBLIOGRAFÍA

- ALONSO BARBA, Alonso: *Arte de los metales en que se enseña el verdadero beneficio de los de oro, y plata por açogue. El modo de fundirlos todos, y como se han de refinar, y apartar vnos de otros*, tercer libro, 1640.
- ARZÁNS DE ORSÚA Y VELA, Bartolomé: *Historia de la Villa Imperial de Potosí*, Rhode Island, Editores G. Mendoza y L. Hanke, 1965.
- BARAGALLÓ, Modesto: *La minería y la metalurgia en la América española durante la época colonial*, México, FCE, 1955.
- BETANCOURT, Agustín: *Memorias de las reales minas de Almadén*. (1793), Madrid, Editado por Ignacio González Tascón y Joaquín Fernández Pérez, Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología, 1990.

- BONET CORREA, Antonio: "Urbanismo y arquitectura en Almadén", en *Goya. Revista de Arte*, vol. XLII, Madrid, 1974.
- CAPOCHE, Luis: *Relación general de la Villa Imperial de Potosí*, edición y estudio preliminar de Lewis Hanke, Madrid, Biblioteca de Autores Españoles, 1998.
- CASTILLO MARTOS, Manuel: "Ingenios y sistema de lagunas en Potosí, Bolivia, para el beneficio de plata por amalgamación", en: *Actas de la primera sesión científica sobre patrimonio minero metalúrgico*, Almadén, Colección Ciencia y Tecnología, Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha, 1991.
- CASTILLO MARTOS, Manuel: *Minería y metalurgia. Intercambio tecnológico y cultural entre América y Europa durante el periodo colonial español*, Sevilla-Bogotá, Muñoz Moya y Montraveta editores, 1994.
- ESCOSURA, Luis de la: *Historia del tratamiento metalúrgico del azogue en España*, Madrid, Imprenta Tello, 1878.
- EZQUERZA BAYO, Joaquín: *Elementos de laboreo de minas, precedidos de algunas nociones de geognosia y la descripción de varios criaderos de minerales, tanto de España como de otros reinos de Europa*, sin más datos, 1839.
- HANKE, Lewis: *La Villa Imperial de Potosí, un capítulo inédito en la Historia del Nuevo Mundo*, Sucre, Universidad de San Francisco Javier, 1951.
- MENÉNDEZ NAVARRO, Alfredo: *Un mundo sin sol*, Ciudad Real, Universidad de Castilla-La Mancha, 1998.
- MITCHELL: *Tratado práctico de ensayos de minerales de Mister Mitchell, para uso de metalurgistas y mineros*, sin más datos, 1851.
- MOLINA MARTINEZ, Miguel: "La formación técnica del minero peruano", en: *Bira. Boletín del Instituto Riva-Agüero*, N° 11, Lima, 1977-1981.
- PRIETO, Carlos: *La minería en el Nuevo Mundo*, Madrid, Ediciones de la Revista de Occidente, 1969.
- PUCHE RIART, Octavio y BROWN, Kendaall W.: "Pedro Subiela: alumno de Almadén en América", en *Industria minera*, Madrid, 1992.
- RAMÍREZ, Santiago: *Datos para la historia del Colegio de Minería*, México, Imprenta del Gobierno Federal en el ex-arzobispado, 1890.
- RIVERO DE, Mariano Eduardo: *Memorias científicas, agrícolas e industriales*, Bruselas, Imprenta de H. Goemaere, 1857.
- RODRÍGUEZ, Santiago. "Cálculo de la nueva máquina de desagüe de Almadén", en: *Revista minera...*, t. VI, Madrid, Imprenta de la viuda de Antonio Yenes, Madrid, 1855.
- SERRANO, Carlos: "La Ribera de la Vera Cruz de Potosí", en *Rocas y minerales*, Madrid, 1996.
- SERRANO, Carlos: "Minería en el Cerro Rico de Potosí. Algunas consideraciones tecnológicas", en *X Congreso internacional de minería y metalurgia*, Valencia, Asociación Nacional de Ingenieros de Minas de España, 1998.
- VALLEJO, José María: *Compendio de Matemáticas puras y mixtas*, Madrid, Imprenta García, 1827.
- ZARRALUQUI MARTINEZ, Julio: *Los almadenes del azogue (Minas de Cinabrio). La historia frente a la tradición*, Madrid, Librería internacional de Romo, 1934.



# APORTACIÓN DE LA PEQUEÑA EMPRESA QUÍMICA AL DESARROLLO DEL SECTOR. EL CASO DE VIZCAYA A PRINCIPIOS DEL SIGLO XIX

LUIS ÁNGEL GARCÍA CASTRESANA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA, UNIVERSIDAD DEL PAÍS VASCO UPV / EHU

## RESUMEN

*En el último cuarto del siglo XIX la burguesía bilbaína de marcado carácter comercial hasta entonces, inició una serie de inversiones en sectores industriales de claro predominio en el panorama europeo. Sectores como el metalúrgico y el naviero, compitieron en inversiones con el minero y el financiero, perfectamente consolidados.*

*Si bien en un principio estas inversiones se centraron en la industria pesada, al hacerse patente la necesidad de productos y materiales intermedios demandados, surgieron alrededor de las grandes metalúrgicas, otras empresas encargadas de suministrar los servicios necesarios. Este fue el caso de las químicas, quienes con el paso del tiempo, fueron tomando la importancia que por sí mismo reclamaban.*

*En este trabajo, se presentan las primeras aportaciones a la industria vizcaína por parte del sector químico y para ello, se muestran ejemplos de cuatro empresas químicas, con el denominador común de su fundación como empresas familiares. Ello es indicativo del peso específico que este tipo de empresas tuvo en el desarrollo del sector, adaptándose de una fabricación de tipo artesanal a los nuevos sistemas productivos industriales.*

*La investigación se ha centrado en el desarrollo de los procesos que tuvieron lugar desde su fundación y su evolución a lo largo del tiempo, así como sus consecuencias.*

**Palabras clave:** sector químico, empresas familiares, Vizcaya, siglo XIX.

## ABSTRACT

*In the last quarter of the 19th century Bilbao bourgeois, which had been so far of a commercial character, initiated a number of investments in industrial sectors of a clear*

*predominance in the European panorama. Sectors such as the metallurgic and naval industries started to compete with mining and the financial market, which were already well consolidated.*

*In the beginning these investments were focused on the heavy industry. Nevertheless, when it was evident the necessity of some demanded intermediate products and materials, new enterprises supplying those needed services arose around the large metallurgic enterprises. This was the case of chemical enterprises, which later on reached their own relevance.*

*In this study the first contributions of chemical enterprises to the industry of Vizcaya are presented. Some examples of four chemical enterprises, which had in common their foundations as family enterprises, are presented. It is shown the great importance of this type of enterprises on the development of this sector, evolving from a handcraft fabrication to the new industrial production systems.*

*This study has focused on the development of the processes that took place from the foundations and their evolution along the time course, as well as on their consequences.*

**Keywords:** *chemical sector, family enterprises, Vizcaya, 19th century.*

## INTRODUCCIÓN

Este trabajo se enmarca en las investigaciones llevadas a cabo dentro de un proyecto global más amplio centrado en el estudio sobre la implantación y el desarrollo de las empresas industriales del sector químico en el País Vasco<sup>1</sup>. En el mismo, se contemplan aspectos tecnológicos, empresariales, económicos y sociales, que permitan ofrecer una visión histórica de la evolución y desarrollo de las industrias de este sector.

## MATERIAL Y MÉTODOS UTILIZADOS

Para la elaboración de este trabajo, se ha acudido a diferentes Archivos y Fondos Bibliográficos, donde se han consultado diversas fuentes impresas y manuscritas, principalmente las correspondientes al Fondo Errazquin-Chalbaud del Archivo Histórico del Banco Bilbao Vizcaya Argentaria, Archivo Histórico de la Diputación Foral de Vizcaya y al Archivo de la Cámara de Comercio, Industria y Navegación de Bilbao, su Fondo Julio de Lazúrtegui.

Como fuentes impresas, se han consultado diversos textos específicos de los subsectores químicos tratados en el estudio, como son el Celnart (1858), Valsecchi (1888) y Snively (1890). Como textos más universales de química en general, se ha acudido al Piñerúa (1916) y a la Enciclopedia de Química Industrial de Thorpe (1921).

También se han consultado diversas Memorias y Anuarios de Empresas de los sectores químico, siderúrgico y financiero, de los Archivos anteriormente mencionados.

Al igual que en la investigación general en la que se encuadra esta comunicación, las fuentes orales han desempeñado un papel preponderante. Para la confección de esta comunicación, se ha procedido a entrevistar a técnicos de diversas empresas e instituciones, siguiendo la metodología de las fuentes orales expuesta en los trabajos de Portelli (1981),

<sup>1</sup> Esta investigación ha sido parcialmente financiada con cargo al Proyecto de Investigación de la Universidad del País Vasco H-15821/2004 y está siendo dirigida por la Dra. en Ciencias Químicas Inés Pellón González del Departamento de Ingeniería Química y del Medio Ambiente de la Universidad del País Vasco, dentro del proyecto de Tesis Doctoral del autor de este trabajo.

Thompson (1988), Tourtier-Bonazzi (1991), Truesdell (1998; 2000), De Garay (1999) y García Castresana y Pellón (2002), principalmente. En el estudio de las empresas propiamente dicho, se han consultado los textos de Penrose (1962) y Doldán (1997) como guías de contextualización. Además, se han examinado publicaciones técnicas de la época en diversos Archivos y Bibliotecas tanto públicas, como de asociaciones profesionales y empresariales de Vizcaya.

A partir de la documentación estudiada y las entrevistas realizadas, se ha investigado la estrategia empresarial y de inversiones del grupo, centrando las actividades del mismo en el marco temporal del último cuarto del siglo XIX y del XX.

Esta comunicación se ha estructurado en tres partes principales. En la primera se presentan aspectos generales de las empresas familiares, tanto de la época en cuestión, como unos datos significativos de su evolución hasta nuestros días. A continuación, se presenta un estudio comparado de cuatro empresas del sector químico de tipo familiar ubicadas en Vizcaya, remarcando su evolución a lo largo de su vida empresarial, incidiendo en diversos aspectos, que ayuden a explicar esa transformación.

Por último, en las conclusiones, se pone de manifiesto los factores predominantes que han incidido de manera directa en la evolución de esas empresas dentro de su sector.

## ANTECEDENTES

En el siglo XIX, los grupos familiares que mantenían negocios, algunos de ellos desde tiempo atrás, se vieron empujados a modificar su estructura empresarial, adaptándola a los nuevos tiempos. Hasta esa fecha, las empresas de corte familiar se habían mantenido durante décadas, dentro del mismo sector productivo en el que iniciaron su andadura comercial, siguiendo las pautas marcadas por parte del “patriarca del grupo” como norma general.

Dado que la Revolución Industrial impregnó con sus ideas innovadoras de producción y gestión, a la cultura empresarial de la época, las necesidades industriales de los nuevos tiempos impulsaron a la clase empresarial a desarrollar diferentes vías de progreso más acordes con la nueva situación. En este sentido, durante el siglo XIX se pudo apreciar un fenómeno dinamizador generalizado en los grupos familiares, algunos de ellos anclados en la seguridad de sus negocios del pasado, acometiendo nuevas inversiones, incluyendo sectores nunca antes explorados.

Fue en las zonas donde el desarrollo industrial se implantó con mayor fuerza, donde estos grupos de empresarios desarrollaron y diversificaron sus negocios con mayor intensidad, en ocasiones mediante la creación de nuevas empresas en sectores distintos, o bien mediante la aportación dineraria y captación de acciones en otros negocios.

Este fue el caso de familias emprendedoras de apellido ilustre, como los Errazquin, cuyo patriarca Juan Ángel Errazquin comenzó su andadura empresarial con un modesto comercio de quincallería en el Bilbao de principios del XIX; uno de sus hijos, Pedro Antonio, fue accionista fundacional en la constitución del Banco de Bilbao y un nieto suyo, Pedro Telesforo, llegó a ser el primer Presidente de la Cámara de Comercio de Bilbao y Presidente de Unión Española de Explosivos, cargos estos últimos, que también desempeñó un biznieto, Pedro Chalbaud Errazquin.

La historia de esta y otras empresas familiares transcurrieron parejas a la de la propia ciudad donde desarrollaron sus actividades.

Sin embargo, en este estudio se presenta una visión global de lo que han representado este tipo de empresas, efectuando una valoración más cualitativa que ponderada de sus aportaciones al desarrollo económico, industrial y social de Vizcaya. Así, se abordarán los casos de las familias Astondoia (ligada a la pirotecnia), Laffontan (destilería y empresa maderera), Etchart (transformación de aceites) y Oleaga (perfumería).

## EL EMPRESARIADO VASCO

El estudio del desarrollo económico de una región, se basa en el conocimiento de aspectos como las empresas que operan en su zona, la tecnología que aplican en sus procesos y en las instituciones que vertebran su actividad.

En este sentido, la cultura empresarial vasca, se ha distinguido por aglutinar una serie de patrones de tipo personal y social, que han dictado la impronta particular de la misma. Estas pautas atienden a conceptos como comportamiento, motivaciones, sensibilidad, formación, intuición, dedicación, personalidad, ética, etc., sin olvidar la dedicación social a la política, el comercio y las instituciones, principalmente.

Durante el siglo XIX, las inversiones en nuevas sociedades en Vizcaya, experimentaron un auge que, sectorialmente, se presenta en el gráfico 1. En el mismo, se puede observar que sectores como el minero y el de transporte marítimo, aumentaron considerablemente en cuanto a aportación económica y número de sociedades. Otros sectores emergentes como el químico y ferrocarriles, contaron con un notable aumento de inversión, pero en pocas empresas, lo que supuso concentración de capital [VALDALISO, 1988, p. 32].

El sector financiero así como el de seguros, se destaparon en este siglo aunque sin relevancia cuantitativa en este período. Por último, remarcar que sectores ya consolidados como el siderometalúrgico y el de la construcción, contaban ya con un número apreciable de empresas, aunque no tuvo un aumento inversor considerable.

Durante la segunda mitad del siglo XIX se desató en Bilbao un impulso empresarial sin precedentes, de tal manera que entre 1850 y 1882 se constituyeron 274 sociedades industriales en Vizcaya [GALARZA, 1996, p. 51 y ss.]. Hasta finales de siglo y principios del XX, se diversificó aún más la inversión, se optó por una política de sustitución de las importaciones y prevaleció el capital autóctono, excepto en el sector minero, que continuaba en gran medida, en poder de capital foráneo [FERNÁNDEZ DE PINEDO, 1983, p. 12]. Una burguesía tradicionalmente comercial e intermediaria, estaba dando paso a una industrial. Este proceso de cambio, permitió invertir en los nuevos sectores industriales como se ha indicado anteriormente [NADAL, 2000, p. 220].

Todos estos aspectos, conformaron el caldo de cultivo necesario para poder hablar de cultura empresarial. Resulta interesante resaltar que la palabra empresario tiene sus raíces en el "entrepreneur" francés y el "imprenditore" italiano, denominaciones utilizadas para designar a quienes se encargaban, en la Edad Media, de contratar los aprovisionamientos con la Corona, labor no exenta de riesgo e incertidumbre.

## EMPRESAS FAMILIARES Y PEQUEÑAS EMPRESAS

Pero para poder establecer la relación entre el desarrollo industrial en Vizcaya y la pequeña empresa de tipo familiar en el sector químico, es necesario definir en primer lugar lo que se entiende por empresa familiar.

La mayor parte de los autores que han tratado el tema, entienden por empresa familiar, aquella que simplemente, tienen la mayor parte del accionariado en su poder [BARNES Y HERSONM, 1976, p. 106; ROSENBLATT et al., 1985, p. 4; DYER, 1986, p.14; HAN-DLER, 1989, p. 7], o bien que cuentan con familiares en los puestos directivos de mayor responsabilidad.

Una parte significativa de la bibliografía consultada [DYER, 1988; ARONOFF, 1991; GALLO, 1995; GÓMEZ, 1999; GARCÍA, 2001] indica que los principales rasgos de definición de una empresa para que pueda ser considerada como familiar, se pueden resumir en tres generales:

- que una o más familias posean más del 50% de las acciones de la empresa
- que existan miembros de la familia en la dirección de la misma
- que los miembros de esa familia apuesten por transferir la empresa a las siguientes generaciones

A pesar de que las empresas familiares han constituido la espina dorsal del desarrollo económico de los países [DYER, 1988, p. 64], con frecuencia se han visto encuadradas dentro de las pequeñas y medianas empresas (PYMES) en su mayor parte<sup>2</sup>. Estas empresas han tenido tradicionalmente dificultades para crecer y por lo tanto, pocas han llegado a ser importantes en cuanto a volumen de ventas. Los principales motivos que han provocado esta situación de estancamiento, han sido motivados por problemas de tipo financiero, por las dificultades de apertura a nuevos mercados, y por la limitada profesionalización de sus equipos directivos, entre otros.

Esta problemática ha perturbado las raíces mismas del sistema de empresa familiar, afectando a los denominados “sistemas básicos de interrelación” [GALLO, 2004, p. 305], como son la familia, la propiedad y el trabajo.

El nexo común entre estos sistemas, ha sido representado tradicionalmente por la figura del fundador<sup>3</sup>, quien reunía las tres propiedades. Su labor principal consistía en fortalecer el nexo entre la familia y la empresa, con el objetivo a largo plazo, de preservar la firma para las futuras generaciones familiares<sup>4</sup>.

Entre las posibles causas que podrían ser las inductoras de la desaparición de las empresas familiares, Neubaner<sup>5</sup> cita las siguientes:

- Incapacidad por encontrar recursos económicos sin que disminuya la capacidad decisoria de la familia en la empresa.

<sup>2</sup> En los Estados Unidos, el 50% del PIB correspondía a las empresas familiares, quienes contaban asimismo, con el 40% de la fuerza laboral del país [BERCKARD, 1983, p. 79].

<sup>3</sup> Para más información acerca de la figura del fundador, ver [GARCÍA, 2002, p. 109 y ss.].

<sup>4</sup> La fragilidad de estas empresas radica precisamente en la continuidad del negocio en manos de la familia. En EE.UU. únicamente el 30% de estas empresas sobreviven a la 2ª generación, alcanzando la tercera el 15%. En España desaparecen el 84% [Family Business Network, 2000].

<sup>5</sup> [NEUBANER, 1999, p. 57].

- Imposibilidad de encontrar un equilibrio óptimo entre la liquidez de los familiares accionistas de la empresa y el efectivo o la liquidez necesaria en la misma, lo que conllevaría la necesidad de encontrar recursos externos.
- Deficiente planificación estratégica patrimonial.

En este contexto general, se exponen a continuación, cuatro casos de empresas familiares vizcaínas que pudieran ser paradigmáticos en la definición de la implantación del sector químico en la región.

## ESTUDIO COMPARATIVO DE CUATRO EMPRESAS FAMILIARES DEL SECTOR QUÍMICO

Se presenta a continuación, el estudio comparativo efectuado sobre cuatro empresas de tipo familiar que han desarrollado su actividad en Vizcaya, en diferentes subsectores de la industria química<sup>6</sup>. Se trata de las empresas Pitotecnia Astondoa (fundada en 1885) del sector de Pólvoras y Explosivos, Julia Etchart (1902) incluida en la Química Básica, L'Église et Compagnie (1912) del sector de Alquitranses y finalmente, Cleopatra Naturel (1974) del sector de la Perfumería.

De las cuatro empresas, tres comenzaron su andadura alrededor de los inicios del siglo XX y la cuarta en el último tercio, si bien, se ha considerado interesante su aportación, dado que se encuentra ubicada en un sector químico como el de las formulaciones y porque, además, subsistió al cambio de empresa familiar, a sociedad colectiva, sin accionariado por parte de la familia fundadora.

En el cuadro comparativo se aprecia que una de las cuatro empresas (Julia Etchart) ya no existe; otra (Cleopatra Naturel) cambió de propietarios en la segunda generación y sigue manteniéndose en el mercado con accionariado distinto; otra de las empresas (L'Église et Cie.) pertenece en la actualidad a otra familia, que sigue desarrollando la misma actividad y por último, la cuarta empresa (Pitotecnia Astondoa) sigue en manos de la misma familia que la fundó, siendo dirigida en la actualidad por la tercera generación familiar.

Como denominador común se puede indicar que todas ellas han tenido que cambiar su denominación y razón social, algunas incluso en más de una ocasión.

Julia Etchart, cesó su actividad en el año 2004, una vez fallecidos los miembros de la familia del fundador, Alejo Etchart. Se trata de la empresa familiar arquetípica en la que, una vez desaparecido el fundador, la firma no supera la segunda generación familiar. En este caso, el cierre no fue debido a una cierta desidia o falta de interés en el negocio familiar por parte de la descendencia, sino que desapareció la familia y el grupo que heredó los bienes familiares, incluida la empresa, no tuvo especial interés en proseguir con el negocio. El producto principal de esta firma era aceite de hígado de tiburón<sup>7</sup>. Toda la producción era exportada; parte a Francia para las empresas de cosmética y el resto, que suponía casi el 80%, a

<sup>6</sup> En la Tabla 1, al final de la comunicación, se presenta un cuadro explicativo.

<sup>7</sup> Sobre todo cuando se descubrieron las excelencias del escualeno, como elemento terapéutico. Este elemento fue aislado por primera vez del aceite de hígado de tiburón por los científicos japoneses M. Tsujimoto e Y. Toyama en 1906.

Japón, donde la totalidad era comprada por la empresa mayorista Shimota Oil Company, para aplicaciones medicinales y cuyo presidente, al igual que el fundador Alejo Etchart, también era muy personalista en las relaciones empresariales.

En principio, esta relación comercial aseguraba la continuidad de la fábrica, aunque simultáneamente hipotecaba su futuro, al depender exclusivamente de un único cliente. De esta manera, al desaparecer los Etchart de la empresa, así como su contacto en Japón, ambas compañías cesaron su intercambio comercial, lo que de hecho resultó la liquidación de la empresa.

Cleopatra Naturel Cosmetics comenzó su andadura como empresa cuando los hermanos Oleaga la fundaron en 1971, aprovechando la experiencia profesional adquirida por cada uno. Tras casi 30 años de formulaciones y preparados magistrales, y tras haber fallecido Antonio Oleaga, Anastasio decidió abandonar la empresa, siendo ésta adquirida por parte de los trabajadores. La empresa subsiste actualmente bajo las siglas de uno de sus productos estrella y la producción se ha volcado en la diversificación y exportación. La línea más importante es la de dermocosmética, cuyos productos se exportan al mercado británico. En la actualidad se encuentra el sector con la problemática surgida acerca de las propiedades terapéuticas de ciertas materias primas, componentes de algunos de sus productos y que la actual legislación, prohíbe utilizarlos como fármacos. Por esta razón, se optó por la venta de estos productos en locales de herbolistería.

La empresa L'Église et Compagnie, se fundó en Bilbao en 1912 y pertenecía a la familia de origen francés Laffontan, la cual contaba con una serie deerrerías en el sur de Francia, para suministrar traviesas de ferrocarril a las compañías españolas que se encontraban en plena expansión. Dado que era necesario someter a esas maderas a un tratamiento de conservación para preservarlas de una pronta degradación, debido a las condiciones ambientales extremas que deberían soportar. En aquella época el sistema de impregnación más extendido<sup>8</sup> era el "Burnettizing", designación que hacía referencia a su inventor W. Burnett, quien en 1838 lo patentó y que consistía básicamente en un tratamiento de la madera bajo presión con cloruro de zinc.

El retraso de la llegada de estos métodos a España, supuso la utilización de otros no tan avanzados como el sulfato de cobre o el cloruro de zinc, junto con la creosota.

Desde sus inicios, la familia Laffontan impulsó una política industrial de apertura de mercado, optimizando los procesos propios, creando las sociedades Impregnaciones Forestales, S.A. (con dos fábricas: una en Aranjuez para abastecer la zona centro de España y otra en Andújar para atender las necesidades Andalucía) la cual se encargaría específicamente de la madera (traviesas de ferrocarril, postes telegráficos y eléctricos). Por otro lado, la fábrica de Bilbao se especializó en alquitranes y fabricación de brea y creosota para su propia empresa y para su nuevo socio desde 1913, Altos Hornos de Vizcaya.

En los años 30, la producción de alquitrán de Altos Hornos no podía ser absorbida por L'Église, con lo que el exceso se vendía al establecimiento "Burt, Boulton & Haywood" situada en la margen derecha de la Ría, justo enfrente de su socio. Tras la Guerra Civil, las instrucciones emanadas desde el nuevo Gobierno, precipitaron el cierre de la empresa de

<sup>8</sup> Se pueden citar otros como el Bethell, Boucherie y más tardío, el Ruppung. Para más información, ver Rodríguez, et al. (1990)

capital inglés, lo que impulsó a Altos Hornos a ampliar las instalaciones de L'Église para tratar la totalidad de los alquitranes. Ello supuso una reorganización en el accionariado de la empresa, pasando a ser accionista mayoritario Altos Hornos y cambiando la denominación a "Sociedad Bilbaína de Maderas y Alquitranes". Tras una serie de cambios en el accionariado, con intercambio de acciones entre la familia Laffontan y Altos Hornos, en 1968 los Laffontan se quedaron con el negocio maderero, es decir, con las empresas Inforsa e Impregna, y Altos Hornos con la totalidad de la destilería. De esta manera, la familia Laffontan desapareció totalmente del accionariado de la "Sociedad Bilbaína de Maderas y Alquitranes", aunque en la actualidad, en las empresas madereras, continúa la cuarta generación de la familia al frente de las mismas.

En 1990 Altos Hornos de Vizcaya vendió la destilería a la familia Navarro, quienes contaban ya con otra empresa de destilación en Vizcaya "SANA", y que en la actualidad rigen los destinos de la antigua "L'Église et Compagnie", en su nueva denominación: "Bilbaína de Alquitranes".

Por último, la cuarta empresa objeto de estudio, es la denominada "Pirotecnia Astondoa", ubicada en Areatza (Vizcaya). Nació en 1885 de la mano de su fundador Eustaquio Astondoa. Desde sus inicios se ha mantenido la familia al frente de la dirección de la empresa, encontrándose en la actualidad en su cuarta generación.

Desde sus inicios, esta empresa se ha distinguido por su casi exclusividad en el mercado regional y en su estrategia de crecimiento e investigación sectorial. Ya en los primeros años del siglo XX, miembros de la familia Astondoa se desplazaron hacia el Levante español, que detentaba el liderazgo del sector pirotécnico en España, para aprender nuevas técnicas. Con posterioridad, el intercambio de nuevas prácticas y sondeo de nuevos productos ha sido una de sus máximas. En este sentido, los Astondoa supieron en su momento, adaptarse a las nuevas exigencias que la pirotecnia demandaba en el mundo y se posicionaron en subsectores como la pirotecnia de interior<sup>9</sup>, y por supuesto, la utilización de la tecnología de disparo de los artefactos totalmente automatizada, más avanzada.

De la breve exposición de las empresas estudiadas, se pueden extraer las conclusiones que se presentan a continuación.

## CONCLUSIONES

Como se ha podido constatar a lo largo de este trabajo, uno de los mayores logros de estas empresas consistió en desarrollar una estrategia a medio y largo plazo totalmente acertada en la mayoría de los casos, acometiendo una serie de reestructuraciones (alianzas, absorciones, fusiones, presencia accionarial, etc.) tanto dentro del sector original, como en otros adyacentes que ofrecían posibilidades de futuro.

Se podría indicar como premisa general, que las empresas familiares para su perpetuación en una cultura empresarial moderna, requieren el uso de herramientas de gestión acordes con las nuevas prácticas empresariales, tales como la creación de un "Consejo de

<sup>9</sup> Se denomina así, a los espectáculos pirotécnicos de ocio, que tienen lugar en locales cerrados, como son conciertos musicales, espectáculos deportivos, campañas publicitarias e incluso políticas.

Familia" donde se encuentren representadas las tres fuerzas de trabajo de la empresa: el propietario, el accionista y el empleado, que en el caso que nos ocupa, suele resultar complicado diferenciarlos, cuando se trata de familiares. En este Consejo se dilucidarían las posturas, muchas veces antagónicas, de los familiares que trabajan en la empresa, con los que simplemente participan en sus beneficios. La supervivencia de los grupos empresariales familiares, pasa por la contratación en puestos directivos de buenos profesionales, que no tengan vínculos familiares en la empresa.

En estos cuatro casos, se pone de manifiesto que dos de las cuatro se encuentran fuertemente posicionadas en el mercado; una de ellas, Bilbaína de Alquitrans, diversificando sus productos y la otra, Pirotecnia Astondoa, investigando y especializándose en su sector. De estas dos, el crecimiento es mayor en la que ha optado por una mayor diversificación de productos e irrupción en otros sectores del mercado.

En estas dos empresas su estructura tecnológica es fuerte, aunque está más desarrollada en la destilería, con inversiones significativas en I+D, y las miras puestas en el mercado de la exportación. Sin embargo, Pirotecnia Astondoa cuenta con el mercado interior, localizado geográficamente en la península, escenario tradicional por otra parte, en el sector pirotécnico, ya que, salvo para los concursos internacionales, el mercado ha sido históricamente local.

Las amenazas y debilidades con que se enfrentan estas empresas en general, residen principalmente en los fenómenos provenientes de la globalización de los mercados, que va avanzando progresivamente, afectando a todos los sectores, y en este sentido, las empresas familiares deben cuidar especialmente, la relación entre el tamaño de la empresa y los costes fijos derivados de su actividad. En cuanto al tamaño, se ha podido apreciar una disminución en el tamaño medio de las empresas vascas, debido en gran medida a los procesos de reconversión de la gran industria, que ha precipitado el cierre de numerosas empresas pequeñas de la provincia, cuya demanda provenía en gran medida de las grandes siderurgias y astilleros. A todo ello, ha sucedido un proceso de reordenación de las empresas pequeñas, buscando negocio en otros sectores emergentes, como son los servicios. En definitiva, se puede decir que el agrupamiento empresarial de este tipo de empresas, resultará imprescindible para acometer objetivos como una mayor presencia en la exportación, una mejor formación de sus empleados, sin olvidar la investigación en la medida de sus posibilidades, en su segmento de producción.

Como resumen, se presenta a continuación varios aspectos positivos, en contraposición con otros negativos, de las empresas familiares<sup>10</sup>.

Aspectos positivos:

- Controlan su propio destino, lo que les aporta independencia.
- La identificación del apellido con el nombre de la empresa, induce a mayores esfuerzos de índole personal por cuestiones de imagen, buen nombre y credibilidad. Supone un traspaso de los valores familiares a la cultura empresarial.
- La idea de familia, implica una mayor confidencialidad de los hechos y relaciones comerciales y en momentos de crisis, la capacidad de sacrificio es mayor.

<sup>10</sup> KETS DE VRIES [1993].

- Se cuenta con más rapidez en la toma de decisiones, eliminando casi en su totalidad la burocracia no estrictamente necesaria.
- Se adquiere un mayor y más rápido conocimiento del negocio y de la cultura empresarial, ya que desde niños, se va educando a los futuros empresarios del negocio familiar.

Aspectos negativos:

- Problemas técnicos exclusivos de este tipo de sociedades: como los impuestos sobre herencias, acceso más restringido a los mercados de valores, etc.
- Se puede caer en indeterminaciones de la autoridad final y diluirse las responsabilidades.
- En ciertos momentos, se puede caer en el nepotismo, al primar lazos familiares antes que aspectos puramente profesionales.
- Se corre el riesgo de una educación caprichosa de los herederos, en cuanto a poca exigencia y mucho consentimiento, lo que puede provocar conflictos generacionales.
- El riesgo de que la empresa se convierta más en una entidad benéfica, en la que los herederos estén pendientes únicamente de los réditos de la empresa, más que de la marcha de la misma.
- Y uno de los mayores problemas puede ser la lucha por la sucesión, donde aspectos como la primogenitura, la igualdad de oportunidades para ambos sexos y los celos hacia los "familiares políticos", pueden adquirir una magnitud no deseada.

Hoy todavía se pueden nombrar empresas muy conocidas por todos a nivel mundial, como Cargill, Michelin, Tetra Laval, Peugeot, Ford, Heineken, Henkel, Timken, L'Oreal, Solvay, Lego, Hyundai, etc. que todavía tienen una familia como principal accionista.

## FUENTES

### Fuentes impresas

- AA. VV. "Archivo de Memorias de Empresas Industriales (1843-1954)". Cámara Oficial de Comercio, Industria y Navegación de Bilbao, Bilbao, Eds. Varios.
- CELNART, E. (1858) *Novísimo Manual Completo del Perfumista*, Ed. Calleja, López y Rivadeneyra, Madrid. Edición facsímil de 2001, Valencia, Maxtor (2001).
- PIÑERÚA, E. (1916) *Tratado elemental de química. Sus aplicaciones a la Medicina, Artes e Industrias*, 1ª edición, Madrid, Imp. De Ramona Velasco.
- SNIVELY, J. T. (1890) *A Treatise on the Manufacture of Perfumes and Kindred Toilet Articles*, 1 ed., New York, The Druggist Circulars.
- THORPE, E. et al. (1921) *Enciclopedia de Química Industrial*, 1ª edición, Barcelona, Labor, 6 vols.
- VALSECCHI, P. (1888) *El Moderno Destilador-Licorista*, Barcelona Manuel Saurí (ed.), Edición facsímil de 2001, Valencia, Maxtor (2001).

## Fuentes manuscritas

- URIARTE, P. L. (1975), Características de las sustancias explosivas.
- URIARTE, P. L. (1977), Los detonadores eléctricos.
- URIARTE, P. L. (1984), Breves notas sobre generalidades y características de los explosivos industriales. Laboratorio de Atxe.
- ZABALA, A. (1981), Historial de la fábrica La Dinamita de Galdácano.

## Fuentes orales

- ASTONDOA, E. (2002), entrevista realizada el 27 de noviembre de 2002, en Pirotecnia Astondoa, en su calidad de Presidente de la empresa.
- ASTONDOA, I. (2002), entrevista realizada el 27 de noviembre de 2002, en las instalaciones de Pirotecnia Astondoa en Areatza (Vizcaya), en su calidad de Directora de la empresa. Izaskun Astondoa es hija de Eustaquio.
- AURRECOECHEA, A. (2003), entrevista realizada el 28 de abril de 2003, en las instalaciones de la desaparecida empresa Julia Etchart Casuso, S. L. en Baracaldo. Se realizó en su calidad de técnico de la empresa.
- FERNÁNDEZ AGUIRRE, J. M. (2003), entrevista realizada conjuntamente con la anterior, realizada en su calidad de Gerente de la empresa Julia Etchart Casuso.
- KEREJAZU, T. (1999), entrevista realizada el 9 de septiembre de 1999, en la Cámara Oficial de Industria, Comercio y Navegación de Bilbao. La entrevista se realizó en su calidad de Secretaria General de la Cámara.
- LECUE, J. (2003), entrevista realizada el 8 de abril de 2003, en el centro productivo que la empresa de cosméticos Cleopatra tiene en Arceniega (Álava). La entrevista se realizó en su calidad de Director de la empresa.
- LÓPEZ PARA, C. (1999), entrevista realizada el 6 de junio de 1999, en las oficinas centrales de Unión Española de Explosivos en Galdácano. La entrevista se realizó en su calidad de Director General de UEE, SA.
- MADARIAGA, M. L. (2000), entrevista realizada el 4 de mayo de 2000, en los laboratorios que Unión Española de Explosivos tiene en Galdácano. La entrevista se realizó en su calidad de Directora de Investigación de UEE, SA.
- NAVARRO, J.J. (2001), entrevistas realizadas el 1 de abril y 15 de mayo de 2001, en las oficinas centrales de Bilbaína de Alquitrans en Zorroza. Las entrevistas se realizaron en su calidad de Director Técnico de Bilbaína de Alquitrans, S. A. Juan José Navarro es el actual Presidente de AVEQ.
- NAVARRO, S. (2001), entrevista realizada el 1 de abril de 2001, conjuntamente con J. J. Navarro, en las oficinas centrales de Bilbaína de Alquitrans en Zorroza. La entrevista se realizó en su calidad de Presidente de Bilbaína de Alquitrans, S. A. Santiago y Juan José Navarro, son hermanos.
- URIARTE, P.L. (2003), entrevistas realizadas el 29 de abril, 6 de junio y 1 de septiembre de 1999 en su domicilio particular, localizado en las cercanías de la empresa Unión Española de Explosivos de Galdácano. La entrevista se realizó en su calidad de ex Jefe de Fabricación de UEE, SA.

## BIBLIOGRAFÍA

- BASAS FERNÁNDEZ, M. (1978) *Economía y Sociedad Bilbaínas en torno al Sitio de 1874*, 1ª ed., Bilbao, Publicaciones de la Junta de Cultura de Vizcaya.
- BARNES, L. B. / HERSHON, S.A. (1976) *Transferring Power in the Family Business*, Harvard Business Review, 54, 105-114. Philadelphia.
- BECKARD, J. (1983) *Managing continuity in the Family Owned Business*, Organizational Dynamics, Philadelphia.
- DAVIS, J. / TAGIURI, R. (1991) "Bivalent attributes of a Family Firm", en: C. E. Aronoff and J. L. Ward, *Family Business Sourcebook*. Sta. Barbara, California, Omnigraphics, Inc., 62-73.
- DE GARAY, G.(1999), "La entrevista de historia oral: ¿monólogo o conversación?" *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, Vol 1, N° 1, 1999. [en línea]. <http://www.redie.ens.uabc.mx/vol1no1/contenido-garay.html> [Consulta: 6 mayo 2000].
- DOLDÁN TIÉ, F.R (1997) "Reflexión sobre el impacto empresarial de la investigación operativa". *Cuadernos de Gestión*, 19, (Junio 1997), Instituto de Economía Aplicada, Bilbao, 7-15.
- DYER, W. (1986) *Cultural change in Family Firms anticipating and managing business and family transitions*, San Francisco, J. Brass.
- DYER, W.(1988) "Culture and Continuity in Family Firms", *Family Business Review*, 1(1), 37-50.
- FERNÁNDEZ DE PINEDO, E. (1983) "Nacimiento y consolidación de la moderna siderurgia vasca (1849-1913: el caso de Vizcaya)". - ICE, (nº 598, junio de 1983) Barcelona, 9-19.
- GALARZA IBARRONDO, A. (1996) *Los orígenes del empresariado vasco. "Serie Ensayo"*, Bilbao, Beitia.
- GALLO, M. A. / TÀPIES, J. / CAPPUYNS, K. (2004) "Comparison of family and nonfamily business: Financial logic and personal preferences", *Family Business Review*, 17 (4), 303-318.
- GARCÍA ÁLVAREZ, E. (2002) *Los valores del fundador y su influencia en la empresa familiar en Galicia*, Barcelona, Universidad Autónoma de Barcelona.
- GARCÍA CASTRESANA, L. A. / PELLÓN GONZÁLEZ, I. (2004) "Las fuentes orales en historia de la ciencia. Notas metodológicas sobre un caso concreto: la industria química vizcaína", en *Actas del VIII Congreso de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas*. Logroño, 16-20 de octubre de 2002, SEHCYT-Universidad de La Rioja, 633-645.
- GONZÁLEZ GARCÍA, J. M. (1998) "Errazquin e Hijos. De la quincallería a los explosivos (1829-1896)", *Boletín de la Real Sociedad Bascongada de los Amigos del País*, LIV, (2), San Sebastián, 471-485.
- GONZÁLEZ PORTILLA, M. (1981) *La formación de la sociedad capitalista en el País Vasco (1876-1913)*. San Sebastián, L. Haranburu (ed.).

- HANDLER, W. C. (1989) *Managing the Family Firm Succession Process: The Next-Generation Family Member's Experience*, UMI Dissertation Services, Massachusetts, USA.
- KBYU (1997) *Cómo preparar y conducir una entrevista de historia oral*. Título original "Capturing past guide", Brigham Young University and the Utah Statehood Centennial Commission, 1997. [en línea]. <http://www.kbyu.org/capturingpast> [Consulta: 25 abril 2000].
- KETS DE VRIES, M. (1993) *Harvard Business Review*. Harvard Business School Publishing, Watertown, Massachusetts, USA.
- MUÑOZ GARCÍA VASO, J. (1982) "Ayer y hoy de la Tecnología Española" en *BBV Banco de Bilbao. 125 Años de historia. (1857-1982)*, Madrid, 123-130.
- NADAL, J. (2000) *Industria sin industrialización: Historia económica de España. Siglos XIX y XX*, 1ª edición, Barcelona, G. Anes (ed.), Galaxia Gutemberg.
- NEUBANER, F. / LANK, A. (1999) *La empresa familiar: ¿cómo distinguirla para que perdure?*, 1ª edición, Bilbao, Ediciones Deusto.
- PENROSE, J. M. (1962) *Teoría del crecimiento de la empresa*. Madrid, Aguilar.
- PORTELLI, A. (1981) "The peculiarities of oral history". *History Workshop*, 1981, 12, 96-107.
- RODRÍGUEZ, J. A. / SAIZ DE OMEÑACA, J. A. / ZAZO, J. (1990) "Más de un siglo en la protección y conservación industrial de la madera en España", en *Ponencias Simposio Industria de la Madera*, <http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/ponencias/28.htm>, [en línea] (Consulta: 25/10/04), Sevilla.
- ROSENBLATT, P. C / DE MIK, L. / ANDERSON, R. / JOHNSON, P. (1985) *The Family in Business*. J.-Bass Inc., San Francisco.
- THOMPSON, P. (1988) *La voz del pasado. Historia oral*, 1ª edición, Valencia, Institució Valenciana d'Estudis i Investigació.
- TOURTIER-BONAZZI, C. (1991) "El desarrollo de la entrevista. Propuestas metodológicas". *Historia y Fuente Oral*, 6, Barcelona Universitat de Barcelona, 181-189.
- TRUESDELL, B. (1998) "Cómo organizar y conducir entrevistas orales de la historia" Centro de Investigación de Historia Oral de la Universidad de Indiana. [en línea]. <http://www.indiana.unr.edu/&prev/search/oralhistory> [Consulta: 12/08/02].
- TRUESDELL, B. (2000) "Técnicas orales de la historia", Center for Basque Studies, University of Nevada, Reno & Boise Idaho's Basque Museum and Cultural, Center Oral History Project <http://www.basque.unr.edu/oralhistory>. [en línea] [Cons: 2/8/02]
- VALDALISO, J.M. (1988) "Grupos empresariales e inversión de capital en Vizcaya, 1886-1913". *Revista de Historia Económica*, VI, (1), 11-40.

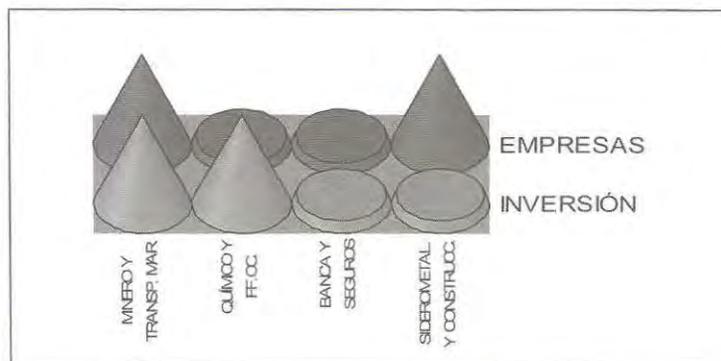


Gráfico 1: Inversiones en nuevas sociedades en Vizcaya en el siglo XIX.  
(Fuente:Cámara de Comercio de Bilbao. Elaboración propia)

	PIROTECNIA ASTONDOA	L'ÉGLISE & Cie.	CLEOPATRA NATUREL	JULIA ETCHART
Fundador	Eustaquio Astondoa	George Laffontan	Anastasio y Antonio Oleaga	Alejo Etchart
Año fundación	1885	1912	1971	1902
Localización	Areatza	Castejón: maderas Zorroza: destilación Maderas	Bilbao	Bilbao
Sector	Explosivos	Destil.-Alquitranes	Perfumería	Química Básica
SA / SL	Sí	1913 (SBMA)	1973	1920
Gestión				
fundador	E. A.	G. Laffontan	A. Oleaga	A. Etchart
1ª generación	Luki A.	M. Laffontan	A. Oleaga (hijo)	Sucesores A. Etchart
2ª generación	E. A.	Daniel. Laffontan	fin:1997	† 1970: Julia Etchart
3ª generación	Izaskun A.	Yolanda. Laffontan	S.L.	2004: fin actividad
Estrategia				
Inversiones	concentradas	alta diversificación	pocas	
Crecimiento	diversif. Productos	sectores adyacentes	mínimas	muy pocas
Integración	Continuo	Importante	imprescindibles	nulo
Estructura tecnológica				
Maq. Autom.	básica específica	medio-alto	mínimo	bajo
Nivel Tecnológico	medio-alto	medio-alto	medio	medio
Estructura empresar.				
Plantilla	< 20	crecimiento	< 20	< 10
Tamaño empresa	PYME	Pq - Medio	Pq	Pq
Mercado-Competit.				
Ventajas	Especialización Regionalización	Especialización I+D Asociación otros subsectores	Formulaciones especif. Capacidad de cambio	Especialización 1 producto & 1 cliente
Debilidades	Globalización grandes emp. Sector	Globalización costos-precios	Globalización grandes emp. Sector	Cautivo † cliente : fin

Tabla 1: Cuadro comparativo de cuatro empresas familiares vizcaianas.  
(Fuente:Entrevistas personales. Elaboración propia)



# UNA APROXIMACIÓN A LA HISTORIA DE LA SAL: LAS SALINAS DE ROYUELA (TERUEL)

ELVIRA CUESTA PÉREZ

DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA APLICADA, UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

## RESUMEN

*El papel de la sal en la historia de la humanidad ha sido importantísimo, no solo por su utilidad en la alimentación, sino también por las grandes obras dedicadas a su explotación y comercio. Ha estado presente en revoluciones y movimientos masivos por el abuso que se hacía de ella y su comercio ha sido origen de contrabando y piratería.*

*En este trabajo se pretende recuperar una parte del patrimonio de Royuela, un pequeño pueblo al lado de Albarracín en la provincia de Teruel. Sus salinas casi olvidadas formaron parte de la vida de los habitantes de la zona durante siglos.*

**Palabras clave:**

## ABSTRACT

*The role placed by salt in the history of the human race has proved to be a decisive one not only due to its importance in our diet, but also because of the huge infrastructure created and designed for its exploitation and trade. Its abuse has been the source of population movements and revolutions and its trade brought about smuggling and piracy.*

*The aim of this paper is the retrieval of Royuela cultural heritage. The almost forgotten salt mines of this small village in the province of Teruel have been an important part of people's life in the area for centuries.*

**Keywords:**



## FUENTES UTILIZADAS

Las fuentes utilizadas han sido impresas, manuscritas, orales y electrónicas. Las fuentes impresas provienen principalmente de documentos publicados por historiadores como Martínez Ortiz o el ilustre aragonés Ignacio de Asso. Asimismo, se han utilizado notas históricas y apuntes de geología. Las fuentes manuscritas se han obtenido de documentos existentes en el archivo del Ayuntamiento de Royuela, y las fuentes orales provienen de descendientes de la última familia que explotaba las salinas.

## UNA APROXIMACIÓN A LA HISTORIA DE LA SAL

*“Durante miles de años la búsqueda de la sal ha supuesto un reto para la ingeniería y ha dado origen a algunos de los inventos más estrambóticos, así como a la maquinaria más ingeniosa. Algunas de las mayores obras públicas jamás concebidas vinieron motivadas por la necesidad de transportar la sal... Se desarrollaron las rutas comerciales que han seguido siendo vías de comunicación primordiales, se establecieron alianzas, afianzaron imperios y provocaron revoluciones, todo ello por algo que llena los océanos, que emerge de manantiales, forma costras en el lecho de algunos lagos y constituye una gruesa veta de los materiales rocosos de la tierra, relativamente próxima a su superficie”* Mark Kurlansky [p.22]

Los primeros datos sobre la importancia de la sal provienen de la necesidad que los pueblos prehistóricos tenían para conservar alimentos como la carne o el pescado. El pescado solo podía ser consumido en los lugares de origen, próximos a las costas y cerca de lagos o ríos. Utilizando la sal como conservante, podían desplazarse y consumirlo en zonas del interior. Esto originó el arte de salar y como consecuencia el poder obtener, almacenar y conservar la sal. Desde la antigüedad ha sido considerada como artículo de primera necesidad para la supervivencia humana, fue por ello motivo de guerras y utilizada como instrumento político.

La historia ha reflejado como los primeros asentamientos de pueblos prehistóricos ya se hacían al lado de minas de sal y de salinas, debido a que sus habitantes sabían obtener la sal y conservarla. En China<sup>1</sup> se conoce una salina prehistórica en la provincia de Shanxi y los historiadores chinos aseguran que 6000 años a. C. ya existían luchas por el dominio del lago salado Yuncheng, aunque los primeros datos documentados sobre la conservación del pescado con sal en China datan del 2000 a.C.

Los egipcios hacia el 2800 a.C. comerciaban con productos salados que cambiaban con productos fenicios. Los fenicios, griegos y cartagineses desarrollaron un floreciente comercio a lo largo del Mediterráneo, la sal y los productos salados eran una parte importante de este comercio.

Los mayas<sup>2</sup>, 1000 años a.C, una de las culturas mas importantes conocidas de mesoamérica extendidas por el sur de Yucatán (Mexico), Honduras y Guatemala, ya utilizaban la evaporación para obtener la sal y disponían de tecnología para su comercio.

Unos 800 años a. C. los fenicios<sup>3</sup> fundaron el puerto marítimo de Sfax en Túnez para el comercio de la sal y del pescado salado a lo largo del Mediterráneo. Los celtas 400 años a. C. desde las montañas de sal próximas a Hallstatt (Salzburgo) establecieron rutas comerciales hacia el centro, norte y sur de Europa. En estas montañas se han encontrado muestras sobre el uso de la sal que datan del 1300 a.C. El nombre de ciudades Celtas como Halle (Alemania), Galicia (España) o Galitzia (Polonia) derivan de la raíz griega hals que significa sal.

Los Romanos que sustituyeron a los Celtas en la hegemonía sobre el Mediterráneo dejaron muestras de la importancia que la sal y los productos salados tenían para la vida y el desarrollo de sus ciudades, entre otras se han identificado unas 60 salinas romanas que posteriormente usarían los árabes y rutas como la "Via Salaria" o "Ruta de la Sal", la primera de las grandes vías romanas que discurría desde las minas de sal de Ostía hasta Roma<sup>4</sup>.

En la Península Ibérica yacimientos arqueológicos demuestran que la sal marina ya servía como intercambio en la Edad del Bronce (3500 a.C al 1000 d.C.). De la época de los fenicios datan lugares como los saladares del estuario del río Sado en la costa atlántica de Portugal, las marismas del Guadalquivir y del entorno de Gadir<sup>5</sup> o la reserva natural de Ses Salines en Baleares, sus salinas son unas de las mas antiguas del mundo (s. IV a. C.) y aún explotadas en la actualidad.

Mientras los romanos establecían rutas de comercio por el interior de la península y por el mar hacia Europa, los vikingos desarrollaron las rutas comerciales del Atlántico que discurrían por las costas españolas, francesas e inglesas hacia el norte de Europa, la sal era un producto muy apreciado en las transacciones.

<sup>1</sup> "Inventario Nacional de Recursos Minerales y Sales Potásicas" [p. 17] Instituto Tecnológico Geominero de España.

<sup>2</sup> Mark Kurlansky [pp. 39,48]

<sup>3</sup> "El periodo orientalizante en el Occidente Peninsular (II)". Victor J. Jiménez Jáimez. Arqueólogo proyecto general investigación río Grande de Málaga (Universidad de Málaga)  
<http://usuarios.lycos.es/odiseomalaga/ph09.htm>

<sup>4</sup> Mark Kurlansky [p. 74]

<sup>5</sup> "El periodo orientalizante en el Occidente Peninsular (II)". Victor J. Jiménez Jáimez. Arqueólogo proyecto general investigación río Grande de Málaga (Universidad de Málaga)

Cardona junto con Ibiza fueron puntos destacados en las rutas comerciales romanas del Mediterráneo hasta el siglo XV, intercambiaban la sal con especias y productos textiles entre otros. Las salinas de Cardona (Barcelona), Imón (Guadalajara) y Cienpuzuelos (Madrid) son de las más antiguas de España. La montaña de sal de Cardona pudo ser usada desde el año 3500 a. C.

El floreciente comercio de los siglos XII, XIII y XIV que desarrolló ferias y mercados en Europa, propició el comercio de la sal y se potenciaron las salinas creándose rutas europeas, terrestres y marítimas para el comercio de la sal. A partir del siglo XV la hegemonía del comercio se trasladó del Mediterráneo al Atlántico y a las rutas comerciales con el nuevo continente desde puertos de Portugal, España, Francia e Inglaterra.

Durante la Edad Media la sal se convirtió en elemento de abuso por parte de los Reyes y de instituciones como la Iglesia Católica. En los tratados de historia puede verse como en éste periodo la Iglesia Católica controlaba el comercio de la sal en Europa y los Reyes la utilizaban para financiar gastos propios y campañas militares. Esto fue motivo de que la sal se gravara con fuertes impuestos y se dictaran estrictas y poderosas medidas para controlar el contrabando y la piratería.

En sus orígenes la forma de obtener la sal era, calentar el agua salada hasta conseguir su evaporación y como residuo quedaban los cristales de cloruro sódico, la acción del sol, del viento y una época seca eran esenciales en este proceso. En el norte de Europa donde el sol es escaso, utilizaban la madera para calentar el agua del mar, esto originó una deforestación incontrolada de los bosques.

*"Parece ser que la idea de realizar estanques sucesivos de evaporación surgió en el Mediterráneo, donde la sal gruesa se utilizaba para salar pescado y curar jamones. Puede que fueran los árabes del norte de África, que se habían extendido por el Mediterráneo en la Alta Edad Media, los primeros en emplear dicho sistema, que introdujeron en Ibiza en el siglo IX"* Kurlansky [p. 94]

A partir de la Edad Media con el desarrollo de la industria química y principalmente desde la Revolución Industrial el papel de la sal en el mundo cambió, y aunque sigue siendo importante en alimentación ha pasado a ser imprescindible formando parte de aplicaciones y usos en diferentes campos. Se conocen unas trece mil aplicaciones de la sal<sup>6</sup>, entre otras se utiliza para la fabricación de vidrio, plástico, jabón, medicamentos, en instalaciones frigoríficas, peletería, para el procesado de metales, en exploraciones de petróleo y gas, en tratamiento de aguas, deshielo en las carreteras, etc.

## LAS SALINAS DE TERUEL

Hay escasa documentación sobre las salinas de Teruel antes del siglo XVII. Tratados de Ignacio de Asso, José Martínez Ortiz, Miguel Gual Camarena, Arroyo Ilera o Manuel Betí, ponen de manifiesto la importancia de la sal en el desarrollo de la vida y la prosperidad para algunos lugares del territorio de Teruel.

<sup>6</sup> [www.amisac.org.mx/page/2.html](http://www.amisac.org.mx/page/2.html)

Las rentas que recibía la Corona de Aragón procedían de distintos gravámenes, unas eran de carácter transitorio pero otras formaban parte de las rentas ordinarias y perpetuas como, los diezmos, la pecha, el maravedí o monedage, el bovage y *las salinas*<sup>7</sup>.

En España el control sobre la sal y por lo tanto sobre las salinas, comenzó en el siglo XI con los reyes cristianos de Castilla y León. Con Alfonso VII en el siglo XII algunas salinas pasaron a ser propiedad del Rey. En Aragón, como en el resto de España, las salinas eran la única fuente de abastecimiento de sal, fueron las Cortes de Aragón las encargadas de controlar la explotación y el comercio de la sal.

De las salinas se obtenían grandes rentas para la Corona, además de la propia explotación de la sal, para arrendarlas, subastarlas, hipotecarlas, incluso en ocasiones, servían como aval para las deudas del rey.

Cuando era necesario recaudar más impuestos, ciertas ciudades o pueblos debían abastecerse obligatoriamente de las salinas reales, incluso se obligaba a que las personas incluidos los niños, se proveyesen de ciertas cantidades estipuladas. Los impuestos sobre la sal eran arbitrarios y dependían continuamente de las necesidades de la Corona. Sirva como ejemplo el que impuso las Cortes de Aragón en el año 1300 por un periodo de dos años y vuelto a imponer en 1404 sin límite de tiempo.

*“En el año 1300 se concedió a D. Jaime II cierto derecho sobre la sal, y para hacerlo mas efectivo se dispuso, que todas las cabezas de casa tanto por si, como por sus hijos mayores de 7 años hubiesen de comprar en los alfolies del Rei sendas pesas ó arrobas de sal á doce dineros cada una. En virtud de esta concepción quedó reservado á S. M. El derecho privativo de vender la sal de las salinas particulares, abonando á los señores de ellas un precio medio entre los que tuvo en los 7 años anteriores, quedando todo el sobreprecio á beneficio del Rei”*  
Asso [p.298]

La importancia de las rentas de las salinas queda patente en un informe, publicado por Ignacio de Asso, elaborado en 1631 para la Corona por Juan de Muro Portero de la Baila, con motivo de valorar la piratería y el pillaje y en el cuál verificaba como éstas eran una de las mejores rentas de S.M.

*“Las de Armillas estaban arrendadas en diez mil escudos por 5 años; y las de Manzanera en 130 libras; las de Villedo producian de media 600 o 700 fanegas a 7 sueldos cada una, en Valtablado dos mil fanegas a 4 sueldos, y las de Arcos estaban arrendadas en 1500 libras”.* Asso, Cap VI. De los tributos.

Sobre la propiedad y monopolio de las salinas por parte de la Corona y como eran empleadas para financiar gastos reales y deudas del Rey queda de manifiesto en documentos del siglo XIII, publicados por José Martínez Ortiz. Como muestra alguno referente a las salinas de Arcos, Sarrión y Segura.

*“1263, 14 septiembre. Monzón  
Reconocimiento al judío Zalema de Daroca, de 3850 morabatinos alfonsies, menos 51 sueldos jaqueses, en garantía de la cual le hipotecó los réditos de las salinas de Arcos. [nº 248, p.103]*

<sup>7</sup> Asso Cap VI, De los Tributos.

"1266, 6 febrero. Murcia

Consignación de 3000 sueldos jaqueses al año a Pedro de Roda o de Roca sobre las salinas de Arcos hasta que se haya cobrado lo que el Rey le debía por la entrega que hizo del castillo de Agres a García Jaufrich. [nº339, p. 129]

"1242, 25 abril. Valencia

Donación a Fr. Juan Bardaji, Comendador de la orden de la Merced, del convento de Sarrión, y a sus conventuales, de dos yugadas de tierra ad annonam en el término de dicho lugar, hacia las salinas, y cuatro fanegas de tierra de huerta. [nº83, p. 54]

"1276, 26 mayo. Játiva.

Don Jaime hace a su hijo Don Pedro Fernández concesión perpetua de las salinas de Segura, con libertad para que pueda vender su sal a las gentes de Montalban, Aliaga, Villarroya, Fortanete, Castellote, Huesa y Albalate, con prohibición de hacerlo a las de Teruel y Daroca. [nº363, p. 136]

## LAS SALINAS DE ROYUELA

"El territorio de Albarracín es de los mas destemplados, y el mas esteril de todo el Reino. Componese en gran parte de tierras calizas de poca miga, que en algunos parajes alternan con el yeso, como se vé cerca de Valtablado, donde hai una mediana salina, en que se quaxan un año con otro 1500 fanegas de sal" Asso [p. 107]



En la bifurcación interior, que rodea a la meseta, de la Cordillera Ibérica al suroeste de la provincia de Teruel y enclavada en la Sierra de Albarracín esta Royuela, situada en la ladera de un montículo que se eleva sobre el valle de Val de Royuela, forma parte de la comarca de Albarracín, una de las diez en que está dividida la provincia de Teruel, y pertenece al partido judicial de Albarracín desde la creación de estos en 1884.

La etimología de la palabra Royuela es dudosa pero su nombre podría venir de arroyo, por los numerosos arroyos que recorren la zona o de royo, por el color rojizo del rodano.



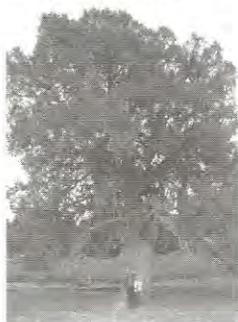
Royuela se encuentra a 9,5 Km de Albarracín y a 45 Km de Teruel con una superficie de 33 Km<sup>2</sup> y situado a 1214 m de altitud. En la actualidad tiene una población de 230 habitantes. Merece destacar los valiosos bosques de las zonas montañosas con abundantes sabinas, una de ellas es milenaria con 4,10 m. de perímetro, carrascos y enebros.

Datos<sup>8</sup> obtenidos de excavaciones realizadas en el pueblo durante los últimos años, han puesto de manifiesto la existencia de algún poblado en la zona durante la prehistoria, concretamente durante la I Edad del Hierro.

## COMPOSICIÓN DEL SUELO

El terreno<sup>9</sup> está formado por depósitos de restos orgánicos, junto con caliza y arcillas intercaladas con margas, yesos y dolomías del Keuper, un periodo del Triásico Superior en la era Secundaria (que abarca desde hace 227 millones de años hasta 205,7 millones de años).

También existen minerales como Aragonitos y Jacintos de Compostela principalmente de los periodos Pérmico y Triásico, hace unos 250 millones de años. Entre Royuela y Gea de Albarracín hay afloramientos de margas con abundantes microfósiles. En la Rambla de la Palma, al este de Royuela existe una gravera inactiva de calizas miocenas, empleadas como áridos de trituración (formaciones aluviales Cuaternarias).



sabina milenaria

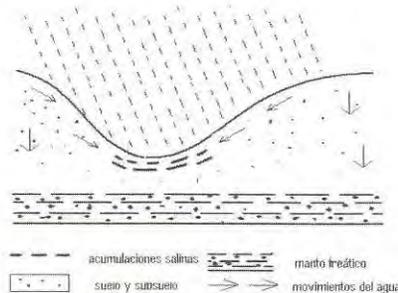
<sup>8</sup> Ayuntamiento de Royuela

<sup>9</sup> Mapa cartográfico geológico de España (566)

## CÓMO SE FORMARON LAS SALINAS

Un terreno formado por calizas presenta grietas y quebradas lo que permite que el agua de lluvia se filtre con facilidad, ésta diluye la roca que con el paso del tiempo se hace más porosa permitiendo la acumulación del agua en una zona no permeable y diluyendo las sales existentes originando así aguas salitrosas subterráneas.

La formación de acumulaciones salinas en una cuenca aislada en zonas del interior del continente, no costeras, se debe a una escasez de aportes fluviales junto con una evaporación muy elevada, que permite la acumulación de grandes depósitos de sales alternando con yesos y sedimentos detríticos, arenas arcillas etc (formaciones salinas del Keuper).



La cristalización de la sal se produce por el efecto combinado del sol y el viento que evapora el agua pura dejando depositadas las sales que había en disolución, el paso del tiempo deposita nuevas sales y otros materiales dejando los depósitos cubiertos a una pequeña profundidad. La lluvia que penetra a través del terreno poroso disuelve de nuevo las sales y si encuentra una capa permeable se forma una corriente de agua subterránea o acuífero, manto freático.

Si la capa freática está por encima del nivel del terreno, como en las salinas de Royuela, el agua aflora a la superficie por propia gravedad, son los manantiales. Si la corriente de agua esta sometida a presión sale a la superficie por las grietas o fisuras del terreno, son las fuentes artesianas.



Foto perteneciente al archivo del Ayuntamiento de Royuela

## DÓNDE ESTÁN Y CÓMO SON

Las salinas de Royuela están localizadas a una altitud de 1300 m. orientadas al este, con una pendiente de 0-20° y sobre tierras calizas<sup>10</sup>.

Construidas aprovechando al máximo el relieve del terreno, constan de una balsa para el almacenamiento del agua, las eras o balsas de condensación y cristalización y un almacén.

El agua salitrosa mana de tres manantiales situados en la parte alta del valle, paraje denominado "Barranco del valle de las Pozas", término de Royuela, denominados "*La Fija*", "*Dolores*" y "*La Sabrosa*".

El agua que sale de los tres manantiales es conducida a través de unos canales en forma de V que recogen el agua para transportarla al lugar de almacenamiento, una gran balsa mas abajo. De aquí se distribuye por gravedad a las balsas de cristalización, de ellas pueden verse unas 100 en la actualidad.



El suelo esta formado por losas de rocas y la separación entre las balsas es de madera. El material utilizado para los canales de conducción y la separación entre las eras es madera de sabina, material resistente a la corrosión.

En el entorno de las salinas abundan encinas, sabinas y una planta en peligro de extinción "*la Puccinellia pungens*" que se encuentra casi principalmente en la laguna de Gallocanta y en los salares de Royuela<sup>11</sup>.



<sup>10</sup> Ayuntamiento de Royuela. Relación de enclaves singulares de flora de la provincia de Teruel, pp. 183-184.

<sup>11</sup> Ayuntamiento de Royuela. Relación de enclaves singulares de flora de la provincia de Teruel, pp. 183-184.



## PRIMERAS REFERENCIAS SOBRE LA EXPLOTACIÓN DE LAS SALINAS

No se sabe con certeza el momento en que se empezaron a explotar las salinas de Royuela, las primeras referencias escritas datan de la época de Alfonso II de Aragón<sup>12</sup> (1.162 -1.196) en un documento fechado en 1166, donde el Rey promete heredades en Royuela y Albarracín a Calvet de Biel en el que se lee textualmente *"et tota Roiola cum suis salmis"*<sup>13</sup>. Esta cita hace suponer que ya eran productivas las salinas de Royuela.

La sal y por tanto las salinas como en el resto de Aragón, estaban sometidas a los controles de los Reyes y la Iglesia. Aunque la liberación de la sal en España ocurrió en 1869 al terminar el reinado de Isabel II, la comarca de Albarracín se liberó de los impuestos reales al comenzar el siglo XVII. Según se corrobora en un documento fechado el 30 de agosto de 1603 y ratificado en 1610 y 1615 por el que se permitía a los vecinos de la comunidad de Albarracín el aprovisionamiento libre de sal en algunas salinas.

*"Para que los vecinos de la Ciudad y Comunidad puedan comprar sal de las salinas de Baltablado, Ojosnegros, Argalla, y Royuela y otras sin que se les pueda embarazar comisario alguno"*

*Ayuntamiento de Royuela*

## LAS SALINAS DE ROYUELA A PARTIR DEL SIGLO XIX

A partir del siglo XIX las salinas se controlaron por la ley de minas y los primeros expedientes de registro de las minas se encuentran en la Dirección General de Minas de Teruel<sup>14</sup>. La primera petición de explotación documentada fue hecha por D<sup>a</sup> Emerenciana Sebastián que la administró hasta la siguiente explotación que se concedió a la familia de D. Leandro Sáez y Picaché el 28 de diciembre de 1897 y estuvo operativa hasta la recalificación para la adaptación a la legislación vigente el 27 de mayo de 1974, pero no se llevo a cabo en ese momento y caducó.

<sup>12</sup> Rey de la Corona de Aragón desde 1162 hasta 1196, hijo de Ramón Berenguer IV y Petronila.

<sup>13</sup> Ayuntamiento de Royuela, documentos de archivo.

<sup>14</sup> Dirección general de Minas y Combustibles: Plan nº 4796.

En los expedientes de estas minas no figura el plan de labores, se sabe por las gentes del lugar que las explotaba una sola familia y que el caudal de agua salitrosa en los manantiales no era abundante pero si de gran calidad.

La cristalización de la sal se producía en distintas etapas entre las cuáles se remueve el contenido de las eras para evitar la solidificación al suelo. Una vez cristalizada la sal en las eras se recogía con una pala y se depositaba en un pequeño almacén, parcialmente derruido en la actualidad, en la misma salina.

La sal se recogía en los meses del verano que eran los más calurosos y secos del año y tal como se obtenía (sal gorda) se pesaba en una balanza de madera y se distribuía con animales de tiro a través de una pequeña senda. Como medida de peso utilizaban el quintal, 46 Kg y la arroba, 11'5 Kg. La producción se dedicaba al consumo de los animales de las zonas más próximas.

## CURIOSIDADES SOBRE LA SAL

Entre los tratados más antiguos sobre el uso, obtención y proceso de la sal se encuentran dos de farmacología china, uno fechado en 2700 a.C. en él que se dan cuarenta tipos de sal y su tratamiento, y otro del emperador Yu en el 2000 a.C.<sup>15</sup> en el que indica donde debe comprarse la sal para la corte.

Palabras como salario derivan de la sal, cuando Roma tuvo hegemonía en el mundo, los legionarios romanos recibían sal como pago de sus servicios, posteriormente se permutó por una cantidad de dinero con la que se podía comprar la sal y pasó a llamarse "salarium", más tarde, en la Edad Media los trabajadores eran asalariados.

La sal ha sido, por otra parte, objeto de símbolos y costumbres a lo largo de la historia, los mozárabes la usaban para ponerla en el tálamo en las ceremonias de casamiento y la echaban antes de depositar a los difuntos. Algunas creencias religiosas le atribuyen poderes sobrenaturales. Para los judíos es el símbolo del carácter eterno de la alianza de Dios con Israel.

Kurlansky en su libro *sal* cuenta que los romanos la ponían en la boca de los recién nacidos para que tuvieran sabiduría, que los galeses la colocaban en los ataúdes con pan para que luego la comiera un comedor profesional de pecados y en el cristianismo se asoció a la longevidad.

Algunos historiadores apuntan la idea de que el Mediterráneo fue cuna de la civilización por la posibilidad de obtener sal de sus salinas y los alquimistas la nombran como el quinto elemento: fuego, agua, tierra, aire y sal.

Los impuestos sobre la sal han sido tan altos y gravosos a lo largo de la historia, que han llegado a formar parte de movimientos masivos y revolucionarios entre otros la Revolución Francesa (1789-1801), la nueva Asamblea Nacional abolió los impuestos sobre la sal el 22 de marzo de 1790. En la India provocó en 1930 "La marcha de la sal" motivada por los elevados impuestos que los ingleses gravaban sobre la sal.

<sup>15</sup> Inventario Nacional de Recursos minerales de Cloruro Sódico y sales potásicas. Instituto Tecnológico Geominero de España.

## ETIMOLOGÍA Y COMPOSICIÓN

La palabra *sal* (NaCl) o *halita* proviene de la palabra griega *hals* (*del mar*).

El Cloruro Sódico (NaCl) está formado por la unión del catión Na<sup>+</sup> y el anión Cl<sup>-</sup>, en una proporción de 39,3 % de sodio y 60,7 % de cloro, es generalmente blanco o incoloro, aunque puede presentar tonalidades azul o amarillo, con una dureza de 2 a 2,5 y densidad 2.165 g/cm<sup>3</sup>. Se presenta en la naturaleza en diferentes estados, en forma de mineral formando la sal de roca o sal gema, procedente de evaporación de aguas no marinas, en disoluciones o salmueras naturales en zonas de la costa (agua del mar) o en el interior en aguas subterráneas.

Las distintas denominaciones, sal común, sal gema, sal de roca, sal marina, sal de mina, sal de mesa, etc. dependen del origen y la forma de obtenerla.

## BIBLIOGRAFÍA Y RECURSOS ELECTRÓNICOS

KURLANSKY, MARK: (2003) *Sal: Historia de la única piedra comestible*. Barcelona. Ed. Península, colección "Atalaya".

ASSO, IGNACIO DE: (1983) *Historia de la Economía Política de Aragón*. Zaragoza. Ed. Guara, 2<sup>a</sup> edición.

MARTINEZ ORTIZ, JOSÉ: (1960) *Referencia a Teruel y su Provincia en los Documentos de Jaime I el Conquistador: "Colección catálogos documentales IV"*. Teruel, Instituto de estudios turolenses.

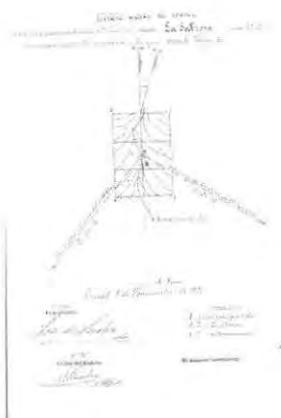
AYUNTAMIENTO DE ROYUELA. *Documentos cedidos por Jesús Hernández Sáez, Alcalde de Royuela*.

## LAMINAS



Primer expediente de registro de la mina La Fija.





Informe detallado de la colocación de las estacas delimitando la zona exacta de la mina

**DISTRITO MINERO DE TERUEL**

CANTÓN DE SALINA

Mina de Cloruro de Sodio

Mina de Cloruro de Sodio		Mina de Cloruro de Sodio	
N.º	Descripción	N.º	Descripción
1	Estaca de hierro en el punto A	1	Estaca de hierro en el punto B
2	Estaca de hierro en el punto C	2	Estaca de hierro en el punto D
3	Estaca de hierro en el punto E	3	Estaca de hierro en el punto F
4	Estaca de hierro en el punto G	4	Estaca de hierro en el punto H
5	Estaca de hierro en el punto I	5	Estaca de hierro en el punto J
6	Estaca de hierro en el punto K	6	Estaca de hierro en el punto L
7	Estaca de hierro en el punto M	7	Estaca de hierro en el punto N
8	Estaca de hierro en el punto O	8	Estaca de hierro en el punto P
9	Estaca de hierro en el punto Q	9	Estaca de hierro en el punto R
10	Estaca de hierro en el punto S	10	Estaca de hierro en el punto T

*J. M. de S.*

Plano de demarcación de la mina de Cloruro de sodio



# LA INSTALACIÓN DE UNA FÁBRICA DE FUNDICIÓN DE COBRE EN SANTA CLARA DEL COBRE, MICHOACÁN (MÉXICO) A FINES DEL SIGLO XVIII.

MARÍA CONCEPCIÓN GAVIRA MÁRQUEZ  
UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO, MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

## RESUMEN

*En este trabajo vamos a abordar el interés de la Corona española por fomentar la producción del cobre como metal de gran demanda para poner en marcha su programa de reformas borbónicas en la Península. Haremos referencia a la política borbónica y pondremos especial interés en las causas que determinaron el aumento de la demanda, la oferta de la Península y la necesidad de adquirir este metal en las colonias americanas. Abordaremos las disposiciones que se darán para el aumento de su producción en Nueva España, así como el intento de perfeccionar la metalurgia del cobre. Analizaremos cuales fueron los resultados de este programa borbónico respecto al cobre y su proyecto de construcción de una Fábrica de fundición y refinado de cobre en la jurisdicción de Santa Clara (Michoacán) en 1793, encargada a uno de los expertos alemanes que llegaron con la expedición de metalúrgicos europeos que tenían la misión de implantar una renovación tecnológica en la minería y metalurgia de las Colonias.*

**Palabras clave:** *metalurgia, cobre, expediciones de mineralogistas en el siglo XVIII, Nueva España.*

## ABSTRACT

**Keywords**

(

A fines del siglo XVIII, la política borbónica en su visión mercantilista del dominio de las colonias americanas, planteaba un programa de fomento de la minería que incluía también hacer llegar las últimas innovaciones tecnológicas metalúrgicas de Europa hasta las colonias americanas. Aunque de forma minoritaria, este programa también contemplaba los llamados metales menos nobles, es decir cobre y estaño principalmente. El motivo principal por el cual se prestaba ahora más atención a esos metales, fue ante todo por el interés de acceder a ellos a mejor precio que el ofrecido en el mercado europeo. España no era auto-suficiente en cobre a pesar de las minas de Río Tinto y tampoco en estaño.

A mediados del siglo XVIII, las autoridades metropolitanas consideraron lo interesante de adquirirlos en las Colonias a precios más ventajosos que en el exterior. La adquisición de estos metales americanos tenía que ser evaluada en su precio y calidad para considerar las ventajas de su remisión hasta España. El estaño americano tenía que competir con el inglés, no sólo en calidad sino en cuanto a precio, y el cobre tenía como competidor al proveniente de Suecia y Hungría. Las minas de Río Tinto, en España, no podían abastecer las necesidades de la Corona porque tenían una producción escasa y bastante irregular<sup>1</sup>. Una vez consideradas las ventajas, las autoridades decidieron adquirir estos metales de las Colonias, para lo cual tuvieron que fomentar su producción, ya que se trataba de una actividad poco desarrollada y limitada mayoritariamente a las necesidades locales o regionales.

En 1748, el Marqués de la Ensenada hacía una petición a todas las autoridades de las Indias para que se proveyesen de cobre y estaño, y se dispusiera su envío a la Península. Su destino eran las fábricas de fundición de artillería de Sevilla y Barcelona donde se pretendían fundir "*cincuenta o sesenta cañones*" para reforzar las defensas de los reinos. Desde

<sup>1</sup> Archivo General de Indias (Sevilla), Indiferente, 1808. Informe a Cayetano Soler. Madrid, 10-III-1803. "... por ser apetecido de todos por su ductilidad, de la cual carece el que tenemos en Río Tinto". Las minas de Río Tinto tuvieron problemas por la poca proporción de cobre que producían y por su irregularidad en el refinado. Estas fueron concedidas en asiento desde 1772 hasta 1783, que pasaron a ser gestionadas directamente por la Real Hacienda. Aunque fue mejorando la explotación, su producción no pudo satisfacer la demanda requeridas por las Reales Fábricas de Artillería de Sevilla y Barcelona, principales compradoras de cobre para fundir. Véase FLORES CABALLERO, 1983. También JORDI NADAL, 1992, hace referencia a que en el siglo XIX, Andalucía fue la región minera por excelencia: cobre de Río Tinto, plomo y plata de Gador, Almagrera y Linares-La Carolina. Sin embargo no se hace alusión a estas explotaciones en el siglo XVIII.

el siglo XVII, la Corona estuvo proveyéndose en pequeñas proporciones de estos metales, concretamente del cobre americano para la confección de monedas de vellón en España, y para la fabricación de armamentos. A mediados del siglo XVIII, la demanda de estos metales fue en aumento, no sólo por las reformas tecnológicas en la artillería y el abastecimiento de las fábricas reales, sino porque además se intentó constituir una especie de estanco con los dos metales. Tres eran las razones argumentadas para que la Corona se interesase por el cobre de América: 1º) para fundir artillería; 2º) para evitar la salida de caudales de la Península; y 3º) para la creación de “*un estanco junto con la pólvora, que proveyese al público de mejor y más barato cobre*”<sup>2</sup>.

Estas medidas entraban dentro del proteccionismo económico que todavía imperaba en este siglo. Se trataba de evitar la salida de capital en la importación de productos y la consecuente dependencia de países, potencialmente enemigos, en el abastecimiento de metales estratégicos como éstos. Con esta intención se mandaron órdenes a los virreyes de América para que recogiesen la máxima cantidad posible y mandasen informes de sus precios.

La demanda de estos metales fue en aumento durante el siglo XVIII, aunque su verdadero apogeo se encuentra a fines del siglo XIX. En América no se confeccionaba monedas de vellón que era la que más cobre requería, pero las monedas de plata y oro también necesitaban cobre para la liga con el metal fino<sup>3</sup>. La política monetaria de Carlos III aumentó la demanda de cobre para la producción en las Casas de Moneda americanas y peninsulares. A partir de 1772, se disminuyó la ley en las monedas de oro y plata y se aumentó el metal de liga que resultó ser el cobre en su totalidad<sup>4</sup>. Por otra parte, en España durante el período 1772-1780 se emitió mucha moneda fraccionaria, principalmente vellón<sup>5</sup>. Esto significó que tanto para América como para España, la emisión de monedas requería mucho más cobre. Otra de las innovaciones que contribuyeron al aumento de la demanda a fines de siglo, fue la adopción de los forros de cobre en los navíos de guerra. Los primeros que utilizaron este nuevo método para preservar el casco de los barcos fueron los ingleses. Las ventajas que supuso esta nueva técnica en cuanto a conservación y velocidad incitaron a que fuera tomada por franceses y holandeses. Los astilleros reales españoles adoptaron este tipo de protección a partir de 1780. La fábrica real de planchas de cobre instalada en San Juan de Alcaraz se encargaría de suministrar las planchas para recubrir los cascos de los navíos de guerra<sup>6</sup>.

Otros usos domésticos también provocaron el aumento de la demanda. Así mismo en la metalurgia y en los ingenios de azúcar era metal muy demandado para los instrumentos necesarios. Estos dos sectores crecieron por lo general en el siglo XVIII.

A la vez que las peticiones y cantidades aumentaban, la metrópoli exigía que la pureza de ambos metales fuese mayor “para ahorrar el coste del refinado”. Se pidió que a ser posible no se remitiesen los cobres trabajados junto con metales de plata u oro, pues “es

<sup>2</sup> Archivo General de Indias, (Sevilla). Indiferente, 1807. “*Discurso sobre las labores de cobre en la América*”. S.F.

<sup>3</sup> Véase GIL FARRES, 1976.

<sup>4</sup> Véase BURZIO, 1958. Por ejemplo, la moneda de oro hasta la pragmática del 29-V-1772 usaba en su liga dos partes de plata y una de cobre, posteriormente tan sólo utilizará el cobre.

<sup>5</sup> HAMILTON, 1988 [177].

<sup>6</sup> Hasta entonces los forros de los barcos, tanto de mercantes como de guerra, eran de madera o plomo. Sobre este tema, véase ALFONSO MOLA, 1989.

*excusado emplearlos en artillería, agriándose recíprocamente estos dos metales*". El virrey del Perú contestaba que lo más frecuente era que se trabajasen junto con la plata y el oro, puesto que éste era uno de los alicientes de los mineros<sup>7</sup>. También sugirió el virrey, que siendo las operaciones de refinar más costosas en las Colonias que en las fábricas de fundición, lo que se debía procurar era que fuesen lo más puros posibles, pues el volumen ocupado en las embarcaciones no sería mucho mayor que del cobre refinado<sup>8</sup>. Se decidió comprarlos y transportarlos tal como se vendían en las Colonias.

El cobre y el estaño que llegaba hasta la Península provenía principalmente de dos regiones, del sur: Chile y Perú, y de Nueva España. La diferenciación entre el cobre proveniente de Nueva España, en su mayor parte de Michoacán, y el cobre del virreinato del Perú era escasa según un informe elaborado en 1774. El procedente de Perú tenía el color un poco más subido y venía en planchas esféricas, a diferencia del novohispano que llegaba en planchas "cuadrilongas". Los comerciantes preferían este último porque estaba más limpio, y aunque el precio era ligeramente más alto que el peruano, se afirmaba que la calidad era la misma<sup>9</sup>.

Respecto al conocimiento y trabajo de estos metales por los pueblos prehispánicos, estudiosos como Alcina Franch opinan que el cobre era de los metales más extendidos en toda América. La aleación de éste con el estaño para producir bronce fue más restringida y se piensa que su foco más antiguo se encuentra en la actual Bolivia, donde había mayor cantidad de estaño<sup>10</sup>. Según Barba, en las provincias de Lipez y Pacajes (Alto-Perú) había yacimientos de cobre trabajados por los indios "en los tiempos del Inca" y también labores de estaño en la provincia de Larecaja (Alto-Perú)<sup>11</sup>. Con la llegada de los españoles, algunos de estos centros continuaron trabajándose y otros fueron posteriormente descubiertos. Al encontrarse junto con el oro y la plata, se descubrieron en grandes cantidades, pero sólo se trabajaron las labores donde se encontraban en estado más puro.

En Nueva España la región más importante en cuanto a producción de cobre fue Michoacán. Tenemos fuentes que aluden a la explotación de este metal antes de la llegada de los españoles por los tarascos, por tanto ya había una tradición en el trabajo de este metal y un conocimiento de las minas donde se continuó con la explotación a partir de la llegada de los españoles.

El proyecto de investigación que acabamos de empezar pretende ocuparse de la producción de cobre en Michoacán, abordando especialmente los efectos de las medidas implantadas por el gobierno colonial en las últimas décadas del siglo XVIII. No es muy numerosa la bibliografía sobre el cobre, pero tenemos algunos trabajos muy interesantes que se ocupan de su estudio en esta región durante la colonia, por ejemplo Barret<sup>12</sup>, autora de un trabajo clásico sobre el cobre en Nueva España y también Uribe Salas<sup>13</sup>, autor de

<sup>7</sup> Archivo General de Indias (Sevilla). Indiferente, 1807. San Ildefonso, 11-IX-1756.

<sup>8</sup> Archivo General de Indias (Sevilla). Indiferente, 1807. Lima, 29-XII-1769.

<sup>9</sup> Archivo General de Indias (Sevilla). Indiferente, 1807. Cádiz, 1-VII-1774.

<sup>10</sup> Véase FRANCH, 1970 y BARGALLÓ, 1955, [27]. Este último autor nos hace referencia a las dos clases de cobre que trabajaban los mexicanos, uno blando y otro duro que contenía estaño.

<sup>11</sup> BARBA, 1993, 1640, L. III, Cap. XIV y L. I, Cap. XXIX.

<sup>12</sup> BARRET, 1987.

<sup>13</sup> URIBE SALAS, 2002.

varios trabajos sobre su explotación en Michoacán. Igualmente interesante son los documentos de la primera mitad del siglo XVI (1533) editados por el profesor Warren<sup>14</sup>, donde se describe las técnicas y forma de trabajar de los indígenas prehispánicos.

Anteriormente ya teníamos publicado, junto con el Dr. Julio Sánchez, un artículo donde abordábamos la incidencia de la política borbónica en la producción de cobre y estaño en las colonias americanas<sup>15</sup>. Ahora me interesa incidir en Michoacán, importante región en cuanto a producción de cobre, y analizar cómo afectó directamente sobre los centros mineros la intervención directa de la corona, la cual intentó aumentar y controlar la producción de cobre para que se exportara en gran medida a España.

En 1780 se organizó en Nueva España una especie de monopolio con la intención de controlar el acopio, la distribución, el precio del cobre. La intervención consistió en:

1. Fomentar la producción a través de préstamos a los productores.
2. Establecer un precio fijo al quintal de cobre.
3. Controlar el mercado (no estaba permitido el comercio libre del cobre). Toda la producción tenía que ser depositada en las Cajas Reales de México, Valladolid y Veracruz.
4. Fomentar que se descubrieran y se pusieran en explotación nuevas y viejas minas,
5. También hubo una preocupación sobre la calidad del cobre que se enviaba a la Península.

Los resultados de estas medidas son cuestionables igual que su aplicación. El monopolio lo justificaban diciendo que si no se tomaban estas medidas de control de la producción y del comercio no podría abastecerse a la Península en sus necesidades. Entre las cuestiones que más polémica crearon fue la cuestión del precio. El argumento que sostenían las autoridades es que el precio bajaría en caso de que la demanda de la Corona no estuviese insatisfecha, pues la mayoría de los interesados están en el negocio por el interés de este género en la Península<sup>16</sup>.

El avance de investigación que traemos hasta aquí aborda precisamente el último aspecto: el interés de la Corona por mejorar la calidad del cobre que se enviaba a la Península, destinado en su mayoría a las fábricas de fundición de cañones de Sevilla y Barcelona, y a las de San Juan de Alcaraz y el Ferrol, encargadas de la renovación de la Armada, específicamente para el forro de los buques de la armada. En la Península se habían quejado de la calidad del cobre que llegaba y esto motivó que entre las misiones de los estuviera previsto ocuparse de buscar soluciones a este problema.

La Corona tenía la intención que la expedición de mineralogistas europeos que llegaron a las Colonias a fines del siglo XVIII, renovara y perfeccionara el beneficio de estos metales. En el virreinato de Perú y de Río de la Plata no tenemos noticias de que esta comisión de expertos, liderada por Nordenflicht, se ocupara de las minas o beneficios del cobre y el estaño, aunque el virrey del Perú tenía la intención de que se inspeccionase, sobre todo

<sup>14</sup> WARREN, 2005.

<sup>15</sup> SÁNCHEZ Y GAVIRA, 2000.

<sup>16</sup> Archivo General de Indias (Sevilla). Indiferente, 1808. Expediente año 1797.

el proceso de fundición<sup>17</sup>. Sin embargo, en Nueva España la expedición de mineralogistas alemanes, que desembarcaban en 1788, se ocupó de visitar las minas de cobre y de establecer con dineros de la Real Hacienda un Fábrica para la fundición de cobre en 1793<sup>18</sup>.

En Nueva España, anterior a esta expedición de mineralogistas ya se habían elaborado proyectos para mejorar la calidad del cobre, por ejemplo la propuesta de José Coquette en 1783 de instalar una fábrica en el Cerro de Inguarán donde se adoptarían los hornos ingleses, Mansfeld. Velásquez de León desaconsejó en otro informe este proyecto por no atenderse a la realidad ya que los materiales y combustibles requeridos no serían fáciles de conseguir en la región<sup>19</sup>. También Elhuyar pensó en la posibilidad de instalar una fábrica de fundición en Cuajimalpa, camino a Toluca, la cual tampoco se hizo realidad<sup>20</sup>. Continuando con esta preocupación se destinó a esta región principal productora de cobre de Nueva España a Franz Fischer, uno de los expertos alemanes.

El historiador Xavier Tavera sugiere que para marzo de 1789 llegó a Valladolid de Michoacán uno de los miembros de la comisión de expertos mineralogistas, Franz Fischer con la misión de reconocer la mina de cobre del rey en Inguarán<sup>21</sup>. Sin embargo, sabemos que no fue el único caso de atención a las minas de cobre por parte de esta expedición, porque también el virrey mandó órdenes a Sombrerete donde residía Sonnenschmidt, en agosto de 1795 para que visitara las minas de cobre Cuencamé (Durango)<sup>22</sup>. El resultado que envió este de su informe es que no se explotaba el cobre porque los mineros no encontraban gente experta en el beneficio de este metal. Este problema afortunadamente estaba superado en Michoacán debido al conocimiento y trabajo prehispánico de este metal.

Después de la inspección de la mina de cobre del Rey en 1789 en Michoacán, Fischer recomendó que se continuara con la explotación de la mina pero con más orden y una técnica adecuada que la hicieran más rentable. Esta mina, propiedad de la Real Hacienda, estaba arrendada en 1605 pesos y recomendaba el mineralogista que no se hiciera novedad porque sería difícil explotar directamente esta mina debido a la dificultad que suponía el encontrarse en un lugar de difícil acceso y despoblado.

Para mejorar la calidad del metal se recomendaba abrir a costa de la Real Hacienda una fundición. Fischer describe en su informe la manera que los locales tenían de hacer la fundición, "*que no es de cuenta del rey sino en funderías particulares*" y decía que en el proceso de fundición "*se gasta mucho carbón, se avanzaba poco y se saca un metal muy impuro*", todo lo cual, según Fischer, podía remediarse con procedimientos más adecuados, también decía que sería muy ventajoso que se utilizaran fuelles movidos por "*Artes del agua*", ya que era abundante en las cercanías<sup>23</sup>.

<sup>17</sup> Archivo General de Indias (Sevilla). Lima, 1352. El virrey del Perú acusa el recibo de la real orden sobre perfeccionar las fundiciones de cobre y estaño. Espera la llegada del varón Nordenflicht para perfeccionar los dos ramos de cobre y estaño. Lima, 5-XII-1788.

<sup>18</sup> Archivo General de Indias (Sevilla). Indiferente, 1808. Expediente, año 1797.

<sup>19</sup> Archivo General de la Nación (México). Minería 73, vol. 63, fojas 283-305.

<sup>20</sup> BARRET, 1987, [66-71].

<sup>21</sup> TAVERA, 2001, [181-200].

<sup>22</sup> Archivo General de Indias (Sevilla). Indiferente, 1808, N° 939.

<sup>23</sup> Informe realizado por Francisco Fischer, fechado en Valladolid a 9 de abril de 1789. Editado por TAVERA, 2001, [193-199].

Como ya señala Barret, la técnica para la fundición del cobre continuaba siendo la prehispánica, aunque con algunos avances en cuanto a los materiales y herramientas. Es decir, la fundición se efectuaba en pozos enterrados en la tierra en los que se soplabá por medio de tubos<sup>24</sup>. Durante la colonia se introdujeron fuelles y herramientas de hierro, aunque en la descripción que daba Fischer no aparecen los fuelles, aplicándose un método totalmente tradicional.

Elhuyar evaluó positivamente la recomendación de establecer en la región una fábrica para la fundición del cobre de la mina del Rey y de los particulares. De nuevo fue encargado Franz Fischer para reconocer el terreno donde ubicarla y construir la dicha Fábrica con dineros de la Real Hacienda. La Fábrica se establece por fin en un lugar llamado a veces Santa Juana o Santa Mónica, en la jurisdicción de Santa Clara del Cobre, donde se establecieron hornos para la calcinación, fundición y refinado de este metal.

La fábrica estaba terminada en noviembre de 1795, y después de concluir diferentes ensayos y experimentos, decía Fischer:

*“con conocida utilidad de los mineros de Santa Clara y reales inmediatos, dejándolos instruidos y al parecer aficionados al nuevo método de fundir y afinar los metales”* (AGI. Indiferente, 1808).

Fischer construyó un horno de calcinación, de fundición y de refinado con fuelles accionados por la fuerza del agua. En su informe sobre los gastos de la construcción de la fábrica se señalaba que el total ascendió a 2.712 pesos y que resultó un costo menor de 186 pesos de lo previsto en el presupuesto de 1792.

Además de los detalles de la instalación y resultados de los experimentos que fueron positivos a la luz de los informes que mandó Fischer, lo que nos interesa resaltar es la acogida y buena disposición que mostraron los productores de cobre de la región. El intendente de Valladolid, Felipe Díaz Ortega enviaba un año después una carta al virrey pidiendo instrucciones sobre la venta o arrendamiento de la fábrica. El intendente decía tener dos propuestas, una de Francisco Gómez, capitán de caballería de la compañía de Tancitaro, minero de Inguarán y otra, recomendada por Fischer, del propietario de las tierras donde se ubicaba la fábrica, José Vicente de Castañeda<sup>25</sup>.

A diferencia de todas las dificultades que tuvieron los mineralogistas alemanes en encontrar aceptación entre los americanos, parece que en la región de Michoacán con respecto al cobre no hubo ninguna resistencia en emplear la nueva tecnología y ya se estaba levantando otra fábrica de fundición igual por un particular Manuel de Ibarcortia en Pátzcuaro.

En el caso de la Fábrica que se levantó con capital de la Real Hacienda no podemos decir que fuese una empresa exitosa, pues hasta lo que sabemos terminó en ruina. La causa fue el descuido de la administración, pues con su incapacidad para tomar decisiones prontas ocasionó que la Fábrica quedase abandonada y deteriorándose debido a la lentitud de la máquina administrativa, que no terminaba por decidirse en vender o arrendar, y además no se hacían las reparaciones y cuidados de mantenimiento que requerían las instalaciones. El deterioro producto de los defectos causados por las lluvias y el total abandono hicieron de esta Fábrica una ruina.

<sup>24</sup> BARRET, 1987, [64].

<sup>25</sup> Archivo General de Indias (Sevilla). Indiferente, 1808. Expediente año 1797.

Lo que nos gustaría destacar, ya que no podemos entrar en detalles sobre la política minera, es la respuesta positiva de los propietarios mineros novohispanos, a juzgar por los testimonios, ante las innovaciones en la fundición y refinado del cobre. Este aspecto es uno de los objetivos que nos proponemos profundizar en este proyecto de investigación para saber las consecuencias posteriores en la aplicación de las nuevas técnicas para fundición y refinado. En principio, los testimonios que encontramos sobre el tema, nos llevaría a cuestionar la posición de fracaso de la expedición mineralógica, como a menudo se presenta por parte de la historiografía, y a proponer que el éxito o el fracaso no estuvo en función de la actitud de los americanos, sino de la eficacia de las propuestas de los europeos. En el caso del cobre parece que funcionó sin ninguna resistencia, en cuanto a la acogida de los lugareños, por el contrario de la máquina de barriles de Born<sup>26</sup>.

## BIBLIOGRAFIA

- ALFONSO MOLA, M. (1989), "Técnica y economía. El forro del casco en las embarcaciones del libre comercio", en J. L. Peset (coord.) *Ciencia, vida y espacio en Iberoamérica*. Vol. II. Madrid.
- BARGALLÓ, M. (1955), *La minería y la metalurgia en la América española durante la época colonial*.
- BARBA, A. (1993) *El arte de los metales. [1640]*. Editorial Paris-Valencia, Valencia.
- BARRETT, E.M. (1987), *The Mexican Colonial Copper Industry*. Albuquerque. Universidad de Nuevo México.
- BURZIO, H. (1958), *La Ceca de Lima, 1565-1824*. Madrid.
- FLORES CABALLERO, M. (1983), *La Rehabilitación borbónica de las minas de Río Tinto, 1775-1810*. Huelva.
- FRANCH, A. (1970), "La producción y el uso de los metales en la América Precolombina", en *Coloquio Internacional sobre Historia de la Minería*. Vol. I, León 1970.
- GIL FARRÉS, O. (1976), *Historia de la moneda española*. Madrid (1976).
- HAMILTON, E. (1988), *Guerra y precios en España 1651-1800*. Madrid.
- NADAL, J. (1992), *Moler, tejer y fundir. Estudios de historia industrial*, Barcelona.
- PALTT, T. (2000), "La alquimia de la modernidad. Los fondos de cobre de Alonso Barba y la independencia de la metalurgia boliviana (1780-1880)", en Sánchez y Mira (coord.), *Hombres, Técnica, Plata. Minería y Sociedad en Europa y América, Siglos XVI-XIX*. Sevilla.

<sup>26</sup> Respecto a este tema, el estudio de PLATT, 2000, sobre la expedición de mineralogistas a la región andina, sugiere que quizás Gálvez no sabía que Born había seguido en su invento de los barriles los pasos de algunos beneficiadores americanos con respecto a una adaptación del método de Barba, pero que en todo caso la actitud mental del secretario de las Indias, Gálvez, "estaba inmersa en el entusiasmo ideológico con la nueva ciencia europea, asfixiando la tradición metalúrgica americana que era donde había surgido la más experimentada y original técnica en amalgamación con mercurio como fue el caso de la plata".

- SANCHEZ, J. Y GAVIRA, C. (2000), “Cobre y estaño americanos en el marco de las reformas borbónicas metropolitanas”, en Sánchez y Mira (coords.), *Hombres, Técnica, Plata. Minería y Sociedad en Europa y América, Siglos XVI-XIX*. Sevilla.
- TAVERA ALFARO, X. (2001), “De una mina de cobre en tierra caliente”, en J.E. Zarate Hernández (coord. editorial), *La tierra caliente de Michoacán*. Zamora, Colegio de Michoacán.
- URIBE SALAS, J.A. (2002), *Historia de la Minería en Michoacán*. Morelia, México, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- WARREN, B. (2005), *Estudios sobre el Michoacán colonial*. Morelia, México, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

# **TELECOMUNICACIONES**

---



# LAS COMUNICACIONES EN LOS TERRITORIOS ESPAÑOLES DE ULTRAMAR

JOSÉ MARÍA ROMEO LÓPEZ  
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

RAFAEL ROMERO FRÍAS  
FUNDACIÓN TELEFÓNICA

## RESUMEN

*En la isla de Cuba se estableció el telégrafo en 1853, antes que en la Península, como también ocurrió en el caso del ferrocarril. Lo que pone de manifiesto la atracción hacia los Estados Unidos de los hacendados cubanos.*

*Por divergencias entre los Ministerios de Ultramar y Gobernación no fue posible que España participase en el tendido de un cable submarino trasatlántico. Cuando a mediados de 1866 lo consiguió una compañía anglo americana, se autorizó a la empresa norteamericana Internacional Ocean Telegraph Company a tender un cable entre Cuba y la Florida, que se inauguró en septiembre de 1867.*

*En Filipinas se instaló el Telégrafo en 1873, y en diciembre de 1878 se decidió tender un cable entre la isla de Luzón y Hong-Kong, sin embargo, después de una serie de subastas desiertas se otorga la concesión, en 1898, a la compañía The Eastern Extension Australasia and China Telegraph Company Limited.*

*Aunque el Teléfono se instaló en Cuba en 1881, también antes que en la Península, hasta 1888 no se autorizó al Ministro de Ultramar para conceder el establecimiento y explotación de redes telefónicas en Cuba, Puerto Rico y Filipinas, cuyas subastas sufrieron las mismas dificultades y repeticiones que en la Península. En 1889 se otorgaron las concesiones correspondientes en La Habana y Manila.*

**Palabras clave:** *Ultramar, cable submarino, cable trasatlántico, telégrafo eléctrico, teléfono, Cuba, Filipinas, Puerto Rico, isla de Luzón.*

**ABSTRACT**

*A telegraph system was set up in Cuba before it was in Spanish mainland, and the same happened with the railway system. This proves the attraction that Cuban landlords felt for the United States.*

*Due to discrepancies between the Ministry of Overseas Affairs and the Ministry of Government, Spain could not participate in the installation of an undersea cable over the Atlantic. When in 1866 an English-American company achieved this goal, another American company called International Ocean Telegraph Company was authorized to lay a cable between Cuba and Florida that started service in September 1867.*

*Telegraph was installed in Philippines in 1873, and in December 1878 a decision was made to lay a cable between Luzon Island and Hong-Kong. However, after some unawarded biddings, in 1898, the project was granted to The Eastern Extension Australasia and China Telegraph Company Limited.*

*Even though a telephone system was already installed in Cuba in 1881, again before that it was set up Spanish Mainland, it was not until 1888 that the Ministry of Overseas Affairs was authorized to award setting up and exploitation permits for telephone networks in Cuba, Puerto Rico and Philippines, with biddings suffering from the same difficulties and repetitions as in Spain Mainland. In 1889 the first permits were granted for La Havana and Manila.*

**Keywords:** *Overseas, undersea cable, transatlantic cable, electric telegraphy, electric telegraph, telephone, Cuba, Philippines, Puerto Rico, Luzon Island.*

## ISLA DE CUBA

### Telegrafía

“El Gobierno de S. M. comprendió hace mucho tiempo lo vital que era esta cuestión para la Isla, y en Reales Ordenes de 2 de diciembre de 1853 y 20 de febrero de 1854, inició el pensamiento pidiendo instrucciones a la Sección de Telégrafos del Ministerio de la Gobernación sobre la manera de llevar a efecto en ella un sistema de líneas telegráficas electro-magnéticas, para acudir a la necesidad que de medios prontos de comunicación se dejaba sentir en las Antillas”

Así se decía en la Memoria Facultativa del “Proyecto de Red de Telégrafos Eléctricos para la Isla de Cuba, formado por el Subdirector de Sección del Cuerpo Peninsular D. Enrique de Arantave, siendo Gobernador Capitán General el Excmo. Señor D. Francisco Serrano y Domínguez”, publicada en la revista de Telégrafos de 15 de Mayo de 1861.

Después de la cita anterior, Arantave comenta que en 1854 la Sección de Telégrafos propuso el uso de torres de telegrafía eléctrica, pero que desde entonces la telegrafía eléctrica había progresado mucho y por tanto él propone una gran línea general directa que pusiera en contacto las capitales de la Habana, Puerto Príncipe y Santiago de Cuba. Es interesante que antes de entrar a estudiar esta línea terrestre, que es realmente su cometido, dedica una buena parte de la memoria a describir un cable submarino entre la Península y Cuba, que considera prioritario al hablar de las comunicaciones para la isla de Cuba.

Ese cable, “imagina”, que estaría “escalonado” en Canarias, Islas de Cabo Verde, de San Pedro, de Fernando de Noroña, costas de Brasil, Maranhão, Para, las Guayanas, pequeñas Antillas, Puerto Rico, Santo Domingo y Cuba. Y sigue imaginando “ramales” a Halifax, New York, Nueva Orleans, Vera Cruz, Panamá, la Jamaica. Arantave habla de este cable submarino, en el momento en que y se había interrumpido el primer cable tendido entre Irlanda y Terranova y se consideraba si no sería mejor otro trayecto con tramos más cortos.

Pero dejemos las imaginaciones de Arantave y volvamos a la línea terrestre que partiría de “La Habana para, Bejucal, Batabano y Guímes. Sin separarse de la vía férrea que une estos puntos, entrará en Matanzas por su vía férrea, volviendo después a la Unión;

continuará por el camino de hierro con dirección a Cárdenas, volverá al centro por Bemba, seguirá la línea férrea hacia Cienfuegos; continuará por el ferrocarril a Villa Clara, después por las lomas del Escambray y por camino de hierro seguirá hacia Trinidad, desde donde volverá hacia Sancti Spiritu. Como se ve utiliza las vías férreas y, en la Memoria, plantea como conveniente llevar las líneas telegráficas por lo caminos de todo tipo ya establecidos o en proyecto para el futuro; con ello se obtendrían las ventajas de accesos ya realizados, facilidad de vigilancia y reparación, etc.

Una vez descrita “la vía eléctrica central”, Sr. Arantave sugiere cual sería el trayecto para llegar a Puerto Príncipe y Santiago de Cuba. Considera como más conveniente el camino que se dirige a Ciego de Ávila, con una estación intermedia. De Ciego de Ávila un ramal se dirigirá a Morón y seguirá la línea por el camino carretero hasta San Jerónimo, que también será estación intermedia, siguiendo por el mismo hasta Puerto Príncipe. Seguirá directa a las Tunas, con dos estaciones intermedias en Guaymaro y Cauto, después de Bayamo, iría a Jiguani y de allí a Palma Soriano y sin perder el camino terminará en Santiago de Cuba.

La red telegráfica no cesó de extenderse por el interior de la Isla con vistas a interconectar las principales poblaciones, sobre todo, con la Capital. En 1864 la red llegó a Santiago de Cuba, situada a unos 750 kilómetros al SE de la Habana. En 1868 el sistema tenía 29 estaciones, a dos de las cuales, las de Bayamo y Manzanillo, llegó el día 6 de octubre de aquel año una orden de detención contra los principales conspiradores en pro de la independencia de Cuba, lo que precipitó el estallido de la revolución, el 10 de octubre de 1868, al enterarse los implicados por el telegrafista de Bayazo.

El 27 de noviembre de 1868, por un decreto del Ministerio del Interior se decide reorganizar el servicio de conservación de las líneas telegráficas, en razón a las dificultades que presentan las líneas que discurren por trochas estrechas en las que no se ha desbrozado el terreno e incluso en las que en ciertas épocas se encuentran árboles caídos por efecto de las condiciones meteorológicas. La idea a de la reforma consiste en suprimir los celadores peatones y disponer que de la revisión y conservación de las líneas paralelas a las vías férreas se encargue el personal de las compañías de ferrocarriles. Para las líneas que no iban por vías férreas se adoptan únicamente celadores montados, a los que se asignan 25 kilómetros de línea.

Las compañías de ferrocarriles y las longitudes de líneas de que se hacían cargo eran:

Ferrocarriles de la Habana	151
De Matanzas a Isabel	56
Ferrocarril de Cárdenas	85
Ferrocarril de Cienfuegos	67
Ferrocarril de Dagua	52
Ferrocarril de Remedios	25
Ferrocarril de Nuevitas	74
Ferrocarril de Cuba y Maroto	52
<b>Total</b>	<b>562</b>

La longitud de las líneas atendidas por Telégrafos del Ministerio de Ultramar era de 950 kilómetros y las atendían 69 celadores a caballo. En los tramos atendidos por las

compañías de ferrocarriles existían 15 estaciones y en las del Estado 13 estaciones, el número total de aparatos era de 42 y el de telegrafistas de 81, con unos gastos anuales de 10.022 escudos.

Con fecha de 8 de noviembre de 1872, el mismo Sr. Arantave publicó un mapa de la red telegráfica de Cuba en el que también existen datos estadísticos de servicio. La información de este mapa se divide entre la red del Gobierno y la de las empresas de ferrocarriles. En la del Gobierno el número de estaciones era de 44, en las que había 65 aparatos del sistema Morse. Existían en servicio 27.154 postes y 298 crucetas con 51.596 aisladores. La extensión de esta red era de 1.420 kilómetros con 2.386 kilómetros de desarrollo de conductores. El número de despachos privados transmitidos fue de 51.946, con una recaudación de 59.552,85 escudos, lo que arroja un coste medio de telegrama de 1,14 pesos. La plantilla de personal era de 505 funcionarios. Las líneas de las compañías de ferrocarriles tenían una longitud e 934 kilómetros con 80 estaciones. Durante los años que duró la guerra, el Gobierno español impulsó extraordinariamente la expansión del telégrafo, a tal extremo, que al final de la guerra el número de estaciones había aumentado a 172.

Sin embargo, como la red telegráfica terrestre resultaba extremadamente vulnerable al ataque de los insurgentes cubanos, al Gobierno español le interesaba un enlace telegráfico de mayor fiabilidad entre la capital y el resto del país, especialmente la mitad oriental de éste, teatro de las principales acciones bélicas de la Guerra de los diez años. Por ello no es de extrañar, que en abril de 1870, se autorizara a la empresa británica Cuba Submarine Telegraph Company para tender un cable telegráfico bajo el mar entre Santiago de Cuba y Cienfuegos, en el centro de la costa sur de la Isla, y continuarlo luego, también submarino, hasta Batabano, a unos cincuenta kilómetros al sur de la Capital.

No tardaron en autorizarse las operaciones de otra empresa británica, la West India and Panama Telegraph Company. El enlace telegráfico submarino entre Santiago de Cuba y Jamaica data de aquellos tiempos, y posteriormente, en 1888, comenzó a funcionar otro entre Guantánamo y Haití, establecido por una compañía francesa.

Aunque en los años ochenta del siglo diecinueve no solo se amplió el sistema telegráfico del país en respuesta a las necesidades del servicio, sino que se emprendió su reconstrucción total, durante la Guerra de la Independencia iniciada el 24 de febrero de 1895, los insurgentes cubanos consideraron el telégrafo un objetivo militar que debería destruirse, de suerte que, el daño causado a la red telegráfica fue enorme.

### **Cables submarinos**

Al principio de los años sesenta del siglo XIX, un grupo de hombres de negocios españoles en Cuba había solicitado el derecho a la explotación de un cable entre Cuba y Florida; pero a pesar de que se realizó el estudio de la ruta y se les otorgó la concesión en exclusiva, no llegaron a realizar el tendido y la concesión fue rescindida. El Capitán James A. Screymser, que dirigía la formación de la Intertanional Ocean Telegraph Company, consiguió el permiso del Estado de Florida para el amarre de cables en Punta Rassa por un periodo de veinte años, así como el derecho en exclusiva para la línea terrestre entre Punta

Rassa y Lake City, en donde conectaba con la red de la Western Union. Una decisión del Congreso de los Estados Unidos, aprobada el 5 de mayo de 1866, concedía a la Compañía la exclusiva sobre el tráfico hacia Cuba durante 14 años. Simultáneamente el Gobierno español concedía al presidente de la compañía, General William F. Smith, el derecho al tendido de cables en Cuba por un periodo de 4 años.

Del estudio de esta nueva ruta se encargó la United States Coast Survey. El cable fue fabricado por la Indian Rubber Gutta-percha and Telegraph Works Company, y para el tendido se acondicionó el buque Narva. El Narva llegó a la Habana el 16 de julio de 1867 y comenzó el tendido desde el terminal de la costa cubana en Morro, dirigiéndose a Key West, punto de amarre intermedio hasta Punta Rassa. Por un error de navegación el buque varió su trayectoria y el cable se acabó antes de divisar Key West, entonces se decidió empalmar el cable destinado a la sección costera Key West-Punta Rassa, y afortunadamente la reserva prevista para este tramo fue suficiente para poder hacer frente al exceso utilizado en la otra sección. Finalmente, se tendieron 102 millas náuticas entre Moro y Key West, y 133 millas entre Key West y Punta Rassa, que permitieron cursar tráfico a partir del día 10 de septiembre de 1867. En diciembre de 1868 se tendió un segundo cable siguiendo la misma ruta y con los mismos fabricantes y barco cablero, el trabajo se retrasó algo al confundir los cables en el amarre, pero una vez subsanado el error los dos cables soportaron un considerable volumen de tráfico.

En 1873, la Western Union Telegraph Company adquirió los dos tercios del capital de la International Ocean Telegraph Company, con lo que se hizo con el control de sus actividades y, en el mismo año, el buque cablero Dacia, tendió otro cable entre Key West y la Habana. El año 1875 fue significativo para la Compañía ya que se produjo la dimisión del Capitán Screymsler, que se dedicó a la creación de las Compañías Mexican Telegraph and Central and South American Telegraph. También se adquirió el cablero Sffolk, que fue renombrado como Proffesor Morse, que tendió el primer cable para su nueva compañía entre Punta Rassa y Key West, con un amarre intermedio en la isla de Sanibel. Este cable reemplazó a uno de los tendidos en 1868 en el que se habían producido defectos. El nuevo cable permaneció en servicio hasta 1901, después de que en 1890, se llevara a cabo una revisión por el buque Rhiwderin. También, en 1890, se tendió otro cable en la ruta Punta Rassa-Sanibel-Key West, esta vez por el buque cablero Faraday ayudado por el Rhiwderin. En 1927 se eliminó el amarre en Sanibel y el cable estuvo en funcionamiento hasta 1942.

## Telefonía

En cuanto al Teléfono, en el caso de Cuba, se dio un hecho histórico que hasta hace poco no había sido divulgado. En 1849 el emigrante italiano Antonio Meucci, mecánico del Teatro "Tocon", que disponía para el movimiento de los elementos del escenario de una batería de acumuladores, realizó algunos experimentos de transmisión eléctrica del sonido. En 1879 el comerciante Enrique B. Hamel instaló en La Habana aparatos telefónicos fabricados por la Tropical American Telephone Co., y otro comerciante, Eduardo Dalmau, se anuncia como "único agente de los teléfonos de Graham Bell, reformados".

La Gaceta de Madrid de 15 de febrero de 1883 publica dos reales decretos de fecha 9 de febrero, del ministro de Ultramar, Gaspar Núñez De Arce, que resultan curiosas. La primera, de acuerdo con el Consejo de Estado y el de Ministros, exceptúa de las formalidades de subasta pública el establecimiento del servicio telefónico en el interior de la Habana, y la segunda, de acuerdo con el Consejo de Estado en pleno, concede a Mr. Vesey F. Butler, el establecimiento del servicio telefónico en el interior de la Habana, con sujeción al pliego de condiciones que sirvió de base para la subasta verificada en dicha ciudad el 30 de junio de 1881, y por el tiempo que falta para completar el plazo de siete años fijado para su explotación. Según informaciones de administración telefónica cubana el servicio telefónico se había inaugurado en marzo de 1881 a cargo de la Compañía Eléctrica de Cuba, subsidiaria de la norteamericana Western Electric Company. Tenía como presidente honorario a Arsenio Martínez Campos, como presidente a Janson Stager, y como administrador, investido de "poderes generales", al norteamericano Vesey F. Butler. En diciembre, la red tenía una extensión de 33 Km., con 78 aparatos telefónicos instalados, y a comienzos de marzo de 1882, varios suscriptores pudieron oír la función de ópera que estaba dando una compañía francesa en el teatro "Tacón", gracias a receptores telefónicos instalados al efecto en dicho teatro.

En esta situación, un Real Decreto del Ministerio de Ultramar de 2 de junio de 1888, hace extensiva a las islas de Cuba, Puerto Rico y Filipinas, las bases en que estaba fundado el Real Decreto de 13 de junio de 1886 del ministerio de Gobernación, para conceder a particulares mediante concurso público el establecimiento y explotación de redes telefónicas con destino al servicio público. Como consecuencia se anunció la subasta para la red telefónica de la ciudad de La Habana, a celebrar el 10 de agosto de 1888, y el Gobernador General de la isla de Cuba envió, el día 4, un telegrama al ministro de Ultramar en el que advertía que la red telefónica existente al terminar su concesión pasaría al Estado, y este percibiría su importe del nuevo contratista. Además se abonaría a Mr. Butler el material de repuesto. Se certifica que en Julio había 352 abonados.

Realizada la subasta se presentaron dos propuestas, una por Don Fermi Verdié, que ofrecía al estado el 23 1/4 por 100, y otra de Don Vesey J. Butler, que ofrecía el 16 por 100. Por tanto, por una real Orden de 30 de septiembre de 1888 se adjudicó al primero la concesión. A la hora de devolver al Estado la red telefónica, el señor Butler declaró que solo debía hacerlo con los 50 teléfonos que incluía la concesión pero no con la totalidad. La cuestión se llevó al Consejo de Estado que dictaminó se hiciera nueva subasta, que tubo lugar el día 28 de junio de 1889 y por fin por real Orden de 25 de octubre de 1889, se adjudica definitivamente Don Fermi Verdié, no sin tener nuevamente que recurrir al Consejo de Estado por reclamación de otro licitador.

Se creó la empresa Red Telefónica de La Habana, S.A. con un capital de \$ 270 000 oro español. La concesión era por 20 años para la capital, en un área comprendida en un círculo de 10 Km. de radio en torno a la oficina central del sistema, que incluía los municipios de Regla y Guanabacoa, y parte de Marianao. Instalaron teléfonos «Blake», de los cuales en 1899 había 1.200 en La Habana, pero la red se había desarrollado en forma incoherente y se encontraba en muy malas condiciones.

En 1896 existían redes telefónicas, además de en La Habana, en Cárdenas, Cienfuegos, Guanabarra, Matanzas, Regla, Sagna la Grande, Santa Clara y Santiago de Cuba.

## ISLA DE PUERTO RICO

### Telegrafía

La idea de la construcción de líneas telegráficas en la isla de Puerto Rico se inició en 1864 por iniciativa del General Don Félix María Messina. Un primer proyecto proponía dos líneas, una de la capital a Mayagüez, por Río Piedras, Bayamón, Arecibo y Aguadilla, y otra desde la capital a Ponce por Río Piedras, Caguas y Guayamas. Además una secundaria de Caguas a Humacao. Los gastos de primer establecimiento se calculaban en 90.000 escudos y los de conservación en 71.920.

Una vez aprobado el “pensamiento” el 12 de junio de 1864, se procedió a un proyecto definitivo, que encareció el presupuesto a 141.710 escudos. Además de ajustar mejor las longitudes de los tramos, el encarecimiento era debido a que se proponían postes de palastro galvanizados cuyo precio se estimaba en 12 escudos. Al año de esto, en junio de 1866, otra Real Orden mandó reformar el estudio, realizándose uno que fue definitivo, que ascendía a 72.115 escudos, utilizando postes de pino. El Gobierno Supremo aprobó el proyecto reformado por Real Decreto de 16 de noviembre de 1866, y el importe aprobado se cubría con 40.000 escudos procedentes del Estado, y con 38.866 escudos por la suscripción voluntaria, iniciada por el General Messina.

En 1867 se introdujo otra modificación para reducir el costo. Se adoptaron postes de maderas del país, más económicos y de mayor duración, de 6 metros de longitud, 14 centímetros de diámetro en la base y 9 en el extremo. También se modificó el diámetro de los alambres que pasaron de 3 milímetros a 4, en razón a que como el ambiente de humedad hacía perder la capa de cinc, así tardarían más en oxidarse.

Las pilas eran del sistema “Leclanché”, y los receptores del sistema Morse con rodillos impregnados en tinta. En cada estación había un conmutador suizo, otro circular, un galvanómetro vertical, uno o dos pararrayos de hilo preservador (Pouget), un timbre y otro pararrayos de puntas móviles. También se encargaron pararrayos de 600 puntas para el interior de las estaciones. El proyecto comprendía 388 kilómetros de línea y 9 estaciones.

### Telefonía

La legislación sobre redes y servicios telefónicos fue común para las tres islas, es decir, Cuba, Puerto Rico y Filipinas, y por tanto se menciona en algunos de los otros casos que se describen. La primera subasta para la concesión de redes telefónicas en Puerto Rico se convocó en la Gaceta del 11 de agosto de 1889, sin embargo, el 9 de junio de 1896 se anuncia subasta para una red en San Juan de Puerto Rico, y el 28 de julio de ese mismo año, otra en Mayagüez. Un documento manuscrito de la Comandancia General de Ingenieros de Puerto Rico de abril de 1889, indica que existía teléfono en Fajardo.

El documento citado, conservado en el Archivo Militar del Alcázar de Segovia, se titula “Memoria descriptiva del estudio de una línea de comunicación óptica entre Fajardo y la Capital”. Se trataba de encontrar emplazamientos para situar heliógrafos, de forma que

hubiera visibilidad entre ellos y que su número fuera el menor posible, además de poder alojar fácilmente a una guarnición de soldados para su protección.

## ISLAS FILIPINAS

### Telegrafía

En el siglo XVIII ya existían en Manila torres vigías al servicio de la Dirección naval, para anunciar los barcos que entraban en la bahía. Posteriormente, y con objeto de conocer con algunas horas de anticipación los barcos que se presentaban a la vista en la citada bahía, por Decreto de 29 de Mayo de 1797, se creó otra torre vigía en la isla de Corregidor, y tres torres intermedias en Salinas, Pallibuyo y Marandon para conectar con la de Manila.

En principio esta red estuvo a cargo de la Marina Corsaria, hasta que en 25 de enero de 1805, quedó bajo la dirección del Cuerpo de Ingenieros Militares. En el año 1807 se mejoraron los aparatos de señales y la red quedó como se indica a continuación, situación que se prolongó hasta 1872, después de que en 1867, se hiciera cargo la Inspección General de Obras Públicas de la que dependía el negociado de Telégrafos.

Las torres vigías se encontraban, en Manila, en la costa Este; en Cavite, en la costa Sureste; en Salinas, en la costa Sureste; en Calibuyo, en la costa Sur; en Pulo Caballo en el islote del canal grande de entrada, y en Corregidor, en la isleta a la entrada de la Bahía.

El sistema de señales utilizado originalmente era el de banderas, habitual en la Marina, compuesto por seis banderas y seis gallardetes. Sin embargo, parece ser que se consideraba muy costoso el mantenimiento de las banderas y gallardetes y se sustituyó por otro, que no era sino el de Chappe, si bien, con una codificación particular. Este estuvo en servicio hasta 1847 en que fue sustituido por un nuevo sistema propuesto por Don Joaquín Montenegro, Comandante de Ingenieros de Manila y que se conservó hasta el establecimiento de la telegrafía eléctrica.

Este sistema se componía de un mástil con tres aspas giratorias que podían tomar seis posiciones, con lo que se disponía de 342 señales. El sistema era similar al Semáforo costero francés creado por Mr. Dupillon y que se instaló en las costas de Francia en 1803.

El 4 de agosto de 1867 tomo posesión de sus destinos el personal procedente del Cuerpo de Telégrafos de la Península, nombrado por el Ministerio de Ultramar en 7 de mayo del mismo año. Se trataba del Subinspector Jefe de Sección de tercera clase del Cuerpo de Telégrafos Don José Batlle y Hernández, el Oficial segundo de Sección Don Pedro Franco y Blasco, y el Oficial tercero de Sección Don Joaquín López Curiel.

Desde el primer momento, y con objeto de acometer la redacción de un plan de construcción de líneas de telegrafía eléctrica, adoptaron el criterio de que además de “unir a los pueblos entre sí”, sirviera también para observar los fenómenos meteorológicos, predecir en lo posible el cambio del tiempo y vigilar las costas. Para ello las líneas deberían terminar en una estación electro-semafórica-meteorológica, situada en un punto conveniente de la costa, con un observatorio provisto de los instrumentos “más importantes para descubrir

la presencia, dirección y velocidad de los grandes meteoros". Los primeros estudios dieron comienzo en enero de 1868 y el último de ellos finalizó en noviembre de 1874. Las líneas estudiadas se indican en el Cuadro nº 1.

Sin embargo problemas administrativos y burocráticos impidieron que se pusieran en marcha los proyectos hasta que fue nombrado Gobernador Superior Civil y Capitán General de Filipinas el Excmo. Sr. General Rafael Izquierdo, que dispuso se trasladara a las islas el personal de Telégrafos necesario. La primera línea de telegrafía eléctrica construida fue la de Manila a Cavite y Punta Restinga, terminada el 1 de diciembre de 1872, y así se siguió hasta alcanzar en 1877 la red proyectada por el Sr. Batlle.

En cuanto a los materiales utilizados en estas líneas se comenzó instalando postes de palma viva de madera de buenas condiciones, de seis metros los de segunda dimensión y de ocho metros los de primera. Los tratamientos industriales al uso en aquella época consistían en introducir a presión en la madera, sales que al mezclarse con la albúmina de la savia construyen un compuesto insoluble. Sin embargo, en Filipinas no se disponía de instalaciones para esta operación y, aunque se recurrió a carbonizar y embrear la parte del poste que se iba a enterrar y a pintar al óleo la parte exterior, no fue posible evitar la absorción de humedad y el efecto de los gérmenes que destruyen la madera.

Ante esta situación, la Subinspección de Telégrafos, considerando la vigorosa vegetación de la isla, propuso en 26 de septiembre de 1873 la plantación de árboles vivos que al cabo de pocos años pudieran servir de apoyos para los conductores. Se trataba de elegir un árbol de poco ramaje, de rápido desarrollo y de fácil aclimatación en todos los terrenos, condiciones que reunía el algodónero, que se encontraba profusamente en Filipinas. El informe del Subinspector estimaba que la economía obtenida, con esta decisión, en la construcción de las líneas podía ser del 35 % en la construcción y del 33 % en los gastos de conservación y terminaba: "quizás más adelante, cuando los árboles adquieran mayor desarrollo y den fruto abundante, puedan producir una renta suficiente para atender a los gastos generales de conservación".

Al final de 1897, antes de la pérdida por España, existían 65 estaciones telegráficas, de ellas 49 en la isla de Luzón, 9 en la de Panay, 4 en la de Negros y 3 en Cebú, que estaban conectadas a través de 2.818 kilómetros de líneas.

## Cables Submarinos

Desde el momento en que se comenzó a intentar establecer comunicación entre continentes mediante cables submarinos, el Gobierno español estuvo interesado en conseguir unir a la Península con sus posesiones de Ultramar, Cuba, Puerto Rico y Filipinas.

Por decreto de 16 de marzo de 1872, se concedió a Mr. Charles William Graham el permiso para establecer y explotar cables telegráficos submarinos desde Manila a la costa de Asia, marcando un plazo para la ejecución de las obras, y exigiendo una garantía para responder del cumplimiento del contrato. El plazo cumplió el 16 de septiembre de 1873 sin que nada se hubiera hecho, no obstante se le concedió una prórroga de un año más, que espino con el mismo nulo resultado.

El Subinspector Sr. Batlle, en la memoria que publicó en la revista de telégrafos de abril de 1877, efectuaba un cálculo en el que estimaba necesario un capital de 600.000 pesos para iniciar el tendido del cable entre la isla de Luzon y Hong-Kong, y demostraba que solo sería rentable el cable si cursara tráfico de telegramas permanentemente las 24 horas del día y no tuviera ninguna interrupción por avería, lo cual, efectivamente no era posible. Como consecuencia surgió el propósito de subvencionar el proyecto y se comisionó al propio Subinspector para que estudiara el asunto en los Estados Unidos e Inglaterra. El informe redactado a su regreso estimaba en 4.000 pesos mensuales, durante diez años, el importe de la subvención necesaria, y así se decidía en el Decreto de 14 de diciembre de 1878. En las bases del pliego de condiciones se establecía la concesión por cuarenta años, la exigencia de que el personal, si bien contratado por el concesionario, quedaba sometido a los mismos reglamentos del Cuerpo de Telégrafos, etc.

Según la Real Orden de 1 de marzo de 1879, al concurso se presentaron tres ofertas, y de ellas se eligió la correspondiente a las compañías Telegraph Construction and Maintenance y The Eastern Extensión Australasia and China, principalmente en base a que ofrecían franquicia para el servicio oficial durante cuarenta años en lugar de los diez de la subvención que estipulaba el pliego. Las otras dos propuestas rebajaban en 18 y 14 meses el plazo de subvención y eran presentadas por personas físicas, sin figurar las compañías a las que representaban. El cable terminaba en el cabo Bolinao y desde allí continuaba por las líneas del Estado hasta Manila. La fabricación y tendido del cable se efectuó en 1880 por la Telegraph Construction and Maintenance Company utilizando su barco cablero Calabria.

Por un decreto de 28 de marzo de 1898 se autorizaba a Don Vicente Coromina y Marcellán, en nombre y representación de la compañía The Eastern Extensión Australasia and China, para cortar el cable cerca de Bolinao y prolongarle hasta Manila. La verdadera causa de esta decisión fue evitar los sabotajes de los insurrectos sobre las líneas terrestres. En este Decreto se ampliaba el monopolio de la explotación hasta el día 8 de mayo de 1940. En el comienzo de la guerra entre España y los Estados Unidos, la marina de éstos cortó el cable. Restaurado posteriormente, en 1913 la compañía The Eastern Extensión Australasia and China, demandó al Gobierno de los Estados Unidos por impago de la subvención durante la ocupación de las islas Filipinas. También se interrumpió el cable durante la ocupación japonesa de 1942 a 1945, y en 1952, el Congreso filipino garantizó a la Eastern la concesión para continuar la explotación.

Con objeto de extender la telegrafía eléctrica a la mayor parte del archipiélago filipino, un Decreto de 16 de marzo de 1889 autorizaba al Ministerio de Ultramar a admitir proposiciones para el tendido de tres cables submarinos para unir la isla de Luzón con la de Panay, esta con la de Negros y esta última con la de Cebú.

En este caso se contemplaba que el cable sería propiedad del Estado y estaría operado por funcionarios de Telégrafos. El pago de la inversión se haría en 10 años por partes iguales, más un interés anual del 8 % sobre el capital no amortizado. El tipo máximo, para hacer proposiciones sería de 1.100 pesos por milla. Las mejoras admisibles en el concurso versarían sobre el valor de la milla de cable y el tanto por ciento de interés que había de devengar el capital no amortizado.

Otro Decreto de la misma fecha ordenaba la ejecución de las obras necesarias para la construcción de líneas telegráficas terrestres en las islas de Panay, Negros y Cebú. Los cables submarinos amarraban en puestos opuestos de las islas y la conexión se efectuaría por líneas terrestres.

Declarado desierto, por falta de licitaciones, el concurso anunciado por Real Decreto de 16 de marzo, se anunciaba un nuevo concurso por Decreto de 27 de agosto de 1889 en las mismas condiciones que el anterior. Nuevamente, este concurso también quedó desierto por falta de licitaciones, como consecuencia se anunció un nuevo concurso por Decreto de 11 de marzo de 1892, en cuyo pliego de condiciones se elevaba a 1.175 pesos el valor de la milla, se reducía a cinco años la amortización y al 6 % el interés del capital no amortizado. Por tercera vez era declarado desierto el concurso, y un nuevo Decreto de 8 de agosto de 1893 volvía a modificar el pliego de condiciones en el sentido de aumentar a 1.225 pesos. Por cuarta vez es declarado desierto el concurso y ahora transcurren tres años hasta que por Decreto de 12 de septiembre de 1896 se convoca otro en cuyo pliego de condiciones se establecen dos alternativas, una, en la que solo se considera la construcción e instalación de los cables, y otra, que además incluya la explotación por cuenta del adjudicatario. En la primera el valor de la obra sería amortizada en cuatro años y se fijaría por el concesionario el importe de dicho valor y las condiciones de amortización. En la segunda debería fijarse el valor de la subvención y modo de percibirla, con tres posibilidades: a) Una cantidad alzada en uno o varios plazos, repartiéndose el beneficio de la explotación entre el Estado y el concesionario en la proporción que se ofrezca. b) Una garantía de interés al capital invertido, computándose las ganancias de la explotación como parte integrante del expresado interés. c) Una anualidad pagada durante el plazo de explotación, debiendo en este caso repartir también los beneficios en la proporción que se ofrezca.

Celebrado el concurso el día 14 de diciembre de 1896 se presentaron dos proposiciones. Una, por Don Fernando Padilla, vecino de Madrid, exclusivamente para la construcción y establecimiento de los cables y otra por Don Vicente Coromina y Marcellán, en nombre de la compañía The Eastern Extension Australasia and China Telegraph Company Limited para la construcción, explotación y conservación de dichos cables.

Por Real Orden de 26 de febrero de 1897, se decide aceptar la presentada por The Eastern Extension Australasia and China Telegraph Company Limited en las siguientes condiciones: La compañía establecerá de su propia cuenta comunicación telegráfica submarina entre Manila y Panay, entre Panay y Negro y entre Negro y Cebú, dentro del plazo de nueve meses, conservando la propiedad de los cables y siendo también por consiguiente, de su cuenta, la explotación y conservación de dichas comunicaciones.

La contrapartida será, una subvención anual de 5.000 libras esterlinas durante veinte años y ofrece una rebaja de 500 libras si continúa su propiedad de los cables después del referido plazo. Así mismo abonará al Estado el 10 % de la tasa de 50 céntimos de franco por palabra, después de deducir el importe de los gastos de mantenimiento de las seis estaciones, calculados en 6.000 libras anuales. Esta será la única tasa que se aplique. La compañía transmitirá los despachos oficiales como servicio preferente a mitad de la tasa que se establece para los despachos privados. Los cables se tendieron en 1897 por el barco cableero Sherard Osborn. Ya bajo ocupación estadounidense, en 1899, se eliminaron las conexiones

terrestres uniendo mediante cables submarinos todos los amarres de las tres islas, tarea que se llevó a cabo por el barco cablero Recorder.

Don Vicente Coromina y Marcellán era supernumerario del Cuerpo de Telégrafos de la Península. A petición propia, desde el 16 de agosto de 1895, y desde esa situación, se jubiló por Decreto de 8 de noviembre de 1898, con honores por los servicios prestados.

## Telefonía

Como hemos visto, el Ministerio de Ultramar reguló el establecimiento de redes telefónicas con destino al servicio público en las islas de Cuba, Puerto Rico y Filipinas, por un Decreto de 12 de mayo de 188 y con la misma fecha se publicó una Real Orden con el pliego de condiciones a que habían de ajustarse las concesiones correspondientes. Con fecha 17 de octubre de 1888 se convocó el concurso para optar a la concesión de la red de Manila, que tendría lugar el día 28 de enero de 1889 a las 10 de la mañana en el Ministerio de Ultramar, en Madrid, y a las seis de la tarde en Manila. En la Gaceta del día 1 de junio de 1889 se publicó una Real Orden, que decía: “vista la carta oficial de V. E. num. 142, fecha 9 de abril último, con la que remite copia del expediente de subasta verificada e esa capital el día 28 de enero anterior... Resultando que efectuadas simultáneamente dicho acto en Madrid y en esa ciudad a la hora prefijada, se han presentado dos solas proposiciones...”. Una de ellas era de Don José Batlle y Hernández, vecino de Madrid, que ofrecía abonar al Estado el “6 y un céntimo por ciento” de la recaudación total, la otra la presentó, en Manila, Don Joaquín Batlle y Hernández y ofrecía abonar el 7 por ciento.

La concesión se adjudicó a don Joaquín Batlle, pero este autorizó a su hermano para que depositara la fianza definitiva y firmase el contrato en Madrid. Don José Batlle y Hernández, hemos visto que fue el iniciador de la telegrafía eléctrica en Filipinas como Subinspector del Cuerpo de Telégrafos y se jubiló el 31 de marzo de 1882 con honores de Jefe Superior de Administración Civil. Parece ser que continuó en Manila e inicio negocios con los teléfonos.

## REFERENCIAS

- (1867). “El Telégrafo en Cuba”. *Revista de Telégrafos*. Págs. 61, 145, 161, 164 y 305.  
 (1869). “El Telégrafo en Cuba”. *Revista de Telégrafos*. Pág. 85.  
 (1873). “El Telégrafo en Cuba”. *Revista de Telégrafos*. Pág.45.  
 (1870). “El Telégrafo en Puerto Rico”. *Revista de Telégrafos*. Págs. 193, 223, 247, 257, 266, 274 y 285.  
 (1871). “El Telégrafo en Puerto Rico”. *Revista de Telégrafos*. Págs. 69, 86, 92 y 165.  
 BATLLE Y HERNÁNDEZ, J. (1877) “El Telégrafo en Filipinas”. *Revista de Telégrafos*.  
*Gaceta de Madrid*. Números correspondientes a las disposiciones oficiales que se citan.  
 (Consultas realizadas a través de Internet). [www.boe.es](http://www.boe.es)

HAIGH, K. R. (1978) *Cables and submarine cables*. Bowman-Rocastle, Caston Hill, Hertford, Herts.

ROMEO LOPEZ, J. M. (1993). *La Unión entre dos mundos. Los Cables Submarinos entre España e Hispanoamérica*. Instituto de la Ingeniería de España, Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación y Telefónica.

Este trabajo se ha realizado dentro del Convenio de Colaboración entre la Fundación Telefónica y el Departamento de Ingeniería Audiovisual y de Comunicaciones de la UPM.

Cuadro nº 1.

Línea	Provincias enlazadas	Estaciones Telegráficas	Estaciones Semafor.	Total	Km.	Núm. de hilos	Km.
Corregidor	Manila						
	Cavite	2	3	5	75	3-2-1	112
	Corregidor						
P.Santiago	Laguna	5	1	6	178	-2-1	192
	Batangas						
Cabo Bolinao	Balacan						
	Pampanga	4	1	5	112	-2-1	534
	Tarias						
Cabo Bojador	Pazgasinan						
	Vinon						
	Ileos Sur	7	1	8	350	-1-	350
	Ileos Norte						
Tayabas	Tayabas	2		2	90	-1-	90
Basalos a San Isidro	Nueva Ecija	2		2	47	-1-	47
Balacan a San Isidro	Nueva Ecija	2		2	66	-1-	66
Bacoles a Balenga	Balsan	1		1	47	-1-	47
Lingayen a Osa	Zambales	2		2	117	-1-	150
<b>9 Líneas</b>	<b>14 provincias</b>	<b>27</b>	<b>6</b>	<b>35</b>	<b>1.080</b>	<b>3-2-1</b>	<b>1.588</b>

# NUEVOS DATOS SOBRE LOS TELÉGRAFOS ELÉCTRICOS DE LOS RELOJEROS VALENCIANOS (1849)

JESÚS SÁNCHEZ MIÑANA  
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

## RESUMEN

*En esta comunicación se presentan los resultados de una investigación llevada a cabo sobre los relojeros (Francisco Rosa, Sebastián Alonso y Diego Báguena) que se sabe construyeron telégrafos eléctricos en Valencia en 1849. Se ha establecido la naturaleza de estas máquinas y se han documentado los esfuerzos de los artesanos para conseguir que fueran valoradas por diversas instancias. Se ha hecho un cierto seguimiento de sus actividades en los años siguientes que, particularmente en el caso de Rosa, muestra una dedicación creciente a la construcción de varios tipos de aparatos eléctricos. Desgraciadamente, con la excepción de los relojes eléctricos públicos, no han aparecido indicaciones sobre posibles usuarios de estos equipos. En los casos de Rosa y Alonso se han conseguido datos biográficos que se han incluido en el texto.*

**Palabras clave:** primeros telégrafos eléctricos, primeros aparatos eléctricos.

## ABSTRACT

*This communication presents the results of research done on the subject of the watchmakers (Francisco Rosa, Sebastián Alonso and Diego Báguena) who are known to have built electric telegraphs in Valencia in 1849. The nature of these machines has been established and the efforts of the craftsmen to have them evaluated by a number of instances have been documented. A partial follow-up of their activities in the following years has been carried out that, particularly in the case of Rosa, shows an increasing commitment with the construction of various kinds of electric instruments. Unfortunately, with the*

*exception of public electric clocks, no indications of actual users of this equipment have been found. In the case of Rosa and Alonso some biographical data have been obtained and are included in the text.*

**Keywords:** *early electric telegraphs, early electric devices.*

## 1. INTRODUCCIÓN

Es conocido que en 1849 los relojeros Sebastián Alonso y Diego Báguena por una parte, y Francisco Rosa por otra, presentaron a la Real Sociedad Económica de Amigos del País de Valencia, sendos telégrafos eléctricos por ellos construidos. La fuente de la noticia es un párrafo de un boletín de esa Económica [Olivé, 2004, 11], en que se alude también a que Rosa se había “hecho digno de honrosas demostraciones en la Corte”, y a un “nuevo aparato electromagnético” presentado “a última hora” a la Sociedad por los otros dos artesanos. Olivé añade que Alonso perteneció al Cuerpo de Telégrafos y que en su solicitud de ingreso, conservada en su expediente personal, alegó como mérito haber obtenido por su aparato una medalla de bronce en la Exposición de Industria de Madrid.

En esta comunicación se aportan nuevos datos sobre la peripecia de estos relojeros y sus telégrafos, los segundos más antiguos de que se tiene conocimiento en España, tras los que Joan Agell i Torrents presentó en 1845 a sus consocios de la Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona [Garcés de Marcilla, 1851, 317-320], y dejando aparte los trabajos pioneros del Dr. Salvà entre 1795 y 1804, en una etapa todavía prototelegráfica. Seguramente los aparatos valencianos respondieron a las expectativas de demanda que la rápida expansión de la telegrafía eléctrica en otros países hacía concebir, quizá no pensando tanto en las necesidades del Estado, todavía empeñado en dotarse de una red de torres ópticas, como en las de los ferrocarriles, para los que existían ya algunas concesiones, aunque solo funcionara entonces la pequeña línea de Barcelona a Mataró, por cierto, todavía sin telégrafo eléctrico.

En general se ha modernizado la ortografía de los textos antiguos citados.

## 2. LOS PASOS DE ROSA EN 1849

Rosa, “artista relojero” en Valencia, “calle del Mar, nº 35”, escribió el 27 de junio de 1849 a la Económica de la ciudad, haciéndole presente que estaba “construyendo un telégrafo eléctrico, igual a los que ha colocado el célebre Bréguet en varios puntos de Francia para servicio del Gobierno”, y pidiéndole que lo inspeccionara cuando estuviera terminado.

El dictamen de la Comisión de Ciencias Naturales y Exactas, firmado por Mariano Morte y José Llobet el 11 de julio, fue el siguiente<sup>1</sup>:

*“Personada esta Comisión en la casa del artista Rosa, tuvo el gusto de reconocer y observar el aparato que estaba construyendo, de cuyo útil invento están sacando tantas ventajas en Inglaterra y en Francia. El Sr. Rosa tuvo la mayor complacencia en poner de manifiesto y enterar a la Comisión de todas las partes que constituyen dicho aparato, dando las más cumplidas explicaciones sobre su mecanismo y satisfaciendo científicamente a las cuestiones que sobre sus funciones se le propusieron. En esta primera sesión y en las sucesivas dio a conocer el artífice sus conocimientos nada comunes en mecánica, en física y en química; cuya suma de conocimientos es tan necesaria para hacer con inteligencia y conocimiento de la teoría de su función el aparato de que se trata, y poder perfeccionar. Así lo ha practicado el Sr. Rosa con el que ha construido, pues ha sabido evitar la confusión que pudiera producirse con el doble movimiento de la plataforma donde va colocado el abecedario, e impidiendo su movimiento retrógrado; cuya circunstancia, que puede llamarse mejora, no se ve en el único que la Comisión tiene noticia existe en esta ciudad, traído de Francia.*

*Explicó también la teoría de un doble avisador que dé conocimiento de algún obstáculo que se note en la corriente eléctrica, cuya mejora de suma utilidad no ha podido aplicar al aparato que presenta, por sus pequeñas dimensiones, pero cuya aplicación es posible en otro de mayores.*

*Concluida ya la obra, la Comisión ha tenido el gusto de verla funcionar con exactitud, aunque en cortísima distancia, no bastante para apreciar su velocidad, y desearía que la Sociedad presenciara sus efectos a mayor distancia.*

*Según el resultado de la detenida inspección y observaciones que la Comisión ha practicado, tiene la satisfacción de manifestar a V. E. que el telégrafo eléctrico construido por el Sr. Rosa está verificado con todos los conocimientos y reglas de la ciencia y del arte, y se atreve a proponer a la consideración de V. E. el mérito de este entendido artista, cuyo talento y aplicación considera muy dignos de que reciban de V. E. la protección y estímulo con que tan generosa la Sociedad sabe recompensar los genios del país, considerándole acreedor a un testimonio de aprecio, como premio a sus estudios y laboriosidad.”*

Después de mostrar su telégrafo a la Económica de Valencia<sup>2</sup>, Rosa lo hizo funcionar aquel verano ante la Diputación y el Ayuntamiento de la ciudad, siendo después llamado

<sup>1</sup> Solicitud y dictamen se encuentran en el archivo de la Real Sociedad Económica de Amigos del País de Valencia (RSEAPV), 1849, C-123, V. Ciencias, n. 2.

<sup>2</sup> No solo lo mostró a la Comisión, sino también a la junta extraordinaria del 11 de julio en la que aquélla presentó su informe (Archivo de la RSEAPV, libros actas, n. 1, XI, 1844-1851):

*“Leído un extenso informe de la Comisión de Ciencias sobre el modelo de telégrafo eléctrico trabajado por el relojero D. Francisco Rosa, en el que se hace un cumplido elogio del mérito de este artista y de sus conocimientos en física, química y mecánica; y habiéndose presentado dicho artista y demostrado prácticamente sobre la mesa de la presidencia, a cuyos dos extremos se colocó el aparato, el buen efecto del mismo, comunicándose de un punto a otro la palabra Sociedad; se acordó vuelta a la Comisión para que con presencia de todo se sirva proponer el premio a que le considere acreedor”.*

“instantáneamente” a la Corte para que lo presentara al Ministro de la Gobernación, como lo verificó, al igual que con “varias otras personas de categoría e instrucción”. Así lo explicó él mismo<sup>3</sup>, al dirigirse en Madrid el 12 de setiembre a la Real Sociedad Económica Matritense de Amigos del País, ofreciendo presentarle también su aparato. El escrito proporciona el dato interesante de que había asistido a las “cátedras de mecánica y química aplicadas a las artes”, puestas “bajo la inspección” de la Económica valenciana<sup>4</sup>.

La Matritense nombró rápidamente una comisión para que examinara el telégrafo y dictaminara sobre él. La integraron Juan Antonio Seoane, presidente, Agustín de Marcoartú, Pedro Felipe Monlau, Pedro Miranda y Benito Amado Salazar, secretario, quienes se pronunciaron así el 19 de setiembre:

*“La comisión [...] ha reconocido minuciosamente este aparato y presenciado varios experimentos que, practicados por el autor, han sido bastantes para formar juicio del mecanismo y resultados que dicho modelo podría ofrecer en sus aplicaciones a la práctica.*

*La comisión opina que el aparato del Sr. Rosa, si bien llena la primera de las condiciones que se exigen a los instrumentos de esta clase, la de transmitir las señales, no lo verifica ni lo puede verificar con la ligereza y prontitud con que lo hacen los telégrafos eléctricos de Bréguet, Wheatstone y otros varios que en la actualidad funcionan en el extranjero, si bien podría mejorarse a favor de nuevas modificaciones y complicaciones de que quizá es susceptible este aparato.*

*Sin embargo, la comisión, al emitir su dictamen, no puede prescindir de tomar en consideración los antecedentes del Sr. Rosa y la circunstancia de haber construido su modelo sin ver los que están en uso en otras naciones, y ayudado únicamente de su ingenio y su afición formada con los estudios detenidos, pero simplemente teóricos, que se conoce ha hecho sobre la materia. Por esta razón, la comisión opina que la Sociedad puede ver funcionar el aparato del Sr. Rosa, y significar a éste, del modo que considere oportuno, el aprecio que le merece su laboriosidad, a fin de que la distinción que reciba de una corporación tan respetable le estimule a continuar en sus ensayos con el entusiasmo y celo que ha manifestado al emprenderlos.”*

Después de conocer este informe hubo diversidad de opiniones entre los asistentes a la junta que la Sociedad celebró el 29 de setiembre, sobre la distinción que debían conceder a Rosa. Uno se inclinó por medalla de plata, otro por recomendación al Gobierno, y un tercero (Monlau) por medalla de bronce y “carta de aprecio”. No hubo acuerdo y se decidió nombrar otra comisión para que hiciera una propuesta. Ésta, suscrita por Mariano Canencia y Castellanos y Ángel Justo Pasarón y Lastra, fue la recomendación (“recomendar al

<sup>3</sup> De la demostración ante el Ayuntamiento quedó constancia en el acta de su sesión de 16 de julio (Archivo Histórico Municipal de Valencia, libro de áctas de las sesiones del Ayuntamiento del año 1849):

*“Por el portero se dio aviso de que en la antesala estaba D. Francisco Rosa y suplicaba le permitiese el Ayuntamiento la honra de hacer funcionar ante el Cuerpo Municipal la máquina del telégrafo eléctrico construido por él mismo. Así se acordó, y habiéndolo verificado dio los mejores y más exactos resultados, lo cual dio lugar a que por unanimidad se acordara dar las gracias a su autor, pasándole al efecto el oportuno oficio”.*

<sup>4</sup> Consultado el libro de matrícula de estas cátedras, que corresponde al periodo 1834-49, no se le ha encontrado en las listas de mecánica. Sí aparece en las de química de los cursos 1846-47 y 1848-49. En ambos “se certificó”, es decir aprueba el examen (Archivo de la RSEAPV, libros actas, n. VIII).

Gobierno de S. M. al Sr. Rosa para que, si lo tiene por conveniente, utilice sus conocimientos, participando al interesado de este acuerdo”), que se aprobó definitivamente en la junta del 6 de octubre. Se conservan las minutas de las correspondientes comunicaciones, fechadas el 10, de la Matritense al Ministro de la Gobernación y a Rosa, en las que su Director reproduce casi textualmente el juicio de los primeros comisionados. La dirigida al Ministro termina diciendo que la recomendación servirá a Rosa:

*“... para proseguir ocupándose de la mejora del primer aparato construido entre nosotros y contribuirá asimismo poderosamente a formar hombres prácticos de que tanta necesidad tiene nuestra patria, si ha de llegar a utilizarse de este interesante descubrimiento moderno.”*

En las minutas queda, por otra parte, constancia de que Rosa después de mostrar su telégrafo a la primera comisión nombrada, lo hizo funcionar también ante una sesión de la Sociedad<sup>5</sup>.

Seguramente aprovechando su estancia en Madrid, Rosa solicitó el 14 de setiembre de 1849 privilegio de invención por cinco años para su telégrafo, pero, a lo que parece, no acompañó a su escrito memoria ni planos, por lo que el expediente no se tramitó. Si pidió la exención de los derechos correspondientes, mil reales. Probablemente le advertirían de que no podría eludir el pago de esta crecida suma, y se desentendió del asunto, no aportando más documentos. En cualquier caso, su intento indica confianza en la novedad de su máquina<sup>6</sup>.

Finalmente, en junta ordinaria celebrada el 21 de noviembre, la Económica de Valencia, a propuesta de su Comisión de Ciencias, acordó darle “un testimonio de aprecio”<sup>7</sup>.

### 3. LOS PASOS DE ALONSO Y BÁGUENA EN 1849

Solo cinco días después que Rosa, el 2 de julio de 1849, Alonso y Báguena, como él “artistas relojeros” vecinos de Valencia, dedicados “a la fabricación de una máquina de telégrafo eléctrico, y próximos ya a concluirla”, pidieron también a la Económica de la ciudad que inspeccionara su obra, con objeto de que, una vez concluida, pudieran “acreditar haber sido dirigida y ejecutada” por ellos. De nuevo Morte y Llobet dictaminaron así el 17 de noviembre<sup>8</sup>:

*“Encargada esta Comisión de inspeccionar el telégrafo eléctrico construido por los Sres. Alonso y Báguena, relojeros en esta ciudad, tuvo el gusto de observar y reco-*

<sup>5</sup> Toda la documentación relativa a la aproximación de Rosa a la Real Sociedad Económica Matritense de Amigos del País, se encuentra en el archivo de ésta, legajo 406/9.

<sup>6</sup> En el archivo histórico de la Oficina Española de Patentes y Marcas (OEPM), Madrid, expediente 885, se conserva un sobre que debió contener la solicitud de Rosa, con la siguiente anotación:

*“Este pliego cerrado no contiene ni plano ni explicación del objeto por que se pidió privilegio.*

*Don Francisco Rosa y Carim, vecino de Valencia, dirigió una solicitud simplemente pidiendo privilegio de invención por cinco años para la construcción de telégrafos eléctricos, exonerándole de todo gasto por esta gracia, con fecha 14 de setiembre de 1849”.*

<sup>7</sup> Archivo de la RSEAPV, libros actas, n. I, XL. 1844-1851.

<sup>8</sup> Solicitud y dictamen en el archivo de la RSEAPV, 1849, C-123, V. Ciencias, n. 3.

*nocer dicho aparato durante su construcción, y, luego de construido, verle funcionar.*

*La Comisión se enteró minuciosamente de cada una de las partes que componen el mencionado aparato, pues los Sres. Alonso y Báguena fueron enumerando una por una, indicando su colocación y el objeto para que servían, teniendo al propio tiempo la complacencia de contestar a cuantos preguntados se les dirigieron y dando con ello una prueba evidente de que no han sacado solo una copia fiel e idéntica del que existe en el Gabinete de Física y Química de esta Universidad, sino que tienen un conocimiento exacto de su función, aunque solo práctico, porque los referidos artistas carecen de conocimientos científicos, tan necesarios e indispensables, si no para construir la máquina en cuestión, sí a lo menos para resolver cualquiera duda, corregir algún obstáculo o defecto y demás que puede ocurrir al tiempo de funcionar el aparato.*

*La Comisión opina que la Sociedad pudiera recompensar el mérito de los mencionados artistas, y estimular su celo y aplicación con un oficio congratulatorio...*"

Esta propuesta de la Comisión fue aceptada en la misma junta ordinaria de 21 de noviembre que decidió la recompensa para Rosa.

A finales de 1849 Alonso y Báguena debieron pedir a la Económica que viera el "nuevo aparato electromagnético" a que se refiere el boletín de la Sociedad citado por Olivé. Seguramente era el motor que llevarían un año después a la exposición nacional de Madrid, aunque la única mención encontrada en las actas -quizá por error- sea una vez más a un telégrafo eléctrico<sup>9</sup>.

#### 4. ¿CÓMO ERAN LOS TELÉGRAFOS?

El telégrafo de Alonso y Báguena fue, pues, según el testimonio de los comisionados valencianos, una copia exacta del que la Universidad tenía en su Gabinete de Física y Química en 1849, traído de Francia. Éste era del tipo llamado de cuadrante, ya que al compararlo con el de Rosa, los socios de la Económica valenciana indican claramente que ambos tienen "una plataforma donde van colocadas las letras", y aluden al movimiento giratorio de un manipulador o indicador sobre ellas. Probablemente era un *Bréguet*, aparato ya por entonces bastante difundido y que iba a utilizarse durante muchos años, sobre todo en los ferrocarriles. El relojero Louis-François-Clément Bréguet, que lo construía en su taller de París, se había basado en el patentado en Inglaterra en 1840 por Charles Wheatstone.

El telégrafo de Rosa era, según él, "igual a los que ha colocado el célebre Bréguet en varios puntos de Francia para servicio del Gobierno", pero, a la vista del dictamen de quienes lo examinaron en Valencia, no parece que estas palabras deban interpretarse en sen-

<sup>9</sup> La junta de 2 de enero de 1850 quedó enterada "de que por el propio Sr. Director [de la Sociedad], oído el informe del catedrático de química aplicada a las artes D. José Monserrat, se había acordado pasase a la Comisión de Ciencias, en cuanto estuviese constituida, la exposición de los artistas relojeros de esta ciudad Alonso y Báguena, relativa al telégrafo eléctrico de que eran constructores". El asunto no volvió a tratarse en el resto del año (Archivo de la RSEAPV, libros actas, n. I, XI, 1844-1851).

tido estricto, sino más bien queriendo indicar que era del mismo tipo. Una versión propia, pues; quizá un prototipo o maqueta “de pequeñas dimensiones”, con alguna mejora como la que impedía el “movimiento retrógrado del manipulador”, fruto de un buen conocimiento de la máquina y de su funcionalidad.

Llama la atención la crítica que los comisionados de la Matritense hicieron al aparato de Rosa por su lentitud, en comparación con los “de Bréguet, Wheatstone y otros varios que en la actualidad funcionan en el extranjero”, achacable, según ellos, a haber sido construido sin tener éstos a la vista y basándose sólo en “estudios teóricos”. El telégrafo de Rosa era una versión mejorada del *Bréguet*, y éste a su vez lo era del *Wheatstone*. *Bréguet* era seguramente el aparato de la Universidad de Valencia, que Rosa no pudo dejar de ver. Entonces ¿por qué su telégrafo iba a funcionar peor? Los aparatos de cuadrante eran intrínsecamente lentos, y los socios de la Matritense, que no parece tuvieron delante los modelos extranjeros cuando compararon su funcionamiento con el de Rosa, pudieron tomar como defecto de éste lo que era común a todos. Cabe también especular que algún miembro de la comisión hubiera visto funcionar otros telégrafos de Wheatstone, los de una y dos agujas, que el profesor inglés desarrolló con William Cooke a partir de 1846, de concepción totalmente diferente a los de cuadrante, y mucho más rápidos. En cualquier caso, la valoración de las opiniones de los comisionados de las dos Económicas que intervinieron, requeriría del difícil ejercicio de estimar su competencia para juzgar, en un momento en que la aparición de aparatos como el de Rosa es el único signo conocido de actividad en España en materia de telegrafía eléctrica, mientras el Gobierno seguía extendiendo la óptica, y el primer telégrafo eléctrico operativo de que hay noticia, el del ferrocarril Madrid-Aranjuez, todavía iba a tardar tres años en llegar. Nada se ha podido averiguar sobre Morte y Llobet, los comisionados de Valencia, salvo que el primero era regidor del Ayuntamiento en 1853. En cuanto a los de Madrid, Monlau y Amado Salazar eran médicos, Seoane, futuro marqués del mismo nombre, jurista y político, y Marcoartú y Miranda ingenieros de caminos. Este último dirigía a la sazón las obras del ferrocarril de Madrid a Aranjuez [Sáenz, 1990], y sería a finales de 1854 redactor del excelente informe sobre telegrafía eléctrica que la Real Academia de Ciencias de Madrid emitió a petición del Gobierno, y posteriormente autor de un artículo sobre construcción de líneas telegráficas<sup>10</sup>.

## 5. EN LA EXPOSICIÓN DE LA INDUSTRIA ESPAÑOLA DE 1850

Los relojeros valencianos llevaron sus telégrafos y algunos otros aparatos a la Exposición de la Industria Española que, en su sexta edición desde 1827, tuvo lugar en los claustros del ex-convento de la Trinidad Calzada, en Madrid, durante los meses de noviembre y diciembre de 1850. En el catálogo figura esta entrada, con el número de orden de lle-

<sup>10</sup> “Informe de la Real Academia de Ciencias sobre telegrafía eléctrica, presentado a la misma por una comisión especial compuesta de los señores Don Vicente Santiago Masarnau, Don Manuel Rioz y Pedraja y Don Pedro Miranda, redactor, y aprobado en sesión general de 29 de Diciembre de 1854. Madrid: por Aguado. Impresor de Cámara de S. M. y de su Real Casa. 1856”. MIRANDA, P (1856) “Telegrafía eléctrica”, *Revista de Caminos de Hierro y de Telégrafos Eléctricos*, I, en tres entregas, págs. 110 (alambres), 118 (postes) y 126 (aisladores).

gada al certamen y el precio en reales de vellón de los artículos:

*“75. Valencia.- D. Sebastián Alfonso [sic], D. Diego Báguena, artifices relojeros. Un reloj de torre de cuartos y horas, 3500 rs.*

*Un pequeño movimiento [sic] de rotación movido por la fuerza electro-magnética, 400.*

*Un telégrafo eléctrico, 700.”*

Y en un suplemento al catálogo, más escuetamente, aparece:

*“Núm. 205. D. Francisco de la Rosa. Valencia. Aparatos electro-magnéticos.”<sup>11</sup>*

La Memoria de la Junta Calificadora de la Exposición proporciona alguna información más:

*“La merecen [la atención], al contrario, los dos aparatos eléctricos construidos en Valencia por D. Sebastián Alonso y D. Diego Báguena [sic] (número 75). El primero se reduce simplemente a un pequeño movimiento de rotación, susceptible de muy útiles aplicaciones, y producido por la fuerza electromagnética; el segundo es un telégrafo eléctrico, que funciona muy regularmente, y cuyos resultados ha visto la Junta con satisfacción. Una y otra máquina suponen conocimientos en la física no comunes, y están además bien construidas. Recomienda, por otra parte, a estos artistas, un reloj de torre, con horas y cuartos, de un trabajo prolijo, y cuyas piezas parecen acabadas con la mayor exactitud, en sus detalles y pormenores. La Junta los considera dignos de la medalla de bronce.*

*Propone, con igual justicia, la mención honorífica para D. Francisco de la Rosa, por el acierto con que ha sabido aplicar la electricidad a varios mecanismos felizmente combinados, y cuyas muestras designa el número 205. Se reducen a un telégrafo electro-magnético, que la Junta no ha visto operar; pero que cree de buen efecto por la exactitud de su trabajo, a un avisador y un reloj electro-magnético de sobremesa, y a otro telegráfico de la misma clase, los cuales reúnen, a juzgar solo por su aspecto, todas las cualidades que exigen sus aplicaciones.”<sup>12</sup>*

## 6. RELOJES ELÉCTRICOS EN VALENCIA

Las técnicas desarrolladas para la telegrafía permitían sincronizar eléctricamente con un reloj maestro de péndulo los cuadrantes remotos conectados a él mediante líneas de alambres, haciendo posible lograr la uniformidad de la hora que precisaba la cada vez más compleja vida urbana o la explotación de los nuevos caminos de hierro. En 1850 estas motivaciones todavía debían ser ajenas a la Corte, y Rosa, por lo que hasta ahora se sabe, pionero en España en construir estos relojes eléctricos, tuvo que conformarse con la mención honorífica en la Exposición para el conjunto de sus artículos. Pero no se desanimó; al poco

<sup>11</sup> *“Catálogo de los productos de la industria española, por el orden que han llegado para la exposición pública de este año de 1850 [...] Madrid [...] 1850”* y *“Suplemento al catálogo de los productos de la industria española, por el orden que han llegado para la exposición pública de este año de 1850 [...] Madrid [...] 1850”*.

<sup>12</sup> *“Memoria presentada al Excmo. Señor Ministro de Comercio, Instrucción y Obras Públicas por la junta calificadora de los productos de la industria española, reunidos en la exposición pública de 1850. Madrid [...] 1851”*.

tiempo un periódico de Valencia escribía:

*"Tenemos entendido que el estudioso joven D. Francisco la Rosa, de cuyos adelantos en el electro-magnetismo nos hemos ocupado algunas veces, va a presentar al Excmo. Ayuntamiento una proposición, que, si fuera admitida, daría por resultado la adopción de una de esas mejoras que suelen dar al viajero la medida de la importancia y cultura de la población que visita.*

*Una de las aplicaciones útiles del electro-magnetismo consiste en establecer en el centro de una ciudad un reloj-tipo, el cual por medio de alambres conductores de la electricidad comunica a cuadrantes situados a largas distancias todas las oscilaciones de su péndulo con una exactitud matemática: el efecto que esto produce es que todos los relojes movidos por las corrientes electro-magnéticas señalan una misma hora, un mismo minuto, un mismo segundo, y desaparece el desacuerdo que existe entre los relojes ordinarios por muy perfeccionados que estén. El número de los cuadrantes que han de recibir el movimiento del reloj electro-magnético no influye en el mecanismo de éste, pues puede aumentarse hasta lo infinito aumentando a proporción la fuerza de las corrientes, lo cual es en extremo fácil. Esta mejora se halla planteada en París, Londres, Milán, y en otras grandes capitales donde por este medio se ha conseguido que rija un mismo reloj para los establecimientos públicos, y que sea en extremo fácil a los particulares tomarlo por tipo para el arreglo de los suyos. También se emplea en los ferro-carriles, donde el acuerdo de los relojes en todas las estaciones es de grande importancia para la entrada y salida de los trenes, especialmente en los de una sola vía."*<sup>13</sup>

Seguramente el periódico estaba reproduciendo palabras del propio Rosa, cuya oferta de reloj "electromagnético" pasó el 6 de marzo a una comisión del Ayuntamiento encargada de estudiar la construcción de un nuevo reloj para el Miguelete, la torre de la catedral, comisión que ya tenía en su poder otras dos de aparatos convencionales, una de ellas de Vicente Garrigues, encargado del reloj que se trataba de sustituir, hecha conjuntamente con Alonso y Báguena, y otra de Pascual Marqués, "relojero constructor" de Valencia<sup>14</sup>. El *Diario Mercantil* de Valencia del 22 de marzo expresaba así su decepción por esta medida:

*"La proposición del señor La Rosa para construir un reloj electro-magneto-telegráfico no ha sido aún admitida por el ayuntamiento: tenemos entendido que se ha mandado formar un expediente, y que va a seguir este asunto una marcha lenta que inspira a los que deseaban esta mejora mucha desconfianza de verla establecida en Valencia. Sentimos habernos equivocado al creer que el ayuntamiento se apresuraría a utilizar los conocimientos del señor La Rosa y a aceptar un pensamiento digno de ser planteado en una ciudad que en otros ramos, no sujetos a la incumbencia de la municipalidad, progresa rápidamente..."*<sup>15</sup>

<sup>13</sup> Cita textual del *Diario de Barcelona* de 3 de marzo de 1851, pág. 1328, de un diario de Valencia no especificado. Debe tratarse del *Diario Mercantil*, pues otro periódico de Barcelona del mismo día, *El Ancora*, lo cita como fuente de la noticia que da sobre el mismo asunto, pero ello no se ha podido confirmar porque en la colección consultada en la Hemeroteca Municipal de Valencia faltan algunos ejemplares por esos días.

<sup>14</sup> Archivo histórico del Ayuntamiento de Valencia, libro de actas de las sesiones del Ayuntamiento de 1851, D-294, sesiones de 20, 23 y 30 de enero y 6 de marzo.

<sup>15</sup> Este artículo termina con la noticia "de un periódico francés del 9 de marzo", referente a una proposición hecha por Dumont y Callaud al Consejo Municipal de Nantes para establecer relojes eléctricos. Callaud, relojero de la ciudad, daría años después su nombre a una de las pilas más usadas en telegrafía a lo largo del siglo XIX. ¿Encontraría la noticia el propio periódico o se la proporcionaría Rosa?

Al final nada debió hacerse, ya que dos años después el Ayuntamiento volvió a ocuparse del reloj eléctrico, al parecer esta vez respondiendo a una iniciativa del ingeniero militar valenciano Ambrosio Garcés de Marcilla. En la sesión de 21 de abril de 1853 se nombró una nueva comisión, cuyo dictamen llevó el 13 de junio a que se aceptara una proposición de Garrigues, Alonso y Báguena de instalar en la torre un reloj de péndulo que “con la adición de un pequeño mecanismo” podía “transmitir la electricidad por cualquiera de los medios de que puede hacerse uso”. En manos de la misma comisión quedaba todavía el estudio de la ubicación de los cuadrantes repetidores de la hora y la formación del correspondiente presupuesto. Después de volver a tratar el asunto el 24 de noviembre, el Ayuntamiento decidió finalmente el 15 de diciembre “establecer la electricidad y transmitir la hora a la esfera que ha de emplazarse sobre la fachada de la Capilla de Nuestra Señora de los Desamparados”<sup>16</sup>.

## 7. ÚLTIMAS NOTICIAS

Del 4 al 10 de octubre de 1860, un mes después de la muerte prematura de Francisco Rosa, se celebró en el Museo de Pinturas establecido en el ex-convento de Carmelitas de Valencia una Exposición General organizada por la Económica de la ciudad, a la que concurrió su hijo Federico con diversos aparatos eléctricos. Las matrices de los recibos expedidos por la Sociedad registran ocho “cajas electromédicas” de diversos tamaños, algunas “con todos los enseres para que el facultativo pueda aplicar la electricidad”, “un telégrafo eléctrico indicador y comunicador”, “un telégrafo electro magneto acústico”, “un aparato Volta electro magneto terapéutico para extracción de los dientes”, “una bobina de inducción”, “un motor eléctrico” y “un calendario”<sup>17</sup>. A esta lista el *Diario Mercantil* del 10 de octubre añade una “alarma eléctrica” y un “campanólogo eléctrico”, con una breve reseña de cada aparato, que permite hacerse alguna idea de su naturaleza.

El indicador y el comunicador son, respectivamente, el receptor y el transmisor del telégrafo tipo Bréguet cuyo primer modelo Rosa dio a conocer en 1849, mientras que el telégrafo electro-magneto-acústico se compone de dos campanas de distinto tono que se pueden

<sup>16</sup> Una noticia del *Diario de Barcelona* de 30 de abril de 1853, págs. 3076-77, fechada en Valencia el 27, dice así: “Tenemos entendido que el Excelentísimo Ayuntamiento ha tratado decididamente de establecer un reloj eléctrico, que fije al mismo tiempo la hora en todos los puntos más distantes del viejo y mal seguro reloj actual. Mucho aplaudimos esta indisputable mejora, que honra a la Municipalidad que la lleva a cabo con el mismo interés que otras, ya bien conocidas. Creemos que la proposición relativa al establecimiento del nuevo reloj eléctrico fue presentada por el señor Garcés de Marcilla, entendido jefe del Cuerpo de Ingenieros, y aceptada enseguida por el Ayuntamiento, que en el acto nombró una comisión de su seno para que emitiera prontamente su dictamen...”

Garcés, a la sazón destinado en Barcelona, acababa de proponer la misma actuación al Alcalde de esta ciudad [Sánchez Miñana, 2004, 205-209]. El acta de la sesión del Ayuntamiento de Valencia del 21 de abril (libro de 1853), recoge simplemente la toma en consideración de “una propuesta para establecer en esta ciudad un reloj tipo que por transmisión eléctrica comunique la hora a los puntos que se estime conveniente”, y el acuerdo de nombrar una comisión “para que, reuniendo cuantos antecedentes crea oportunos, informe sobre el particular”. En el mismo libro pueden verse las otras actas citadas.

<sup>17</sup> Archivo de la RSEAPV, 1860, C-147, IX Exposición General.

hacer sonar a distancia mediante martillos accionados por electroimanes y así transmitir mensajes utilizando un código de toques convenido. El motor eléctrico aparentemente funciona convirtiendo el movimiento lineal de piezas atraídas por electroimanes en movimiento de rotación de un volante alrededor de su eje mediante bielas y excéntricas. La alarma corresponde a un timbre eléctrico actual de campanilla. El campanólogo, basado como el timbre en un electroimán, sirve “para que todos los relojes eléctricos de una capital toquen las horas a un mismo tiempo”, y el calendario, que muestra los días, los meses y “el curso de la luna en los 29 días y medio”, se conecta a un reloj eléctrico de sobremesa, cambiando la fecha a las doce de la noche. Todos los demás aparatos son, al parecer, generadores de corriente alterna para uso en medicina, basados en la utilización de la bobina de inducción, conocida también como bobina o carrete de Rhumkorff, por el nombre del constructor francés que la popularizó; el *Diario*, que no aclara su aplicación en la extracción de los dientes (¿anestesia?), escribe:

*“Por medio de estos aparatos, el médico puede producir toda clase de sensaciones, aun las más vivas, en el organismo humano, sin alterar los tejidos, por rápida y repetida que sea su aplicación.*

*Valiéndose de este agente terapéutico, podrá el facultativo obtener grandes y maravillosos resultados. En general, las aplicaciones de la electricidad han sido recomendadas por varios médicos, para todas las afecciones nerviosas, como reumatismo, parálisis, gota, neuralgia; para reanimar las funciones digestivas suspendidas por los movimientos peristálticos, y otras varias enfermedades.”*

## 8. ALGUNOS DATOS BIOGRÁFICOS

Francisco Rosa y Carim<sup>8</sup> nació en Mahón en 1825 o 1826. Era hijo de Vicente Rosa y Siri o Ciri, veneciano, y de Ventura o Buenaventura Carim y Rosselló, de Vinebre (Tarragona), casados en 1803. La pareja se instaló en la parroquia de Santa María del Mar de Barcelona, ejerciendo Vicente la profesión de relojero. Éste, tras un posterior traslado de la familia a las Baleares, fue nombrado en 1823 secretario de la Comandancia General de las Islas, con sede en Mahón. Francisco, seguramente uno de los más jóvenes de los al menos nueve hermanos que superaron la primera infancia y se dispersaron por el mundo, vivió en Valencia desde los cuatro años, y casó con Leonor García y Lluesma, natural de la ciudad. Murió en su casa de Temple, nº 5, a causa de “tumores”, el 8 de setiembre de 1860, a los 34 años, dejando viuda y tres hijos: Federico, de 20 o 21 años<sup>9</sup>, una niña, Ana, y un

<sup>8</sup> La mayor parte de los datos que siguen proceden directamente o se han obtenido con la ayuda de documentos del archivo personal de Eduardo Rosa, residente en la Argentina y descendiente por línea directa de un hermano mayor de Francisco, que amablemente los ha facilitado al autor. En el Archivo Histórico Municipal de Valencia se ha encontrado la partida de defunción de Francisco (nº 3511 en la película 1251), y su inscripción con su familia en el padrón de 1850 en la calle del Mar, nº 35, bajo (leg. 65, cuaderno “Cuartel del Mar, Barº 2º”, firmado por “el celador” el 19 de febrero).

<sup>9</sup> Con esta edad no parece que Federico pudiera ser hijo biológico de Francisco. Quizá si lo fuera de su mujer, que le llevaba seis años.

niño, éstos de corta edad. Le sobrevivió también en Valencia un hermano llamado Jaime, como él relojero de profesión, natural de Palma de Mallorca<sup>20</sup>.

De Sebastián Alonso y Just, pendiente un estudio exhaustivo de su expediente de telegrafista, se sabe que nació el 18 de junio de 1814, ingresó en el Cuerpo como ordenanza de 2ª clase el 3 de enero de 1853 y, muy próximo a la jubilación, causó baja por enfermedad el 11 de marzo de 1878, siendo Director de 3ª clase<sup>21</sup>. De Diego Báguena nada se ha podido averiguar. Debe mencionarse, sin embargo, que un relojero llamado Julio Báguena y Serrador, domiciliado en la calle de S. Vicente, nº 93, de Valencia, llevó a la Exposición Regional de 1867 una “sonería eléctrica con seis pilas anexas a ella”<sup>22</sup>, y que en la ciudad existió hasta los años cincuenta del siglo XX una Relojería Báguena.

## 9. CONSIDERACIONES ADICIONALES

Hay que recalcar que tanto Alonso y Báguena como Rosa no solo se interesaron por los telégrafos, sino también por otros aparatos eléctricos. En el estado actual del conocimiento de la introducción de las aplicaciones de la electricidad en España es poco prudente señalar prioridades, pero no puede dudarse de que estos artesanos valencianos forman parte de un reducido grupo de pioneros.

Por otra parte, la salida comercial de sus productos debió ser más bien pequeña. A este respecto es muy elocuente la crónica de una exposición abierta en Valencia por Federico Rosa, justo un año después de la muerte de su padre. El autor da cuenta de que se ha presentado una “colección de aparatos empleados en las varias aplicaciones de la electricidad a las artes”, principalmente “relativos a la telegrafía, a la medicina, a la relojería y a la música”, y comenta:

*“No hay, que sepamos, en España, talleres donde se fabriquen estos útiles, y los muchos que se emplean en los trabajos de los proyectos de los ferro-carriles, son todos introducidos del extranjero.*

*Pues bien, hoy se fabrican en Valencia con esmero y perfección. A fuerza de perseverancia, con sus propios recursos, luchando contra viento y marea, y, digámoslo en alta voz, con recursos bien escasos, el joven Federico La Rosa, en su exposición, lo acaba de probar. Su colección constituye un capital, y debe asegurar un porvenir a la familia de la que hoy es el jefe y el solo sostén.*

<sup>20</sup> Jaime Rosa y Carim pidió a la Económica valenciana el 10 de diciembre de 1847 que examinara un nuevo modelo de reloj de torre construido por él, y una comisión de la Sociedad lo vio funcionar a los pocos días y emitió informe. Jaime solicitó privilegio de invención por cinco años el 9 de febrero de 1848 y lo obtuvo el 31 de marzo siguiente previo pago de los preceptivos mil reales, indicio, quizá, de mejor fortuna que la de su hermano Francisco (Archivos de la RSEAPV, 1847, C-118, II Industria y Artes, n.16, e histórico de la OEPM, expediente nº 404). Muchos años después tenía “una buena tienda de relojería”, según escribió el 10 de setiembre de 1874 la viuda de Francisco a su cuñado Vicente Rosa y Carim (Archivo personal de Eduardo Rosa).

<sup>21</sup> Archivo de la antigua Secretaría General de Comunicaciones, Madrid.

<sup>22</sup> Archivo de la RSEAPV, 1867, C-174, IX Exposición regional, n. 11. Relación de expositores. El establecimiento que presenta el aparato es el del ya mencionado Pascual Marqués, que da su dirección en Plaza de Cajeros, 10, Valencia.

*La lucha en la cual Don Francisco La Rosa ha gastado su vida, sin alcanzar el premio que le estaba debido, a los diez y siete años la aceptó a su vez cuerpo a cuerpo su hijo. Como su padre, animado del sagrado entusiasmo que hace célebres a los hombres; como él, amante de su arte; como él dotado de viveza de imaginación que constituye el genio, ha continuado su obra, y prueba altamente que la puede llevar a efecto.*"<sup>23</sup>

Según el *Diario Mercantil* del 6 de octubre de 1861, tras la exposición Federico Rosa se disponía a viajar a Madrid para dar a conocer allí sus aparatos. Desde luego en Valencia no debió conseguir abrirse camino, pues se sabe que en 1873, ya casado, era relojero en Toledo<sup>24</sup>.

Finalmente, resulta interesante que Francisco Rosa fuera llamado a Madrid para presentar su telégrafo al Ministro de la Gobernación. Titular de esta cartera era entonces Luis José Sartorius y Tapia, Conde de San Luis, quien la ocuparía hasta comienzos de 1851. El dato puede corroborar la atribución a este personaje -por otra parte impulsor de la telegrafía óptica- de un temprano interés en el nuevo medio de comunicación, hasta ahora sustentada solamente en la dedicatoria que le hizo Garcés de Marcilla de su ya citado libro, primero en castellano sobre telegrafía eléctrica, por "el nombramiento de una comisión para que se ocupara en la construcción de una comunicación electro-telegráfica entre Madrid y Aranjuez"<sup>25</sup>.

<sup>23</sup> De "Exposición de instrumentos eléctricos en Valencia", firmado "H. C. Landrin, ingeniero civil", en *Revista Peninsular-ultramarina de Caminos de Hierro, Telégrafos, Navegación e Industria*, año VI, n° 267, de 21 de octubre de 1861, págs. 333-34. La exposición había tenido lugar en el Liceo de Valencia los días 3 al 7, y en ella se presentó una colección parecida a la del año anterior, con la adición de diversas pilas y una máquina eléctrica de Ramsden y otros aparatos de electrostática (Véase el *Diario Mercantil de Valencia* del 2 y 6 de octubre de 1861). Federico Rosa tenía, como se ha dicho, 20 o 21 años a la muerte de su padre; quizá fue a los 17 cuando empezó a trabajar con él, y a ello se refirió Landrin en su artículo.

<sup>24</sup> Carta de su hermana Ana a su tío Vicente Rosa y Carim, de 25 de marzo de 1873 (Archivo personal de Eduardo Rosa).

<sup>25</sup> A este respecto conviene hacer referencia a un artículo de *La Ilustración*, de Madrid, de 3 de mayo de 1851, titulado "Los telégrafos en España" y firmado "M. R.", iniciales que, como las "R. de M. R." de otros artículos de la misma revista, seguramente corresponden a Ramón de Mesonero Romanos. Trata con mucho detalle de la situación de la telegrafía óptica en España y termina refiriéndose a un informe pedido por el Ministerio de la Gobernación al Brigadier Mathé "sobre establecimiento de telégrafos electromagnéticos", medida que el responsable de los ópticos habría aconsejado posponer en España hasta que, con la llegada de los ferrocarriles y la mejora de la seguridad en los caminos, corriera menos riesgo la integridad de las líneas que se construyeran. La noticia no permite saber si la iniciativa del informe correspondió a Sartorius, quien dejó el Ministerio en enero del mismo año, o a su sucesor, Fermín Arteta.

## BIBLIOGRAFÍA

- GARCÉS DE MARCILLA, A. (1851) *Tratado de telegrafía eléctrica*, Barcelona.
- OLIVÉ, S. (2004) *El nacimiento de la telecomunicación en España. El Cuerpo de Telégrafos (1854-1868)*, Madrid, FUNDETEL.
- SÁENZ RIDRUEJO, F. (1990) *Ingenieros de Caminos del siglo XIX*, Madrid.
- SÁNCHEZ MIÑANA, J. (2004) “El ingeniero militar Ambrosio Garcés de Marcilla (1816-1859) y su contribución a la introducción del telégrafo eléctrico en España”, en *Quaderns d'Història de l'Enginyeria*, volum VI, Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona, 161-223.



# LOS TELÉGRAFOS ÓPTICOS EN LA PRIMERA MITAD DEL SIGLO XIX

JOSÉ MARÍA ROMERO LÓPEZ  
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

RAFAEL ROMERO FRÍAS  
FUNDACIÓN TELEFÓNICA

## RESUMEN

*Al final del siglo XVIII, varios científicos experimentaban con telégrafos eléctricos: sin embargo los procedimientos disponibles para producir electricidad no facilitaban su utilización. Como consecuencia se desarrollaron telégrafos ópticos en varios países. El más conocido, fue el del francés Chappe inaugurado en 1794, y que contó con la frustrada competencia del español Agustín de Betancourt y del francés Breguet.*

*En 1795 Gamble ideó un dispositivo que se usó por el ejército británico en 1810 en las Líneas de Torres Vedras, en Portugal, durante las llamadas Guerras Peninsulares. Otro sistema inglés que entró en servicio a finales de 1796, tuvo problemas de visibilidad en el clima británico y fue sustituido por otro debido a Sir Hofman Popham.*

*A partir de 1846 José María Mathé construyó una red de telégrafos ópticos en la Península. En 1805, el Teniente Coronel de Ingenieros Francisco Hurtado creó un sistema telegráfico óptico. Durante las Guerras Carlistas se construyeron líneas de telegrafía óptica para uso militar de distintos sistemas.*

*En el presente trabajo se realizará un análisis de los sistemas militares citados que coinciden en fechas y en ejércitos aliados.*

**Palabras clave:** *Telegrafía óptica, telégrafo óptico, telégrafo eléctrico, semáforo, Chappe, Betancourt, Breguet, Gamble, Popham, Mathé, Hurtado, Murria, Guerras Peninsulares, Guerras Carlistas.*

**ABSTRACT**

*By the end of the XVIII century, several experts were developing research studies on electric telegraph systems; however, the electricity production systems that were available at that time did not make their use any easier. Consequently, several optical systems were developed in several countries. The best known amongst them was designed by the French national Chappe, and started its service in 1794, with the frustrated competition by the Spaniard Agustín de Betancour and the French Breguet.*

*In 1795 Gamble developed a device that was later used by the British army in 1810 at Torres Vedras in Portugal, during the so called Peninsular Wars. Another English system that came into service by the end of 1796 had visibility problems due to British weather conditions and was then replaced by another system developed by Sir Hofman Popham.*

*From 1846 José María Mathe built an optical telegraph network in the Spanish peninsula. In 1805, the Engineer Lieutenant Colonel Francisco Hurtado developed an optical telegraphic system. During the Carlistas Wars optical telegraph lines were built for different systems with military use.*

*Several analysis of the different above mentioned military systems that coincide in date and allied armies are included herein below.*

**Keywords:** *Optical telegraph systems, optical telegraphy, electric telegraph, electric telegraphy, semaphore, Chappe, Betancourt, Breguet, Gamble, Popham, Mathé, Hurtado, Murria. Peninsula Wars, Carlist Wars.*

En 1672 el Burgomaestre de Magdeburgo y físico alemán, Otto von Guericke desarrolló la primera máquina electrostática para producir cargas eléctricas. Un siglo después, hacia 1730, Stephen Gray demostró que algunos cuerpos conducían la electricidad mientras que otros eran aislantes. Como consecuencia, logró transportar la electricidad a distancia a lo largo de un alambre. En 1745 E. G. von Kleist y Pieter von Muschenbroek, descubren la Botella de Leyden, que almacena electricidad estática y fue la base del Condensador Eléctrico. Con este dispositivo se realizaron frecuentes demostraciones de hacer pasar su descarga a través de una cadena de personas cogidas de las manos o a través de un hilo largo, utilizando la tierra como vuelta del circuito.

En el número del 17 de Febrero de 1753 se publica un escrito, fechado en Renfrew el 1 de febrero y firmado simplemente C. M., que se considera como la primera propuesta de un telégrafo eléctrico. En él describe como conversar utilizando tantos hilos como letras, al aplicar la corriente procedente de una máquina electrostática mediante una barra de vidrio a un extremo, de un hilo, en el otro extremo se atraerá una bolita de saúco que indicarla la letra correspondiente.

Puede observarse que desde el primer momento de conocerse la existencia de la electricidad y de la posibilidad de progresión del fluido a lo largo de un hilo, se pensó en aplicarlo a la comunicación escrita a distancia. A partir de entonces cada vez que se hacía algún nuevo descubrimiento en el conocimiento del fenómeno eléctrico se aplicaba aquel a esa posibilidad de comunicación. Parece por tanto que de alguna manera en la sociedad de la época existía alguna preocupación sobre la posibilidad de comunicación a distancia tanto rápida como sin necesidad de desplazamiento. El razonamiento también puede ser que al utilizarse la electricidad solamente con fines experimentales, al tratar de encontrarle una aplicación a esa facilidad de progresión a través de un hilo, se piensa en enviar señales que permitan la comunicación, conversación decían entonces, a una cierta distancia.

Es evidente que no se consiguió un sistema realmente fiable, y cuando las necesidades de la guerra en Francia durante la Revolución, exigieron un sistema de comunicación a distancia, Chappé abandonó sus experiencias con electricidad y desarrolló el Telégrafo Óptico, y precisamente fue a éste al que se denominó Telégrafo, por la característica de comunicación a distancia en contra de la idea de Chappé de denominarlo Taquígrafo, por

referencia al sistema de codificación para transmitir menos caracteres que las letras de la palabra correspondiente.

A partir del invento de Chappe fueron varios los sistemas de telegrafía óptica que se desarrollaron en diferentes países. Al principio, como hemos dicho, la razón pudo ser el satisfacer las necesidades de comunicación que no resolvía la electricidad; pero los desarrollos continuaron cuando ya existía telégrafo eléctrico. En estos casos las aplicaciones fueron fundamentalmente militares y de comunicación con barcos desde tierra. De alguna manera podría decirse que eran las necesidades que luego solucionaría la Radio.

Llegados a este punto debemos hacer una consideración de tipo personal. Hasta ahora los investigadores de la historia de la telecomunicación habíamos utilizado la bibliografía accesible en las bibliotecas y archivos habituales, sin embargo, desde que tenemos la facilidad de “buscar” información a través de Internet, se ha abierto un nuevo campo de información. De esta manera hemos encontrado referencias que han permitido relacionar entre sí algunos de los procedimientos de telegrafía óptica o semafórica utilizados en varios países en épocas coincidentes.

Durante el invierno de 1790 a 1791, los hermanos Chappe comenzaron a experimentar con telégrafos. El primer modelo que probaron fue denominado como “sistema de péndulo” o “sistema sincronizado”. No satisfechos con el experimento probaron otro con un panel con cinco persianas, con las que podían hacerse las combinaciones de 2 elementos tomados de 5 en 5, es decir,  $2^5 = 32$ . Ignacio Chappe comentó tiempo después que los objetos alargados son más visibles que los paneles verticales que habían empleado hasta entonces. Como consecuencia, adoptaron el sistema conocido como modelo Chappe que se utilizó desde 1793 a 1852.

A partir de entonces otros científicos y militares desarrollaron en diferentes países otros sistemas, algunos no tuvieron éxito como los de Edgeworth, en Irlanda, en 1794 y 1796.

En 1794, el consejero real sueco, Abraham Niclas Edelcrantz, inició experimentos en telegrafía óptica, desarrollando modelos, en unos casos, similares a los de Chappe, y en otros totalmente diferentes. El primero de ellos constaba de dos aspas dobles que giraban a diferentes alturas en un mástil vertical, cada una de ellas podía adoptar cuatro posiciones y por tanto se obtenían 16 combinaciones. Sin embargo lo desechó rápidamente y adoptó otro compuesto por un panel vertical con seis persianas, con las que se podían efectuar las combinaciones de dos elementos tomados de seis en seis, es decir, 64. En este caso Edelcrantz prefirió el panel vertical frente a los objetos alargados.

En 1795, Gamble ofreció al Almirantazgo un diseño con 5 piezas superpuestas; pero se prefirió el de Murray, con un panel con seis persianas como el desechado por los hermanos Chappe.

En 1805, durante la Batalla de Trafalgar el almirante británico Sir Home Pophan puso en práctica el código de banderas para la Marina, que pervivió durante mucho tiempo. Ese mismo año y en la misma zona, durante la alianza hispano francesa y por iniciativa del Capitán General de Andalucía, General Solano, el Teniente Coronel de Ingenieros Don Francisco Hurtado, ideó un sistema telegráfico. Con este telégrafo se establecieron cuatro líneas que desde Cádiz llegaban a Sanlúcar de Barrameda, Medina Sidonia, Chiclana y Jerez.

En este telégrafo el dispositivo para efectuar las señales consistía en un mástil en el que a diferentes alturas existían dos aspas, cada una de las cuales podía adoptar cinco posiciones, separadas 45°, al girar por medio de unas poleas enclavadas en el mástil. Por tanto, eran posibles 25 combinaciones, que se reducían a 24 al suprimir la correspondiente a las dos aspas en posición vertical.

Estas 24 combinaciones se hacían corresponder a las letras del alfabeto y a las cifras. Quedaban suprimidas algunas letras, que en la práctica no afectaban a la inteligibilidad de las palabras. No obstante, se utilizaban diccionarios para codificar palabras o frases. Para esta codificación se utilizaban tres cifras, con las que se podían hacer 812 combinaciones, ya que se suprimían 19 que correspondían a indicaciones para la operación telegráfica, y todas aquellas en que se repetía alguna cifra (33, 442,...).

Este telégrafo prestó sus mejores servicios durante los días posteriores a la Batalla de Trafalgar, ya que permitió llevar auxilios rápidamente a los naufragios y a las arribadas peligrosas.

Dada la fecha de construcción de este sistema y la buena relación política y militar entre Francia y España, cabe pensar que este telégrafo estuvo inspirado en el de Chappe, utilizando exclusivamente las combinaciones correspondientes a la posición vertical del "regulador" de aquel. Es significativo a este respecto que, años más tarde, en Francia, se adoptó como primer telégrafo eléctrico el de los señores Foy y Breguet, que utilizaban dos agujas imantadas como "indicadores" o aspas del telégrafo de Chappe, situadas en los extremos del "regulador" en posición horizontal. En este caso se identificaban cada una de las 49 combinaciones posibles, con las letras del alfabeto, las cifras y las indicaciones de servicio. No cabe duda de que la solución de Hurtado mejoraba la visibilidad de las posiciones del telégrafo, ya que eran cinco en vez de siete.

En 1806, el artillero francés Dupillon ideó un semáforo inspirado en el telégrafo de Chappe, y compuesto por tres brazos móviles independientes fijados a un mástil vertical. En la práctica era muy similar al de Hurtado. En 1807 se adoptó en Francia este modelo y se construyó una red de Semáforos a lo largo de las costas.

En 1807 el coronel británico Pasley publicó en *Tilloch's Philosophical Magazine*, v. 29, p. 292 (1807), un modelo que constaba de un mástil con cuatro pares de brazos, pero cuando en 1810 fue destinado al Mediterráneo y conoció el semáforo francés, se entusiasmó con él y lo describió en *Tillotson's Philosophical Magazine*, vol. 35, p. 339 (1810).

En 1808 se desmontaron las instalaciones del telégrafo de Hurtado, quedando solo en servicio la línea de Cádiz a Santi Petri por Torregorda y la Isla de León, que presto servicio durante el sitio. Terminado éste, se volvieron a instalar las líneas de Jerez y Chiclana, que duraron hasta 1820, en que se desmontaron, como consecuencia de la revolución. Solo quedó en servicio la de Cádiz a la Cortadura de San Fernando.

En 1811, durante la Guerra de la Independencia, el ejército británico utilizó en las Líneas de Torres Vedras, en Portugal, uno de los modelos de Gamble, denominado "radiated"; si bien solo se utilizaron tres de los cinco brazos de los que originalmente constaba.

En 1816 el almirante Home Pophan presenta un semáforo o telégrafo, con dos aspas que giran a diferentes alturas en un mástil vertical, exactamente igual que el de Hurtado y

no solo logró que su dispositivo fuera adoptado por el Almirantazgo, sino que se construyó una cadena de semáforos, para sustituir al de Murray que tenía problemas de visibilidad en el clima de las Islas Británicas. Habría que recordar que el almirante Popham estuvo en Cádiz, en la batalla de Trafalgar, y es probable que conociera el telégrafo de Hurtado.

Ese mismo problema de visibilidad existía en las líneas de telégrafo óptico terrestre y para sustituir las colaboraron Popham y Pasley. Por fin se adoptó el sistema de este último que consistía en dos aspas que giraban sobre el extremo de un mástil. Hasta ahora, creemos que ninguno de los estudios sobre telegrafía óptica, que hemos realizado en España, había tenido en cuenta que los sistemas de “brazos”, como el de Chappe, no son simétricos, es decir, no se ven lo mismo en un sentido que en otro. Esto se pone de manifiesto en el sistema de Pasley, en el que, para resolver ese inconveniente, utilizaba un pequeño travesaño horizontal fijo en la base del mástil, que según se viera a la derecha o izquierda, indicaba la interpretación de los signos.

Sir Charles William Pasley, desde su primera publicación en 1897, continuó interesándose por los telégrafos y semáforos, especialmente en su utilización nocturna y, ya General, publicó un artículo litografiado llamado “*Observations on Nocturnal Signals in General* (Chatham: Royal Engineers, 1823)”.

En 1825, el General Don Ambrosio de la Cuadra, propuso un telégrafo cuyo dispositivo de presentación constaba de un mástil en cuyo extremo superior, dos aspas adoptaban alguna de las 21 posiciones posibles, considerando ángulos de 45° y eliminando las verticales. De estas 21 posiciones se utilizaban 17 para las letras y los números, y 4 para indicaciones de servicio. Este mismo sistema se utilizó en 1863, por el General Salamanca durante la Guerra Carlista. No cabe duda de que el sistema era similar al propuesto en 1823 por el General Sir Charles William Pasley, y a partir del cual se adoptaron los semáforos como señalización en los ferrocarriles. En 1829, el Teniente Coronel Don Mateo Hurtado, posiblemente familiar del que ideó el telégrafo de Cádiz, montó este sobre un carruaje para facilitar su desplazamiento.

En 1833, se inauguró la línea entre Berlín y Coblenza del telégrafo óptico alemán, que utilizaba seis aspas móviles, agrupadas de dos en dos a diferentes alturas de un mástil vertical, con lo que se conseguían 4.096 combinaciones.

En 1836, durante la Guerra Carlista, el General Don Manuel Santa Cruz, del Ejército de Operaciones del Norte, estableció líneas de telégrafo óptico que, partiendo de Logroño, llegaban a Pamplona y Vitoria. El sistema consistía en un mástil, con dos travesaños fijos a diferentes alturas y dos discos, uno a cada lado del mástil, que podían variar su posición respecto a los travesaños fijos. Cada disco podía tomar siete posiciones respecto a los travesaños, con lo que se conseguían 49 combinaciones. Para la codificación se empleaban diccionarios o catálogos de frases.

Como veremos a continuación es grande la similitud de este sistema con el del Brigadier José María Mathé, si bien el de Santa Cruz, tiene todos los inconvenientes y ninguna de las ventajas del de Mathé.

En 1839, se propone en Holanda un telégrafo con seis discos que giran sobre su diámetro horizontal con lo que se consiguen dos posiciones. Los seis discos se sitúan horizontalmente, de dos en dos, en tres niveles verticales. Los discos se situaban en mástiles o en

los tejados de los propios edificios. De este sistema quedó constancia, hasta épocas recientes, en la isla de Curaçao.

En 1844, el Ministro de la Gobernación del Gobierno español, aprobaba el proyecto de sistema de telegrafía óptica presentado por el Brigadier Don José María Mathé, bien conocido por los que suscriben esta comunicación. El telégrafo óptico español, estaba constituido por un gran panel con franjas oscuras y un dispositivo con desplazamiento vertical, que según su posición respecto a las franjas representa los 10 dígitos de 0 al 9, y dos interesantes signos, uno de repetición y otro de anulación del anterior. Como hemos visto, tanto los hermanos Chappe como los británicos prefirieron los sistemas de “brazos” frente a los de paneles, debido a la visibilidad sobre el horizonte. Sobre este tema de la visibilidad, José María Romeo López ha llamado la atención sobre ese inconveniente en el sistema de Mathé, que le obligó a situar las torres próximas a pasos montañosos, de forma que las visuales entre ellas sobrepasaran las cumbres, ya que sobre el fondo azulado de las laderas de las montañas no se distinguían bien las señales.

Sin embargo tiene una importante ventaja sobre los de “brazos”, e incluso sobre los de paneles, como el Murray y similares. La ventaja es que es simétrico, es decir, los signos son iguales en los dos sentidos de la transmisión. La otra ventaja que ya hemos defendido en varias ocasiones los que suscribimos esta comunicación, es su facilidad de codificación, al representar claramente dígitos.

En 1848 el Brigadier Mathé colaboró, independientemente de su cargo, en el Ministerio de la Gobernación, en la construcción de alguna línea militar de telegrafía óptica en Cataluña durante la Guerra Carlista. De hecho se dispone de un libro titulado “Diccionario y tablas de transmisión”... “compuesto por orden del Exmo. Señor Marques del Duero”,... “por el Brigadier de Caballería don José María Mathé”, editado en Barcelona en 1849. El diccionario está compuesto por tablas de doble entrada con 10 dígitos. Se conservan algunas torres muy próximas a las de la línea civil. Por tanto cabe pensar que Mathé construyó su línea hacia el norte y utilizó en ella el mismo sistema de la línea civil.

En el “Estudio Histórico del Cuerpo de Ingenieros del Ejercito”, Madrid 1911, se indica que, en 1848, el Coronel de Ingenieros Don Manuel Ramón García construyó una línea de telegrafía óptica en Cataluña, que unía Barcelona, Manresa y Vich y otras poblaciones. El sistema consistía en un mástil en el que a mitad de altura existía un travesaño con un disco en cada uno de sus extremos. En el extremo superior del mástil había una polea mediante la cual se movía verticalmente una bola. Aun más en el “Estudio Histórico” se dice que para solucionar el problema de la asimetría del sistema en cada uno de los dos sentidos de transmisión, el Coronel Don Francisco Casanova, sustituyó uno de los discos por una flecha y la bola por un cilindro.

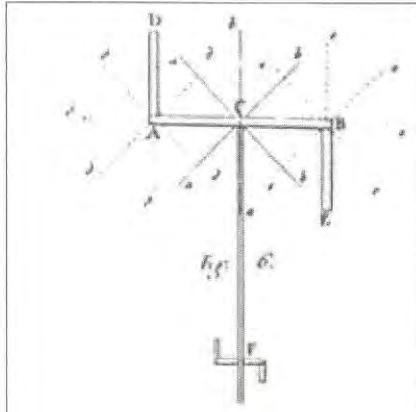
También, en 1848, el Coronel Don Eusebio de Santos con la colaboración de don Joaquín Montenegro, Comandante de Ingenieros de Manila, sustituyó el sistema de Chappe, utilizado en las torres vigías de Filipinas, por otro que se conservó hasta el establecimiento de la telegrafía eléctrica. Este sistema se componía de un mástil con tres aspas giratorias a diferentes alturas, que podían tomar seis posiciones, con lo que se disponía de 342 señales. Podemos recordar su similitud con el Semáforo costero francés creado por Dupillon y que se instaló en las costas de Francia en 1803.

Como ya se ha dicho, durante la Guerra Carlista el General Don Manuel Salamanca utilizó un sistema de telégrafo óptico que era similar al propuesto en 1825, por el General Don Ambrosio de la Cuadra así como al propuesto en 1823, por el General Sir Charles William Pasley, y a partir del cual, se adoptaron los semáforos como señalización en los ferrocarriles.

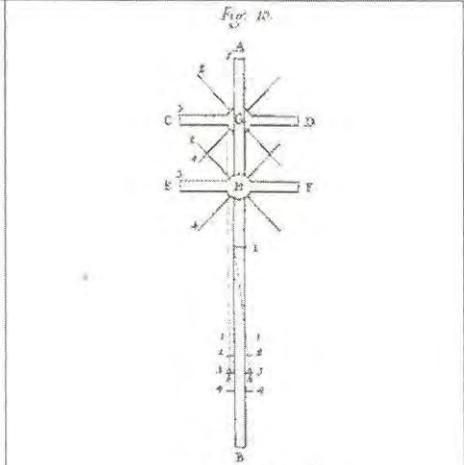
En 1872, con motivo de la interrupción por los carlistas de la comunicación entre Bilbao y Castro Urdiales, la Dirección General de Telégrafos envió a Don Antonio Villahermosa para restablecerla mediante un sistema de telegrafía óptica de su invención; pero por estar las alturas próximas tomadas por los carlistas no pudo conseguir su propósito. El sistema era similar al de Hurtado en Cádiz y al de Popham en Inglaterra. La novedad estaba en utilizar una tela detrás de la señal, para mejorar el contraste de las señales. Esto podría tener sentido si el contraste de color entre tela y "brazos" era importante, pero contradice la teoría de la mejor visibilidad de los "brazos".

## REFERENCIAS

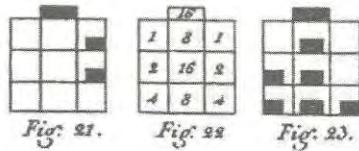
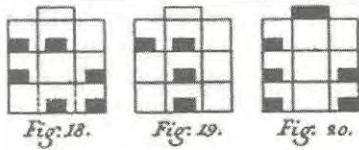
- ROMEO LÓPEZ, J. M. (1990). *Historia de las Telecomunicaciones. Exposición Histórica de las Telecomunicaciones*. Secretaría General de comunicaciones. Ministerio de Transportes, Turismo y Comunicaciones. Madrid.
- ROMEO LÓPEZ J. M. "Comunicaciones mediante señales ópticas en Castilla, en la Edad Media". Actas del IV Congreso de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas. Valladolid 22-27 septiembre de 1986, Págs. 801 a 809.
- OLIVÉ ROIG, S. (1993) *Historia de la Telegrafía Óptica en España*. Escuela Oficial de Comunicaciones.
- SUÁREZ SAAVEDRA, A. (1880) *Tratado de Telegrafía y nociones suficientes de la Post.*, Segunda Edición. Zaragoza. 1880.
- PEHRSON, B. (1997) *The Swedish Telegraph*. Telecommunication History. Royal Institute of Technology. Sweden. [www.sics.se/~fredrik/telesys/KTH98/L10/sld008.htm](http://www.sics.se/~fredrik/telesys/KTH98/L10/sld008.htm)
- ELLYS M. "Bristol and the Optical Telegraph". Telecom Heritage, Issue 26. <http://atcseditor.freeyellow.com/optical.htm>.
- CALVERT. J. B. "The Origin of the Railway Semaphore" [www.du.edu/~jcalvert/railway/semaphor/semhist.htm](http://www.du.edu/~jcalvert/railway/semaphor/semhist.htm)
- CALVERT. J. B. "Tidal Information by Ball Signal" [www.du.edu/~jcalvert/railway/balls.htm](http://www.du.edu/~jcalvert/railway/balls.htm)
- HINSON. J. "The Speaking Telegraph, 140 years of communication". [www.signalbox.org/branches/jh/telegraph.htm](http://www.signalbox.org/branches/jh/telegraph.htm)
- ROMEO LÓPEZ, J. M. ROMERO FRÍAS, R. "Comienzos de la telefonía en España. Como ejemplo: Aragón" III Simposio de Historia de las Técnicas. La industrialización: Innovación tecnológica e iniciativa industrial Zaragoza, 13-16 de septiembre del 2000.
- Memorial de Ingenieros* (1911). Archivo Histórico Militar.
- Recording Signalling Methods, Technology, Equipment & History for Posterity. The Royal Signals. Mechanical Telegraphy. [www.royalsignals.org.uk/](http://www.royalsignals.org.uk/)

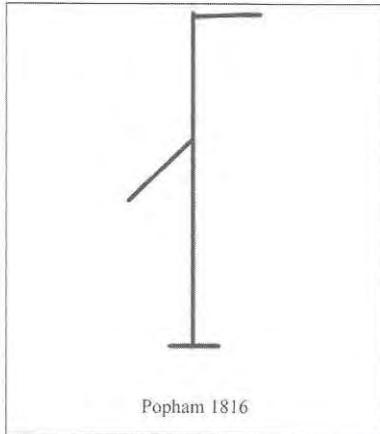


Chappe 1793



Edelcrantz 1794

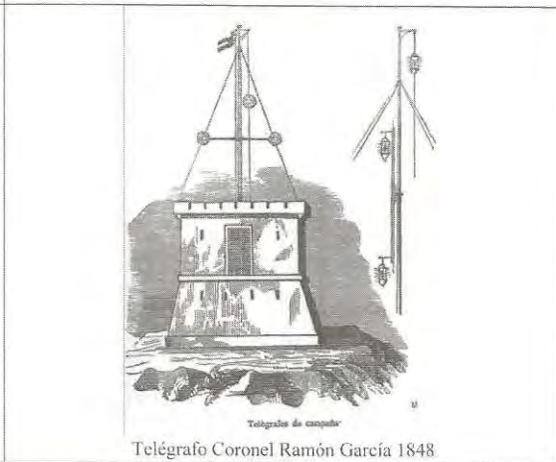
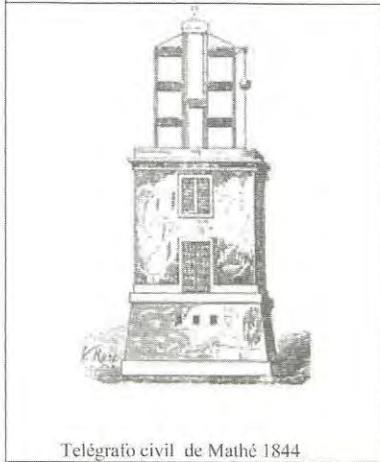
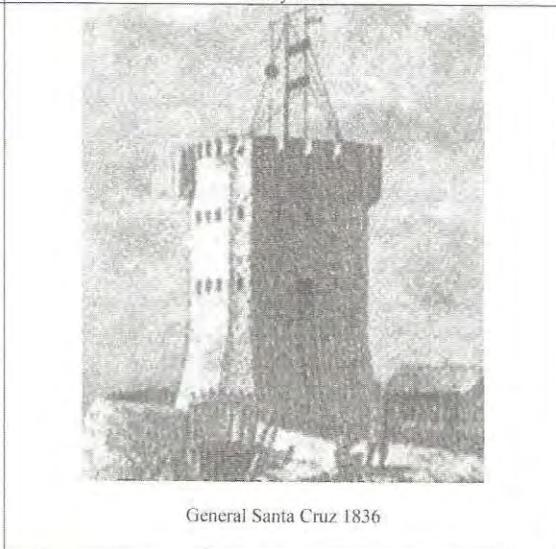
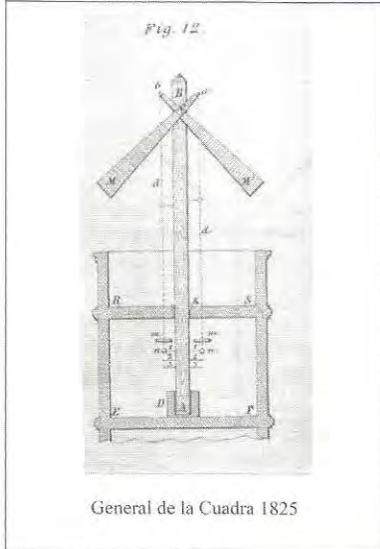


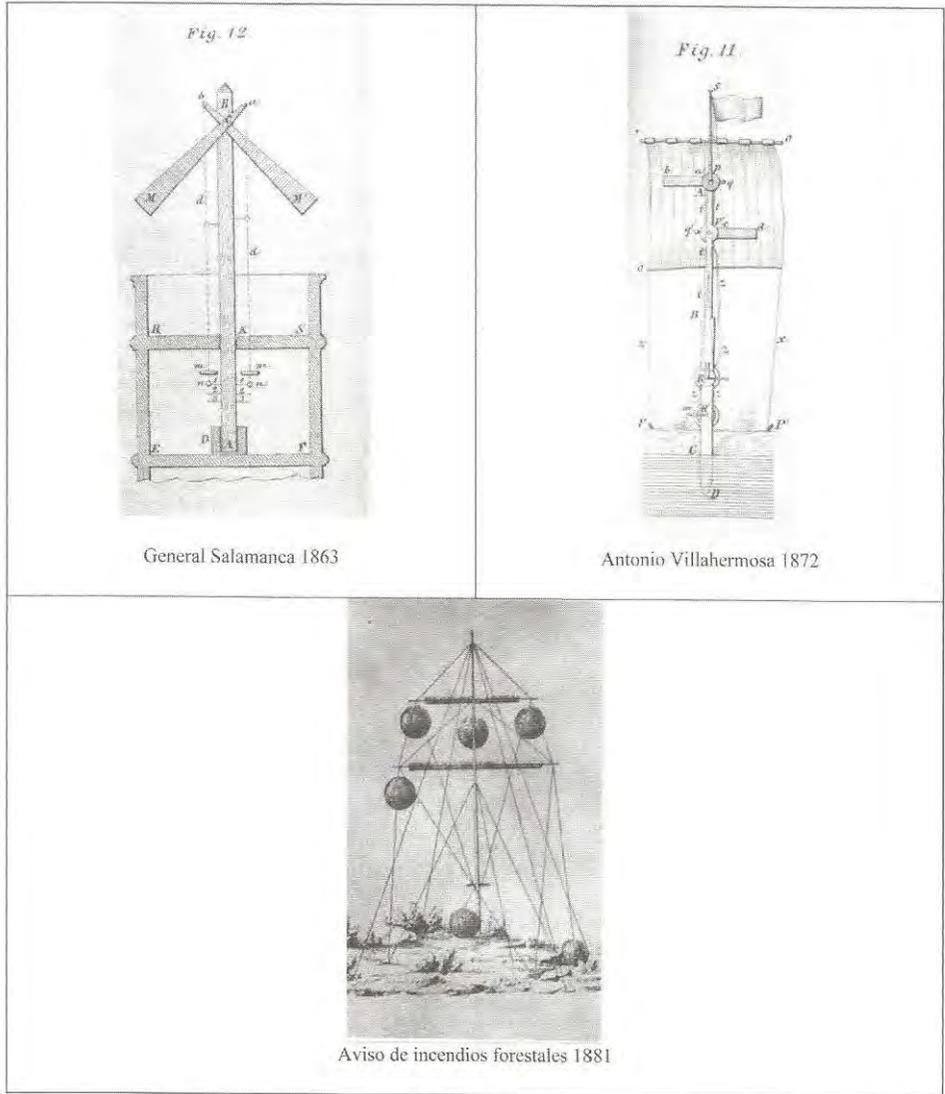


**Pasley's Semaphore Code**

A 1	B 2	C 3	D 4	E 5	F 6	G 7	H 8	I, J 9	K 0	L
M	N	O	P	Q	R	S	T	U, V	W	X
Y	Z	repeat	stop	finish	alpha	dictionary	numeric			

Pasley 1822





Este trabajo se ha realizado dentro del Convenio de Colaboración entre la Fundación Telefónica y el Departamento de Ingeniería Audiovisual y de Comunicaciones de la UPM.



# TORRE CHICA, LA ÚLTIMA TORRE DE TELEGRAFÍA ÓPTICA

CARLOS SÁNCHEZ RUIZ  
I.E.S. ISLA DE LEÓN, SAN FERNANDO (CÁDIZ)

## RESUMEN

*La historia de la telecomunicación española ha sido muy importante para la Bahía de Cádiz, desde el primer telégrafo óptico de Betancourt (1799-1800) hasta las líneas civiles de Mathé (1844-1857). TORRE CHICA, en San Fernando, fue la última torre de la Línea telegráfica de Andalucía de Mathé, que comunicaba Madrid con Cádiz en pocas horas (1853-1857). Esta torre establecía contacto con otras torres gaditanas, aunque sólo se conserva el Torreón de Puertatierra. Sin embargo, cerca del Real Observatorio de la Armada y de Torre Chica permanece una torre vigía conocida como Torre Alta que, desde 1702, ha desarrollado un sistema de vigilancia marítima mediante señales de banderas con otra vigía en Cádiz (desde 1778 con Torre Tavira) para controlar el puerto de Cádiz. Ambas torres, situadas en el cerro de Torre Alta, muestran perfectamente la evolución de la telecomunicación española, desde el "telégrafo marino" hasta el telégrafo óptico. Otro aspecto, que aumenta el valor especial de Torre Chica, fue la creación de las cuatro líneas militares de telegrafía óptica en Cádiz, de Francisco Hurtado (1805-1820); posiblemente hubo un puesto telegráfico de Hurtado en la zona de Camposoto, y tal vez en Torre Alta..*

**Palabras clave:** *Telecomunicación en Cádiz, Telegrafía óptica en Cádiz, Telégrafo óptico. Torre telegráfica.*

## ABSTRACT

*The history of spanish telecommunications has been very important for Cadiz Bay, from the first optical telegraph of Betancourt (1799-1800) to the civil lines of Mathé. TORRE CHICA, in San Fernando, was the last Mathé tower of the Andalusian telegraph line, which communicated Madrid with Cadiz in a few hours (1853-1857). This tower made*

*contact with others Gaditans towers, although Torreón of Puertatierra is the only one which is preserved. However, near the Royal Observatory of Spanish Navy and Torre Chica, still remains a watchtower known by Torre Alta, which has developed since 1702 a sea vigilance system by flag signs, between another Gaditans watchtowers (since 1778 between Torre Tavira and Torre Alta) to control Cadiz Port. Both towers, situated in Torre Alta's hill show perfectly the evolution of the Spanish telecommunication, from the "marine telegraph" to the optical telegraph. Another reason, which increases the special value of Torre Chica, was the creation of the four military lines of optical telegraph of Francisco Hurtado (1805-1820); maybe there was an telegraph post in the area of Camposoto and perhaps in Torre Alta.*

**Keywords:** *Telecommunication in Cadiz, Optical telegraphy in Cadiz, Optical telegraph, Telegraph tower.*

En el año 2005 se ha conmemorando el 150 aniversario de la telegrafía eléctrica en España, ya que en abril de 1855 se publicó la Ley que permitió su desarrollo. El Museo Postal y Telegráfico de Madrid, con la colaboración de la Asociación de Amigos de la Telegrafía, organizó una exposición itinerante sobre esta celebración y la publicación del catálogo de la exposición. De esta forma se continua la recuperación de la historia de la telegrafía eléctrica, así como la de la anterior telegrafía óptica, que desde hace varias décadas algunos investigadores (Olivé Roig, Bahamonde, Martínez Lorente, Otero, Romeo, Romero Frías...) habían iniciado.

En Andalucía, salvo excepciones<sup>1</sup>, ha sido un tema muy desconocido. Tampoco han aparecido estudios que muestren la importancia que Cádiz tuvo en los principios de la telegrafía española durante el siglo XIX. Queremos demostrar con esta comunicación que *Torre Chica*, la última torre de nuestra telegrafía óptica, representó la culminación de varios intentos anteriores de mejorar la telecomunicación española en la Bahía de Cádiz, preparando su inmediata sustitución por las líneas de telegrafía eléctrica.

## INICIOS DE LA TELECOMUNICACIÓN EN LA BAHÍA DE CÁDIZ

Desde épocas muy remotas, se habían empleado señales visuales o acústicas para enviar mensajes a largas distancias. Ya desde la Antigüedad, incluidos los griegos y los romanos, se aprovecharon diversos tipos de señales (fuegos, humos, campanas, banderas...) para comunicar mensajes que ya estaban previamente acordados. Durante la Edad Media tenemos constancia de que en España y otros países existieron diversas líneas de torres almenaras (o atalayas) que vigilaban las fronteras de cada reino o sus costas. Estas almenaras frecuentemente empleaban señales visuales, de humo por el día y de fuego durante la noche. Si nos referimos a la Bahía de Cádiz, sabemos que desde el siglo XVI la ciudad de

<sup>1</sup> Clavero Berlanga, José, *El telégrafo en Málaga (1857-1930)*, Universidad de Málaga, Málaga, 2000.

Cádiz acordó un convenio de señales de socorro<sup>2</sup> para solicitar ayuda a otras poblaciones cercanas (El Puerto de Santa María y Jerez de la Frontera) si se producían los frecuentes ataques costeros de sus enemigos.

Fue mucho más importante la presencia en la Bahía de un sistema de vigía marítima que funcionó desde el siglo XVIII hasta el siglo XX. Esta vigilancia sólo disponía de dos torres vigías que se comunicaban entre sí para controlar el tráfico de buques en el puerto de Cádiz: la primera estuvo instalada en una de las torres miradores de Cádiz (a partir de 1778 exclusivamente en *Torre Tavira*); y la segunda vigía estuvo siempre en **Torre Alta**, una antigua torre situada cerca del Real Observatorio de la Armada de San Fernando. Curiosamente, en 1840 el director del Observatorio tuvo que rechazar el traslado del servicio de la vigía al edificio principal del Real Observatorio de la Armada, por los ruidos de sus banderas y la incómoda presencia de su personal.

Este sistema de “*telégrafo marino*”<sup>3</sup> utilizaba señales visuales mediante la combinación de cuatro tipos de banderas en cinco posiciones distintas, por lo que en realidad no llegó a convertirse en una auténtica telegrafía; se trataba pues de un catálogo de señales prefijadas y por tanto no puede considerarse una telecomunicación moderna y compleja (que se inició en 1793 con el telégrafo óptico de Chappe). Las observaciones diarias de las vigías marítimas de Cádiz y de San Fernando se publicaron en el “*Parte Oficial de la Vigía Marítima*”, con un detalle pormenorizado de los buques entrantes y salientes del puerto de Cádiz y una minuciosa enumeración de sus mercancías. Estas vigías estaban al servicio de las autoridades de la marina militar, bajo el mando directo del Capitán General del Departamento marítimo, con sede en San Fernando (Cádiz).

## LA TELEGRAFÍA ÓPTICA EN CÁDIZ

A finales del siglo XVIII el francés Chappe da a conocer su telégrafo óptico y muy pronto Agustín de Betancourt presentó el primer telégrafo óptico español. La primera línea telegráfica española de Betancourt, Madrid-Aranjuez, parece que no se amplió hasta Andalucía. Sin embargo, el segundo telégrafo óptico español tuvo su único escenario en la bahía gaditana: fueron las *Líneas telegráficas de Cádiz*, diseñadas y organizadas por el ingeniero de ejército *Francisco Hurtado*<sup>4</sup>. Aunque no conservamos actualmente todos los puestos telegráficos de estas cuatro líneas (Cádiz-Chiclana de la Frontera; Cádiz-Medina Sidonia; Cádiz-Jerez de la Frontera; y Cádiz-Sanlúcar de Barrameda), recientemente se ha restaurado en Cádiz la *Torre Principal*<sup>5</sup>, conocida como la *Torre del Gobierno Militar* (o

<sup>2</sup> Hipólito Sancho, *Historia del Puerto de Santa María*, p.208; en Actas capitulares de Jerez, cabildo 30-8-1503, folio 474v; y en Actas capitulares de El Puerto, cabildo 28-6-1577, folio 279.

<sup>3</sup> “Plano de señas reserbadas que se executara en la Torre de la Vigía de Cádiz para la comunicación con el Departamento de la Ysla de León”, Archivo General de Simancas, MP y D-XVI-33, 1779.

<sup>4</sup> *Estudio Histórico del Cuerpo de Ingenieros del Ejército*, Tomo II, Madrid, Sucesores de Rivadeneyra, 1911, pags. 274-280; y en “Resumen histórico de su organización y servicios durante la Guerra de la Independencia”, Memorial de Ingenieros del Ejército, Mayo 1908, Año LXIII, Cuarta Época, Num. V, pags. 343-344.

<sup>5</sup> “Cádiz: instalación en el Gobierno Militar, antiguo Pabellón de Ingenieros, en 1806, de una torre... con presupuesto y plano en color de 1806 de la torre, de su planta y alzado.”. Archivo General de Segovia. Legajo 1027 Telégrafos, letra C (1806-1936). Es un informe de 1806 en el que se justifica la construcción de la torre en 1805.

antiguo Pabellón de Ingenieros). En San Fernando, también existió un puesto telegráfico en la zona de Camposoto<sup>6</sup>, y tal vez otro en Torre Alta. Este telégrafo de la costa gaditana, al servicio del gobernador militar, funcionó desde 1805 (desde la batalla naval de Trafalgar) hasta 1820 (hasta la rebelión militar de Riego y Quiroga). El mecanismo óptico, de tipo semaforico, del ingeniero Hurtado consistía en un mástil con dos paletas móviles de madera; también se utilizaron códigos alfabéticos que se fueron alternando con catálogos de frases para lograr una mayor rapidez en la transmisión telegráfica. Durante el asedio francés a Cádiz, el diario *El Conciso y el Redactor General* publicaron los partes telegráficos que daban testimonio del enfrentamiento diario entre las líneas francesas y españolas.

El tercer telégrafo óptico (1831-1838) que Juan José Lerena instaló entre los palacios reales (Madrid, Aranjuez...) no tuvo ninguna presencia en Andalucía.



Ilustración 1: Torre telegráfica de Mathé. (Fuente: Olivé 1990)

Hasta 1848 no volvió a funcionar la telegrafía óptica en territorio andaluz, ya que desde 1844 José María Mathé había desarrollado una red nacional, compuesta por tres líneas civiles de telegrafía óptica, a pesar de que otros países ya estaban iniciando la telegrafía eléctrica. De 1848 a 1851 Mathé construyó la *Línea telegráfica de Andalucía*, desde Madrid hasta Cádiz, atravesando las provincias de Toledo, Ciudad Real, Córdoba y Sevilla. La Línea de Andalucía de Mathé estaba compuesta por 59 torres, además de una torre en el ramal a la capital sevillana. En 1848 ya funcionaba el tramo Madrid-Puertollano y dos años más tarde, en 1850, su funcionamiento alcanzaba la ciudad de Sevilla. En 1851 se completaba la línea hasta Cádiz capital y hasta Torregorda; poco después, en 1853, se añadió la torre nº 59, en San Fernando, casi al mismo tiempo que Mathé ya estudiaba la sustitución de las torres ópticas por la telegrafía eléctrica (1852-1855). Por tanto, la línea andaluza de

<sup>6</sup> En el plano del "Puerto de Cádiz y de sus alrededores" de Wasserman, aparece la referencia "telégrafo de Gulbuero" en la zona de Camposoto. Se puede consultar dicho plano en Adolfo de Castro, *Cádiz en la Guerra de la Independencia*, Cádiz, Revista Médica, 1862.

telegrafía óptica estaba ya desfasada desde sus propios inicios, aunque hay que reconocer que su organización y personal fueron esenciales para el incipiente Cuerpo de Telégrafos.

Después de investigar la Línea telegráfica de Andalucía, hemos comprobado que sólo permanecen en pie 16 torres, casi todas en un deficiente estado de conservación. De Madrid a Fuencaliente (Ciudad Real) quedan cuatro torres y muchos topónimos (“*cerro del telégrafo*” o similares) que recuerdan los lugares en los que estuvieron las torres. En Andalucía, de Cárdeña hasta Cádiz se conservan 12 torres: cinco en la provincia de Córdoba, cinco en la provincia sevillana y dos en la provincia de Cádiz. Por otra parte, no se encuentran muchos topónimos (“*telégrafo*”) en las provincias andaluzas.

Analizando la situación actual en Cádiz, hemos constatado que de las cinco torres construidas sólo se conservan la nº 57, que es el actual *Torreón de Puertatierra* (en Cádiz), y la nº 59, llamada *Torre Chica* (en San Fernando). La torre telegráfica de Cádiz, también nombrada antiguamente la *Torre Mathé*, se ha convertido en un símbolo de la capital gaditana, ya que se ha integrado perfectamente en sus murallas, en el único acceso terrestre a sus fortificaciones; su aspecto diferente a las típicas torres de Mathé y las reformas posteriores han complicado su identificación, pero actualmente no hay ninguna duda, ya que muchos grabados y documentos demuestran su construcción en 1851<sup>7</sup>. También, hemos comprobado que los periódicos gaditanos publicaron el primer telegrama procedente de Madrid en septiembre de 1851. La torre nº 58, en el torreón de Torregorda, fue construida casi al mismo tiempo que la de Puerta Tierra; según indica Olivé Roig (1990), uno de sus torreros ya estaba destinado en Torregorda en abril de 1851.

En definitiva, la Bahía de Cádiz dispuso de varios sistemas de telecomunicación desde épocas anteriores como las señales defensivas de sus almenaras o castillos hasta las señales marítimas de las vigías del puerto de Cádiz (en Torre Tavira y en Torre Alta). A principios del siglo XIX, Cádiz fue pionera en el desarrollo de la telegrafía óptica con la presencia de las líneas telegráficas de Hurtado. Posteriormente, aunque de forma tardía, disfrutó del sistema telegráfico más perfeccionado hasta el momento, la Línea de Andalucía de Mathé. La coexistencia durante el siglo XIX de estos sistemas nos muestra la gran importancia que Cádiz tuvo en la historia de la telecomunicación española.

## TORRE CHICA, LA ÚLTIMA TORRE DE TELEGRAFÍA ÓPTICA

De la misma forma que en Sevilla se construyó la torre telegráfica de la Fábrica Real de Tabaco para acercar la línea al centro de Sevilla, así se decidió también crear un ramal hasta San Fernando con una única torre, posiblemente para comunicarse con más rapidez con el Capitán General del Departamento Marítimo. Por eso *Torre Chica* fue probablemente la última torre de telegrafía óptica que se construyó en España, ya que en 1853 Mathé estaba ya estudiando la nueva telegrafía eléctrica y pocos años después empezaría su progresiva implantación (1855-1857).

<sup>7</sup> “Cádiz:... colocación de torres en Puerta de Tierra y Torregorda en 1850”. Archivo General Militar de Segovia, Legajo 1027 Telégrafos, letra C (1806-1936).

No hay datos exactos sobre la construcción de esta torre, la nº 59 y cabecera de la línea, pero disponemos de algunas referencias que pueden aproximarnos a la fecha de su creación. Según Olivé Roig, basándose en el estudio de los expedientes personales del Cuerpo de Telégrafos, afirmaba que “en... 1853 se construía la última torre en San



Ilustración 2: Torre Alta y Torre Chica a finales del siglo XIX. (Fuente: Museo Histórico de San Fernando)

*Fernando*<sup>8</sup>. Durante los meses de marzo y abril de 1853, el alcalde y los concejales del Ayuntamiento de San Fernando rechazaron una propuesta para construir una torre de telégrafo<sup>9</sup> en el ángulo izquierdo de la fachada principal del Palacio consistorial (que aún estaba sin finalizar). El comandante ayudante José María Carreira estuvo comisionado desde 1852 para buscar el emplazamiento de la nueva torre, por lo que parece probable que la torre de San Fernando (o La Isla) fue construida posiblemente a mediados de 1853.

En cuanto a su funcionamiento, no tenemos datos desde 1853 hasta 1854. En la primera *Guía para forasteros de 1855*, de José Rosetty<sup>10</sup>, se menciona el *Telégrafo de San Fernando* y se enumera su personal que estaba compuesto por tres personas: dos torreros y un ordenanza. En la siguiente guía de 1856 se añade a los anteriores la presencia del (comandante) ayudante Carlos de Alvear. En la guía de 1857 se produce un cambio sustancial del

<sup>8</sup> Sebastián Olivé Roig, *Historia de la telegrafía óptica en España*, Ministerio de Transporte, Turismo y Comunicaciones, Madrid, 1990. Pag. 72.

<sup>9</sup> Ver en el Archivo Municipal de San Fernando las actas del cabildo de 1857.

<sup>10</sup> José Rosetty, *Guía de Cádiz, San Fernando y el Departamento para los años: 1855, 1856, 1857...*, Cádiz, Imprenta de la Revista Médica. Todas estas guías anuales (del siglo XIX y XX) se conocen en Cádiz como “*guías Rosetty*”, aunque este escritor publicó únicamente unas décadas.

personal citado, ya que las cuatro personas cambian sus responsabilidades: el subdirector de 2ª clase (o encargado) José Roca, un escribiente, un conserje y un ayudante. Hay que destacar que no se menciona a torreros (de telegrafía óptica) ni tampoco a los nuevos telegrafistas (de telegrafía eléctrica); se confirma así que 1857 fue el año del cambio de un sistema telegráfico al otro en la ciudad de San Fernando.

En la guía de 1858 se aprecia la presencia del personal específico de la telegrafía eléctrica, con un apreciable aumento: el subdirector de 2ª clase Emilio Paredes, dos telegrafistas, un escribiente, un conserje y dos ordenanzas. En la guía de 1859 se mantiene la misma plantilla, aunque el subdirector (o jefe) fue Joaquín M. Ferrer. Entre 1860 y 1861 hay un descenso del personal: el nuevo director (o jefe) Juan de Pablo Blanco, dos telegrafistas, un conserje y un ordenanza. Por fin en 1862 se produce, según la guía Rosetty de este año, un considerable aumento de la plantilla de la estación telegráfica de San Fernando: el mismo director, seis telegrafistas (de 1ª, de 2ª y 3ª clase), un conserje y un ordenanza; posiblemente la visita de la reina Isabel II en este mismo año pudo influir en este incremento.



Ilustración 3:

Recinto actual del Real Observatorio de Marina, con ambas torres. (Fuente: Fotos Fabra)

Cuando en agosto de 1857<sup>11</sup> se dispuso el abandono de las torres de la Línea de Andalucía, Torre Chica dejó de funcionar como telégrafo óptico, instalándose la nueva estación de telegrafía eléctrica<sup>12</sup> en el atrio del Ayuntamiento de San Fernando, y más tarde

<sup>11</sup> Sebastián Olivé Roig, *Historia de la telegrafía óptica en España*. Ministerio de Transporte, Turismo y Comunicaciones, Madrid, 1990. Pag. 75.

<sup>12</sup> Consultar el Archivo Municipal de San Fernando: en el acta del Cabildo de 1857, se cuenta que en febrero de 1857 se desalojó al escribano Warleta para habilitar un local para la telegrafía eléctrica.

en el segundo piso del mismo edificio. Las torres ópticas fueron poco a poco subastadas por el Estado, según las leyes de 1-5-1855 y de 11-7-1856, y especialmente a partir de 1868. Por eso, no hay noticias sobre la situación de Torre Chica entre su abandono en 1857 y su subasta en 1874, aunque en estos años se produjo la pérdida del mirador (o tercera planta), posiblemente por su estado ruinoso. En el Boletín Oficial de la Provincia de Cádiz nº 20 del 27-1-1874, se anuncia la subasta oficial de esta torre: lote nº 230 del inventario con un valor estimado de 1258 pesetas. El 3 de marzo de 1874 se remató a favor de Juan Morales y Aguilera, albañil, por un valor de 1327.50 pesetas y la escritura de venta se realizó el 27 de marzo de 1875 ante el notario José M<sup>a</sup>. Warleta. Según la descripción de la subasta y de la escritura posterior, Torre Chica ya tenía el aspecto actual, con dos plantas y sólo tres ventanas.



Ilustración 4: Torre Chica en la actualidad. (Fuente: ROA)

Años más tarde, su primer dueño la vendió a favor de José González de León, casado con Carmen Mena y González, por un valor de 750 pesetas, según escritura de venta de fecha 7 de marzo de 1890, ante el notario Luis M<sup>a</sup>. de Solano y Rodríguez. En estos años sabemos que empezó a ser alquilada al Real Observatorio de la Armada, en un principio como gabinete fotográfico, aunque posteriormente sirvió como almacén de instrumentos y documentos.

A partir de 1897 y hasta 1907 se inicia un largo proceso de donación de Torre Chica a la Marina, debido a algunos problemas con los trámites notariales. En septiembre de 1897 su segundo dueño, José González de León, intenta por primera vez esta donación, que llega a ser aceptada y publicada en la Real Orden del 23-9-1897. Se alega que ya sirve como

almacén del Observatorio, pero su propietario no puede costear los gastos de reparación de la torre. La gestión se interrumpe ante la imposibilidad del dueño de solucionar algunos problemas notariales que impiden escriturar la propiedad. A finales de 1906 el Ayuntamiento de San Fernando intenta reclamar la torre para volver a subastarla, lo que no es aceptado por la Marina que ya la consideraba suya. Por eso, se produce en 1907 un segundo intento de donación por la nueva dueña, M<sup>a</sup>. del Carmen Morales Palma y por fin se realiza la escritura con fecha 17 de octubre de 1907.

Desde entonces, Torre Chica ha formado parte del recinto militar del Real Observatorio de la Armada, junto a la torre vigía, Torre Alta, que también fue donada posteriormente. La función de Torre Chica siempre ha sido la de almacén (o pañol) de documentos y de materiales del Observatorio.



Ilustración 5: Torre Alta y Torre Chica vistas desde el Real Observatorio. (Fuente: ROA)

## INICIOS DE LA TELEGRAFÍA ELÉCTRICA EN CÁDIZ

La nueva Línea electro-telégráfica de Andalucía, según la guía de Rossety para 1861, presentaba menos estaciones y un nuevo trazado: sus estaciones estaban en Aranjuez, Castillejo, Tembleque, Manzanares, Carolina, Bailén, Andújar, Córdoba, Écija, Carmona, Sevilla, Jerez de la Frontera, El Puerto de Santa María, San Fernando y Cádiz. Desde Andújar, la línea de telegrafía eléctrica se desdoblaba hacia Granada y Málaga.

La Bahía de Cádiz continuó participando en los avances de la telegrafía eléctrica, aunque con una menor importancia. En 1861 entró en funcionamiento el Telégrafo eléctrico

del Ferrocarril de Jerez a Cádiz. Desde 1857 la estación telegráfica de la ciudad de Cádiz se había instalado en el primer piso del Palacio de la Aduana (actual Diputación provincial). En cuanto a la estación telegráfica de San Fernando, hemos conocido que, según el acta del cabildo del 11-2-1857<sup>13</sup>, se decidió solucionar los obstáculos que impedían disponer de un local para la estación del telégrafo eléctrico en la planta baja del Palacio municipal; curiosamente tuvieron que desalojar al notario José M<sup>a</sup> Warleta que ocupaba el mencionado local, dando prioridad a la telegrafía. Desde 1857 esta estación telegráfica ya funcionaba en el Ayuntamiento de San Fernando, primero en el atrio (planta baja) y más tarde en la 2<sup>a</sup> planta.

El Real Observatorio de la Armada en San Fernando tuvo una relación muy especial con la nueva telegrafía eléctrica. En junio de 1858 el mismo Mathé se puso en contacto con el director del Observatorio para establecer una buena comunicación entre San Fernando y París<sup>14</sup>, debido a la necesidad de enviar rápidamente las observaciones meteorológicas.

Pocos años después, en agosto de 1860, el director del ROA recibía otra comunicación sobre la telegrafía eléctrica:

*“Hasta el presente no me ha avisado Mathé del resultado de sus pruebas en la línea telegráfica del Ferrol... Entre Madrid y el Ferrol no hay inconveniente en hacer las señales sin relays (repetidor). Hoy se van a hacer pruebas entre el Ferrol y San Fernando de cuyo resultado me ha dicho Mathé pondrá a V. (Usted) un despacho (teleográfico), que recibirá antes que esta (carta postal).”*

La contestación del director General de Telégrafos, en Madrid, informaba al director del Observatorio de lo siguiente:

*“Anoche se verificaron pruebas... Se transmitió sin traslator desde esta (Madrid) a Ferrol y a esa Estación (San Fernando) y viceversa con muy buen resultado; también se pusieron en comunicación entre sí y se comprendieron perfectamente esa Estación y la del Ferrol, con solo el auxilio de un traslator colocado en esta Central. Y últimamente separado este, continuaron aún comprendiéndose con facilidad y se transmitieron mutuamente señales muy perceptibles, si bien no de tanta confianza...”*

También se llegó a crear una línea telegráfica entre el Observatorio y la estación férrea de San Fernando para las observaciones de un eclipse de sol.

## PROPUESTA FINAL

Para finalizar, proponemos las siguientes medidas sobre la torre de telegrafía óptica que aún se conserva en San Fernando con el nombre de Torre Chica.

Deseamos la difusión de su identidad como torre telegráfica que ha cumplido más de 150 años de historia. Existe un gran desconocimiento entre la población de la ciudad de San Fernando sobre esta modesta torre que representó en su momento un gran avance de las telecomunicaciones. Después sería fundamental proteger este patrimonio histórico y tecno-

<sup>13</sup> “Local para la estación del telégrafo eléctrico”. Archivo municipal de San Fernando. Actas del cabildo, 1857, tomo n<sup>o</sup> 8892, acta n<sup>o</sup> 18 de fecha 11-2-1857, página 40v.

<sup>14</sup> Consultar en el Archivo del R.O.A. Correspondencia.

lógico, no de forma aislada, sino como parte de un conjunto histórico que debemos conservar adecuadamente.

Aunque su aspecto actual tenga más de un siglo, sería lógico que se reconstruyera la tercera planta (o mirador) y se recuperarán algunas ventanas desaparecidas. En la nueva azotea sería muy interesante reinstalar su característico mecanismo óptico. También se podrían rehabilitar sus escaleras y puertas de madera, además del mobiliario típico de la época.

Una vez que se recuperaran las tres plantas, la torre se habilitaría para ser un pequeño museo de la telegrafía óptica, con los siguientes contenidos:

- a) Recreación de la vida de los torreros (con uniformes, mobiliario, instrumentos, libros...).
- b) Exposición de libros y aparatos de telegrafía (con la colaboración del Real Observatorio de la Armada, la Biblioteca Lobo, el Museo Postal y Telegráfico de Madrid...).
- c) Centro de información sobre una ruta gaditana de la telecomunicación (almenaras, vigías y telégrafos ópticos).

Torre Chica con su posible museo se podría convertir en un complemento perfecto del entorno cultural del Real Observatorio de Marina, para así recuperar un capítulo muy olvidado de la historia de la comunicación humana en esta zona: la telegrafía óptica en Cádiz.



Ilustración 6: Torre Adanero, después de su restauración en el 2002. (Fuente: Fundación Telefónica)

## BIBLIOGRAFÍA

- AGUILAR PÉREZ, ANTONIO; y MARTÍNEZ LORENTE, GASPAR (2003), “La telegrafía óptica en Cataluña. Estado de la cuestión”, *Revista Scripta Nova*, vol. VII, num. 137, 15 de marzo de 2003, Universidad de Barcelona.
- BAHAMONDE MAGRO, ANGEL; MARTÍNEZ LORENTE, GASPAR; y OTERO CARVAJAL, LUIS ENRIQUE (1998), *Atlas histórico de las Comunicaciones en España, 1700-1998*, Ente Público de Correos y Telégrafos, Barcelona 1998.
- BAHAMONDE, ÁNGEL (1996), *Las comunicaciones del siglo XIX al XX, Correo, telégrafo y teléfono*, Santillana, col. Historia Hoy, Madrid 1996.
- BAHAMONDE MAGRO, ANGEL; MARTÍNEZ LORENTE, GASPAR (1993), *Las comunicaciones en la construcción del Estado contemporáneo en España, 1700-1936: el correo, el telégrafo y el teléfono*, Ministerio de Transporte, Turismo y Comunicaciones, Madrid, 1993.
- CLAVERO BERLANGA, JOSÉ (2000), *El telégrafo en Málaga (1857-1930)*, Universidad de Málaga, Málaga, 2000.
- BAHAMONDE MAGRO, ANGEL; MARTÍNEZ LORENTE, GASPAR; y OTERO CARVAJAL, LUIS ENRIQUE (2002), *Las telecomunicaciones en España. Del telégrafo óptico a la sociedad de la información*. Ministerio de Ciencia y Tecnología, Salamanca, 2002.
- ARCHIVO DEL REAL OBSERVATORIO DE LA ARMADA. Caja 026 Dirección. Edificios, San Fernando. “Expediente de subasta de la torre óptica de antiguo sistema de San Fernando” (1873-1874); “Expediente de la cesión de la torre óptica” (1897-1907).
- MARTÍNEZ LORENTE, GASPAR y OLIVÉ ROIG, SEBASTIÁN (1996), “La prehistoria de las comunicaciones de telegrafía óptica en España cumple 200 años”, *Revista de Obras Públicas Transportes y Medio Ambiente*. Nº 440, marzo 1996. páginas 82-89.
- OLIVÉ ROIG, SEBASTIÁN (1990), *Historia de la telegrafía óptica en España*, Ministerio de Transporte, Turismo y Comunicaciones, Madrid, 1990.
- OLIVÉ ROIG, SEBASTIÁN (1998), “Prehistoria de la profesión de ingeniero de telecomunicación y de sus escuelas”, Eurolex S.L. 1998.
- OLIVÉ ROIG, SEBASTIÁN (2005), “Prehistoria de la profesión de ingeniero de telecomunicación y de sus escuelas”, [guia.dat.etsit.upm.es/escuela/historia/historia.html](http://guia.dat.etsit.upm.es/escuela/historia/historia.html).
- OLIVÉ ROIG, SEBASTIÁN (1999), *Primeros pasos de las telecomunicaciones*, Fundación Airtel Móvil, Ávila, 1999.
- PRÜFER, GUNTRAM (1964), *Historia de las comunicaciones*, Ediciones Zeus, Barcelona, 1964.
- SÁNCHEZ RUIZ, CARLOS, *La telegrafía óptica en Andalucía*, Consejería de Obras Públicas y Transportes, Sevilla (pendiente de publicación).
- SÁNCHEZ RUIZ, CARLOS (2005), “La telegrafía óptica en Ciudad Real”, en *I Congreso de Patrimonio histórico de Castilla la Mancha: La gestión de Patrimonio Histórico Regional*, Centro Asociado a la UNED de Valdepeñas (Ciudad Real), 2005.

- SÁNCHEZ RUIZ, CARLOS (2005), "El telégrafo óptico en las defensas de Cádiz: 1805-1820", en *I Congreso Internacional de Patrimonio Histórico Almenasur: criterios de restauración y proyectos innovadores en fortificaciones costeras*, Ayuntamiento de San Fernando y Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, San Fernando (Cádiz), 2005.
- SANCHO MAYRU, HIPÓLITO (1943), *Historia del Puerto de Santa María: desde su incorporación a los dominios cristianos en 1259 hasta el año 1800. Ensayo de una síntesis*. Cádiz, Escelicer, 1943.



*Golfo Gaditano*



*Se la di merca Lega  
Spagnola diversa  
in rizo parte diversa*