Mónica Blanco Abellán
Coordinadora

Enseñanza e Historia de las Ciencias y de las Técnicas
Orientación, Metodologías y Perspectivas

Actas del VII Simposio de Enseñanza e Historia de las Ciencias y de las Técnicas de la SEHCYT (Barcelona, Institut d'Estudis Catalans, 15-16 marzo 2013)

SEHCYT

Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas

Barcelona 2014

VII Simposio de Enseñanza e Historia de las Ciencias y de las Técnicas de la SEHCYT
Celebrado en colaboración con la Societat Catalana d'Història de la Ciència i de la Tècnica (SCHCT)
Barcelona, Institut d'Estudis Catalans, 15-16 marzo 2013

COMITÉ CIENTÍFICO

Responsable de la evaluación por pares de las ponencias publicadas en este volumen

Mónica Blanco Abellán (Universitat Politècnica de Catalunya)
Manuel Castillo Martos (Universidad de Sevilla)
Juan Luís García Hourcade (Real Academia de Historia y Arte de San Quirce)
Francisco J. González González (Real Observatorio de la Armada)
Francisco A. González Redondo (Universidad Complutense de Madrid)
Pere Grapí Vilumara (Universitat Autònoma de Barcelona)
Luís Mansilla Plaza (Universidad Castilla La Mancha)
M. Rosa Massa Esteve (Universtitat Politècnica de Catalunya)
M. Ángeles Velamazán Gimeno (Universidad de Zaragoza)

Edita: Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas (SEHCYT)
Maquetación e Impresión: MIDAC
ISBN: 978-84-616-9283-5 Libro impreso
978-84-697-0057-0 Soporte electrónico (pdf)
DL: B 16574-2014
© Los autores del contenido de sus ponencias
© Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas (SEHCYT) de esta edición. Todos los derechos reservados. Ninguna parte de esta edición puede ser reproducida, almacenada o transmitida en ningún formato ni por ningún medio sin previo consentimiento expreso y escrito de la SEHCYT, salvo en el caso de citas y referencias (haciendo constar la procedencia).

ÍNDICE

PRESENTACIÓN 9

CONFERENCIAS 15

ÁREA TEMÁTICA I. HISTORIA DE LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA

ENSEÑANZA Y DIVULGACIÓN DE LA FÍSICA MODERNA DURANTE LA REPÚBLICA Y LA GUERRA: EL CASO DEL PROFESOR JUAN B. PUIG VILLENA 29
Marià Baig i Aleu

UNA INICIATIVA RENOVADORA EN LA ENSEÑANZA DE LA BARCELONA DEL SIGLO XVIII: EL COLEGIO DE CORDELLES DESPUÉS DE TOMÀS CERDÀ 37
Joaquim Berenguer Clarià

NUEVOS ENFOQUES EN LA DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS: LA APORTACIÓN DE ANTONIO CASARES RODRÍGUEZ A LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS 45
Ramón Cid Manzano

LA TOXICOLOGÍA EN LAS AULAS DEL SIGLO XIX: LA OBRA DE PERE MATA I FONTANET (1811-1877) 51
Mar Cuenca-Lorente

ENSEÑANDO CIENCIA DESDE LA CREENCIA 59
Clara Florensa Rodríguez

LA LEY DE EDUCACIÓN DE 1938 Y SU DESARROLLO EN LOS LIBROS DE TEXTO DE CIENCIAS NATURALES 67
José Fonfría Díaz, Pilar Calvo de Pablo

LA ENSEÑANZA DE LA INGENIERÍA AERONÁUTICA EN ESPAÑA (1913-2013) 73
Francisco A. González Redondo

LOS CURSOS DE CIENCIAS DE L'*ÉCOLE NORMALE* DEL AÑO III (1795) VISTOS POR SUS ALUMNOS 79
Pere Grapí Vilumara

ESTUDIO DE ALGUNOS DOCUMENTOS ADMINISTRATIVOS Y CIENTÍFICO-DOCENTES RELATIVOS AL NACIMIENTO DEL INSTITUTO DE SEGUNDA ENSEÑANZA DE MURCIA (ETAPA 1837-1857) 85
Carlos López Fernández

LA RENOVACIÓN DE LA ENSEÑANZA DE LA GEOGRAFÍA EN EL INSTITUTO DEL CARDENAL CISNEROS DE MADRID HACIA 1912 91
Leoncio López-Ocón

EL ASCETISMO DE LA RAZÓN. LA PEDAGOGÍA CARTESIANA DE BERNARD LAMY 99
Francisco A. Marcano Trujillo

LA ENSEÑANZA DE UN OBJETO MATEMÁTICO: UNA PRIMERA APROXIMACIÓN A LA EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LA *REGLA DE L'HÔPITAL* 105
Emilia Palma Villalón, Francisco A. González Redondo

EL ESTABLECIMIENTO DE LAS PRIMERAS CÁTEDRAS CIENTÍFICAS DE LA UNIVERSIDAD DE BARCELONA DURANTE EL TRIENIO LIBERAL 113
Carles Puig-Pla

MODELOS PARA LA ENSEÑANZA DE LA OBSTETRICIA A LO LARGO DE LA HISTORIA 121
Dolores Ruiz-Berdún, Alberto Gomis

UNA ASIGNATURA DE HISTORIA DE LA CIENCIA EN EL PLAN DE ESTUDIOS DE LA NONATA ESCUELA DE INGENIEROS ELECTRICISTAS DE ULTRAMAR (1890) 127
Jesús Sánchez Miñana

LOS PÚBLICOS DEL TRATADO Y EL MANUAL DE QUÍMICA GENERAL DE ANTONIO CASARES (1812-1888) 135
Ignacio Suay-Matallana

JOHN TYNDALL Y EL PROGRESO DE LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA EN ESPAÑA 143
José Antonio Villar Piñón

ÁREA TEMÁTICA II. INSTRUMENTACIÓN Y COLECCIONES CIENTÍFICAS EN LA ENSEÑANZA DE LA CIENCIA

ROBERT WILHELM EBERHARD BUNSEN Y LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA EN EL SIGLO XIX. INSTRUMENTACIÓN EN EL LABORATORIO 151
Manuel Castillo Martos, Dolores Peña Rueda

LA MISIÓN PEDAGÓGICA DEL MUSEO DE HISTORIA NATURAL DE LONDRES EN LA DÉCADA DE 1970 159
Gustavo Corral Guillé

LOS MUSEOS COMO CENTROS DE ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS Y LAS TÉCNICAS. EL MUSEU DE L'ESTAMPACIÓ DE PREMIÀ DE MAR 165
Mònica Dòria Torres, Assumpta Dangla

LOS "OTROS" INSTRUMENTOS CIENTÍFICOS 171
Ignacio de la Lastra González, Rosa Martín Latorre

MATERIALES UTILIZADOS PARA LA ENSEÑANZA DE LA CIENCIA EN EL INSTITUTO SANTÍSIMA TRINIDAD DE BAEZA. PRIMER CENTENARIO DE LA LLEGADA DE ANTONIO MACHADO A BAEZA (1912 - 2012) 179
María José García del Real

ENSEÑANZA Y DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS EN LOS SIGLOS XVI Y XVII A TRAVÉS DE LOS INSTRUMENTOS CONSERVADOS EN EL MUSEO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA 187
Emilio José Bande Fuentes, Gema Hebrero Domínguez

COLECCIÓN DE MEDICAMENTOS DE FABRICACIÓN INDUSTRIAL DEL SEMINARIO DE HISTORIA DE LA FARMACIA DE LA UAH: DOCENCIA E INVESTIGACIÓN 197
Alberto Gomis, Raúl Rodríguez Nozal

UNA EXPERIENCIA DE DIVULGACION DE LA HISTORIA DE LA TELECOMUNICACIÓN 205
José María Romeo López

ÁREA TEMÁTICA III. ACOPLAMIENTO DE LA HISTORIA DE LAS CIENCIAS Y DE LAS TÉCNICAS EN EL CURRÍCULUM EDUCATIVO

LA ENSEÑANZA DE LA HISTORIA DE LA MEDICINA EN LAS UNIVERSIDADES DE SEVILLA Y CÓRDOBA: EL "SEMINARIO TUTELADO" COMO MÉTODO DOCENTE PARA MOTIVAR AL ALUMNO 217
Encarnación Bernal-Borrego, María Luisa Calero-Delgado, Carmen Ruíz García

LA DOCUMENTACIÓN CIENTÍFICA EN EL CURRÍCULUM DE HISTORIA DE LA MEDICINA. LAS EXPERIENCIAS EN LAS FACULTADES DE SEVILLA Y CÓRDOBA 223
María Luisa Calero-Delgado, Encarnación Bernal-Borrego, Carmen Ruiz García

LA HISTORIA DE LAS CIENCIAS Y LAS TÉCNICAS EN EL GRADO DE ARTES Y DISEÑO DE LA ESCOLA MASSANA DE BARCELONA 229
Jesús María Galech Amillano

LA HISTORIA DE LAS MATRONAS EN LA FORMACIÓN DE LAS MATRONAS EN ESPAÑA 235
Dolores Ruiz-Berdún

PROYECTOS FIN DE CARRERA SOBRE TEMAS DE HISTORIA DE LA TÉCNICA Y DE LA INDUSTRIALIZACIÓN EN LA ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL (1999-2009) 241
Fernando Vea Muniesa, Mª Ángeles Velamazán Gimeno

BALANCE DE LA ASIGNATURA *HISTORIA DE LA TÉCNICA* EN LA ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL (2000-2012) 247
Mª Ángeles Velamazán Gimeno, Fernando Vea Muniesa

ÁREA TEMÁTICA IV. LA HISTORIA DE LA CIENCIA EN LA FORMACIÓN DEL PROFESORADO

LA HISTORIA DE LAS CIENCIAS NATURALES COMO HERRAMIENTA FUNDAMENTAL EN LA FORMACIÓN DE NUEVO PROFESORADO DESDE EL PUNTO DE VISTA DEL CONSTRUCTIVISMO EDUCATIVO 255
Óscar Álvarez Alonso, Jaime Delgado Iglesias

LA CUADRATURA DE LA PARÁBOLA EN EL MÁSTER EN PROFESORADO (MATEMÁTICAS), UN EJEMPLO DE SABER HISTÓRICO VERSUS SABER MATEMÁTICO 261
Luis Español González

ENSEÑANZA E HISTORIA DE LA CIENCIA EN EL PROGRAMA DE DOCTORADO DEL DEPARTAMENTO DE DIDACTICA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES Y LA MATEMATICA DE LA UNIVERSIDAD DE BARCELONA (1987-2006) 267
José M. Núñez Espallargas, Jordi Servat Susagne

ÁREA TEMÁTICA V. LA IMPLEMENTACIÓN DE LA HISTORIA DE LAS CIENCIAS Y DE LAS TÉCNICAS EN EL AULA

ANTONI DE MARTI I FRANQUÈS: GENERACIÓN ESPONTÁNEA, DISIDENCIA RELIGIOSA Y ENSEÑANZA DE LA BIOLOGIA 277
Agustí Camós Cabeceran

SALTOS (PERIODOS) HISTÓRICOS DE LA QUÍMICA EN EL LABORATORIO 283
Josep M. Fernández Novell

EN TORNO A LA HISTORIA DE LA ASTRONOMÍA Y SU ENSEÑANZA 293
Francisco A. González Redondo

EL TEOREMA DE PITÁGORAS Y LA RESOLUCIÓN DE LA ECUACIÓN DE SEGUNDO GRADO EN LOS *NUEVE CAPÍTULOS DE LOS PROCEDIMIENTOS MATEMÁTICOS* 299
Iolanda Guevara Casanova

LA HISTORIA DE LA CIENCIA: UN VALOR AÑADIDO PARA EL APRENDIZAJE BASADO EN METODOLOGÍAS ACTIVAS, EN LOS ESTUDIOS UNIVERSITARIOS 307
Itsaso Ibáñez, Esperanza Díaz

ÁLGEBRA Y GEOMETRÍA EN EL AULA: LA CONSTRUCCIÓN GEOMÉTRICA DE LA SOLUCIÓN DE LA ECUACIÓN DE SEGUNDO GRADO 315
Mª Rosa Massa Esteve

¿HA DESPEGADO LA HISTORIA DE LA MATEMÁTICA COMO RECURSO EN SECUNDARIA? 323
Ángel Requena Fraile

EL CUADRILÁTERO CÍCLICO EN LA MATEMÁTICA INDIA. ACTIVIDAD PARA EL AULA DE SECUNDARIA 329
Fàtima Romero Vallhonesta

LA HISTORIA CULTURAL DE LA TECNOLOGÍA MOTIVADORA DE NUEVOS APRENDIZAJES EN LA ENSEÑANZA SECUNDARIA: LA RECUPERACIÓN DE LOS INVENTORES DE LA REGIÓN DE MURCIA 337
Pascual Santos López, Manuela Caballero González

ENSEÑANZA DE CONCEPTOS DE TERMODINÁMICA A TRAVÉS DE LA EVOLUCIÓN DE SUS ACEPCIONES EN LOS DICCIONARIOS HISTÓRICOS DE LA RAE 343
Pablo Soler Ferrán

EL USO DE OBRAS DE ARTE E ILUSTRACIONES EN LA ENSEÑANZA DE LA HISTORIA DE LA CIENCIA 349
Raimon Sucarrats Riera

ÁREA TEMÁTICA VI. TEMAS LIBRES

MÉTODOS ALGEBRAICOS LINEALES EN EL LIBRO DE CH. L. DODGSON (1867) 359
Yolima Álvarez Polo, Luis Español González

LA CONCEPCIÓN HISTÓRICA DE LA FOTOSÍNTESIS Y SU RELACIÓN CON LA ENSEÑANZA ACTUAL 365
Irene Angosto Sánchez, Juan Gabriel Morcillo Ortega

DE RUTA POR LA CIENCIA EN BARCELONA: ENSEÑAR HISTORIA DE LA CIENCIA MEDIANTE ITINERARIOS POR LA CIUDAD 371
Miquel Carandell Baruzzi

***MATEMORFOSIS*, TRANSFORMA EL PENSAMIENTO** 377
Alejandro R. Garciadiego

PRESENTACIÓN

Entre los años 1980 y 1998 la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas (SEHCYT) celebró una serie de seis Simposios sobre Enseñanza e Historia de las Ciencias y de las Técnicas, cuyo objetivo central era fomentar las relaciones entre los profesionales de la didáctica de las ciencias y el colectivo de historiadores de las ciencias y de las técnicas. Con una clara voluntad de retomar esa primera serie de Simposios, durante los días 15 y 16 de marzo de 2013 tuvo lugar en Barcelona, en el emblemático edificio del Institut d'Estudis Catalans (IEC), el VII Simposio Enseñanza e Historia de las Ciencias y de las Técnicas: Orientación, Metodologías y Perspectivas de la SEHCYT, en colaboración con la Societat Catalana d'Història de la Ciència i de la Tècnica (SCHCT).

Mónica Blanco Abellán
Coordinadora VII Simposio Enseñanza e Historia de las Ciencias y de las Técnicas (SEHCYT)

HISTORIA DE LAS CIENCIAS. UNA NECESIDAD OLVIDADA

Una disciplina como la Historia de las Ciencias y de las Técnicas da opción a que haya discusión, réplicas y contrarréplicas cruzadas entre estudiantes y docentes, lo que lleva a compartir inquietudes y desafíos, de pensar más allá de lo que conocemos y de tratar de enseñar lo "inenseñable". Es la aventura que nos hace humanos para unos, o simple pérdida de tiempo para otros que reclaman que todo sea manejable y brinde netos beneficios económicos.

Resulta evidente que en el anteproyecto de nuevos planes de estudio de bachillerato y en los grados universitarios hay una clara apuesta por la segunda opción. Evocando a Montaigne: la historia tiene discurso para todas las edades, esta idea que proviene de Epicuro aplicada a la filosofía, podemos hacerla extensiva a la materia que nos ocupa, la Historia de las Ciencias y de las Técnicas, pues a la vez que el Ministerio prefiere obviarla, en las Universidades hay poco interés en preservarla. Por qué, nos preguntamos: porque mientras avance la tecnología, nadie lamentará el retroceso del pensamiento, el desconocimiento del pasado y de dónde viene la ciencia actual.

El vacío de sentido dejado por la historia y filosofía de la ciencia, ¿lo llenarán las iglesias y los nacionalismos? ¿Pretenden éstos que la enseñanza de la Historia de las Ciencias vuelva a los cauces teológicos e identitarios nacionalistas? ¿Pretenden volver cuarenta años atrás, cuando la enseñanza de esta materia era monopolio del pensamiento nacional-católico imperante, con unos cuantos dogmas anestesiantes? En nosotros está evitarlo.

Frente a que la historia de la ciencia es signo de un pretérito desvencijado y lento, y que la enseñanza emergente basa su encanto en la ciencia aplicada y en la ingeniería, expongamos con firmeza que así como la libertad no es necesaria pero, como demuestra el ejemplo de Antígona, es imprescindible, también lo es la historia de la ciencia y la técnica. Los egresados de facultades de ciencia y escuelas de ingeniería y arquitectura están técnicamente muy preparados, sin embargo en sus exposiciones sólo unos pocos citan a un escritor, a un artista, a un científico, a un filósofo, a un historiador. Tratar de entender lo humano en su complejidad, más allá de lo estrictamente útil, e incluso más allá de lo conveniente, ha sido uno de los logros mayores de nuestra tradición intelectual, y en particular de la Historia de las Ciencias y de las Técnicas. Renunciar a esta comprensión impide penetrar en la naturaleza humana, tanto en sus luces como en sus sombras.

La falta de una arraigada tradición humanista e ilustrada en Facultades de Ciencias y Escuelas Técnicas por causas históricas bien conocidas, no ha sido contrarrestada con eficacia en la actualidad, de modo que se han sucedido reformas educativas que no sólo no han contribuido a la mejora de la educación sino que no han servido para la consolidación de una ciudadanía libre. Y, sin ésta, todo el edificio democrático es una casa vacía.

No cabe duda que cualquier acción humana se entiende mejor cuando se conoce el contexto en el que se desarrolló. Por eso, la Ciencia solo se comprende, realmente, si se conocen las circunstancias históricas en que se produjeron sus descubrimientos e inventos y cuál era su situación, desde el punto de vista científico, cuando aquéllos tuvieron lugar, esto es, cuáles fueron sus antecedentes. Por otra parte, los científicos y técnicos a la vez que son influidos por las ideas de su tiempo, influyen en ellas. Es decir, existe una constante interacción entre aquéllos y la sociedad, que hasta ahora ha sido muy fructífera, y de la que han levantado acta los historiadores.

De lo anterior se deduce que un conocimiento de la Historia de las Ciencias y las Técnicas, es necesario y ayudará a los científicos y técnicos en su tarea, sobre todo a los jóvenes que se inician en el aprendizaje de las ciencias y las técnicas. Pese a ello, insistimos que aunque no es tradicional que en la mayoría de las licenciaturas de ciencias, hoy grados, incluyan una asignatura de este carácter, a diferencia de lo que sucede en centros europeos y americanos, no podemos cejar en el empeño de conseguir que haya créditos en el grado y en el máster.

Las Sociedades organizadoras de este Simposio, vienen planteando hace tiempo cómo cubrir este hueco, y una de las formas es la celebración de Reuniones científicas como éstas. Otra es no dejar de clamar porque se instaure una "escuela" amante de la razón y de la argumentación, y que no haya una sociedad en la que parece que Aristóteles, Bacon, Descartes, Comte, no han existido. Para ello se precisa iniciar a los jóvenes en el cultivo de la libertad de conciencia y en el respeto de la verdad, y que aprendan a inclinarse hacia el rigor en el esfuerzo, hacia la reflexión, hacia la libre elección de las cosas. Esto es importante y contribuye a tender puentes entre la concreción y la abstracción. Se trata, pues, de educar para la libertad.

Bienvenidos seáis.

EDUCAR

Educar es lo mismo
que poner motor a una barca…
hay que medir, pesar, equilibrar…
… y poner todo en marcha.

Para eso,
uno tiene que llevar en el alma
un poco de marino…
un poco de pirata…
un poco de poeta…
y un kilo y medio de paciencia
concentrada.

Pero es consolador soñar
mientras uno trabaja,
que ese barco, ese niño
irá muy lejos por el agua.

Soñar que ese navío
llevará nuestra carga de palabras
hacia puertos distantes,
hacia islas lejanas.

Soñar que cuando un día
esté durmiendo nuestra propia barca,
en barcos nuevos seguirá
nuestra bandera
enarbolada.

Gabriel Celaya

Manuel Castillo Martos
Presidente de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas (SEHCYT)

Los días 15 y 16 de marzo de 2013 tuvo lugar en Barcelona el VII "Simposio Enseñanza e Historia de las Ciencias y de las Técnicas: Orientación, Metodologías y Perspectivas" de la Sociedad Española de Historia de la Ciencia y de la Tecnología (SEHCYT) coorganizado conjuntamente con la Societat Catalana d'Història de la Ciència i de la Tècnica (SCHCT). Desde nuestra Societat fue un placer contribuir a que se retomara este ciclo de Simposios que ya habían tenido lugar entre 1980 y 1998.

Como presidenta de la SCHCT, fue un honor poder sumarnos a una iniciativa que coincide plenamente con nuestros objetivos, esto es, la vinculación de la historia de la ciencia con la enseñanza y, muy especialmente, con la que se lleva a cabo en secundaria. En efecto, muchas son las personas que desde hace tiempo llevan a cabo una labor discreta, pero muy efectiva, en las aulas: dar a conocer a la juventud la existencia de una disciplina que pasa, demasiado a menudo, inadvertida en los planes educativos. Como bien sabemos los que cultivamos este campo, la historia de la ciencia es un modo muy efectivo de acercar a la ciencia a la sociedad. Por otra parte, sabemos también que es imprescindible reflexionar sobre algunos puntos que son esenciales para entender la historia de la humanidad, por ejemplo, cuál es la ciencia que practicamos en la actualidad, cómo nos ha llegado o qué técnicas han aportado cambios sustanciales en el devenir de algunos acontecimientos. Entendemos que la historia de la ciencia tiene un papel primordial en la formación de ciudadanos responsables y conscientes de su pasado. Alguien que conozca las aportaciones de la ciencia árabe, sin ir más lejos, difícilmente podrá ser racista[1].

Por otra parte, tampoco puedo pasar por alto que un simposio como este requiere de una ardua preparación. Las horas invertidas en la organización de un evento de estas características no tiene precio o, si lo contabilizáramos, descubriríamos que todo lo que parece fácil o se ofrece gratuitamente surge de la implicación de unas personas que han invertido muchísimo de su valioso tiempo. Aquí me quiero referir, muy especialmente, al Comité Organizador, compuesto por Mónica Blanco Abellán (Universitat Politècnica de Catalunya), Francisco J. González González (Real Observatorio de la Armada), Pere Grapí Vilumara (Universitat Autònoma de Barcelona) y M. Rosa Massa Esteve (Universtitat Politècnica de Catalunya). También es importante el soporte del Institut d'Estudis Catalans (IEC) a todas las actividades que proponemos desde la SCHCT. Gracias a él podemos disfrutar de un marco tan incomparable como la Casa de la Convalescència para unas sesiones que, sin duda, son de gran interés.

Una vez más queda patente que las instituciones públicas (como el mismo IEC, como las universidades o los institutos de secundaria) tienen un papel esencial en el desarrollo de una sociedad formada y, por tanto, menos proclive a la manipulación. En época de crisis es bueno no perder de vista que esta "medicina" es algo esencial.

Este libro confirma que el intercambio entre los especialistas fue absolutamente fructífero y que, sin duda, debemos mirar de preservar los canales mediante los cuales el simposio recupere su periodicidad.

Mònica Rius-Piniés

Presidenta de la Societat Catalana d'Història de la Ciència i de la Tècnica (SCHCT)

[1] Imprescindible sigue siendo *Lo que Europa debe al Islam de España* de Juan Vernet, reeditado en 2006 por El Acantilado.

CONFERENCIAS

BLANCO ABELLÁN, M. (coord.) (2014) *Enseñanza e Historia de las Ciencias y de las Técnicas: Orientación, Metodologías y Perspectivas.* Barcelona, SEHCYT, p. 17.

De fαmm´/d² a f = *G* mm´/d²: Aclaraciones sobre una historia mal contada

Antonio Moreno González
Catedrático de Didáctica de las Ciencias Experimentales
Universidad Complutense de Madrid

Resumen

De la constante de la gravitación universal que completa la ley de Newton, pasando de la proporcionalidad con que Newton la propuso a la igualdad matemática con que la conocemos, generalmente representada por la letra G*, se ha venido difundiendo durante décadas que fue medida por Henry Cavendish. Incluso hay textos en que se cita como "constante de Cavendish". Nada más lejos de la realidad: Cavendish midió la densidad media de la Tierra que dio a conocer en un artículo publicado en 1798, sin ninguna alusión a* G*. Hubo que esperar al último tercio del siglo XIX para la determinación de dicha constante. A. Cornu y J. Baille fueron quienes por primera vez, en 1873, determinaron el valor de* G *tras varios años de tanteos y experimentos.*

Palabras clave: constante de la gravitación universal, balanza de torsión, "pesar" la Tierra, dimensiones, homogeneidad.

Comentario previo

Esta conferencia es una síntesis de un trabajo más amplio que tengo en marcha y que espero sea la última y definitiva ocasión dedicada a la constante *G*. Como información de los aspectos básicos del citado trabajo he aquí el índice:

1. De la *atracción* y la *pesantez* a la *gravitación universal*: unificación y secularización del mundo.
2. Sobre cómo Newton desplazó a Kepler: objetivos, propuestas y apoyos externos.
3. Las constantes gravitatorias: cinemática, una, la de Kepler; dimensional, la otra, la de Newton.
4. Lo que Cavendish no hizo: cada cosa a su tiempo.
5. Una fórmula definitiva y para siempre: Marie Alfred Cornu.

Las publicaciones anteriores en que me he ocupado de este asunto, a las que puede acudirse para obtener información más pormenorizada de la que aquí puedo y debo incluir, son las siguientes: " `Pesar ´ la Tierra: test newtoniano y origen de un anacronismo", *Enseñanza de las Ciencias*, 2000, **18** (2), 319-332; " ´Weighing´ the Earth: a Newtonian Test and the Origin of an Anachronism", *Science and Education*, 2001, **10** (6), 515-543. Aunque ambos con el mismo título, son ampliación uno de otro. Previamente publiqué un avance

en *El País* (21/4/1999): "Relato de un anacronismo". E incluí en el libro de texto *Física* (1998, 2º Bachillerato LOGSE), del que fui coautor, en el tema 4, "Gravitación Universal", el apartado 4.9 - *Un experimento histórico: "pesar" la Tierra* - la información sobre el anacronismo que nos ocupa.

Pasados algunos años, dedicado a otros menesteres que me impidieron continuar con la investigación sobre la medida de *G*, volví a ella en 2010. Durante una estancia en París traté de cerrar el caso rastreando los trabajos de Alfred Cornu, seguro de que fue él quien primero midió dicha constante como avancé en las publicaciones reseñadas. Y estaba convencido porque siendo la determinación de *G* un caso evidente de ajuste dimensional de la ley propuesta por Newton en los *Principia* (1687) y siendo el análisis dimensional una de las muestras de la inclinación de los físico-matemáticos franceses por la medida, las unidades y la precisión, el camino a seguir debía ir en esa dirección. El centro de interés era, básicamente, l´École Polytechnique francesa, amén de otras instituciones por las que pudieran surgir pistas e informaciones a tener en cuenta. Consulté revistas, archivos, varios centenares de libros de texto y otros tratados de física y astronomía desde los tiempos de Newton hasta mediado el último tercio del siglo XIX. En los trabajos anteriores ya había cubierto las consultas hasta nuestros días. Puedo afirmar que no solo es falsa la atribución de esa medida a Cavendish, es anacrónica porque en aquellos años – nació en 1731, murió en 1810, y la publicación referida por quienes le atribuyen la medida de *G* es de 1798 – todavía no era motivo de estudio la homogeneidad de las leyes físicas en su formulación matemática, ni siquiera los asuntos relacionados con las unidades de medida. La aplicación del concepto de *dimensión* a las magnitudes físicas (Palacios, 1964) fue obra de Jean Batiste Fourier (1768-1830) en su *Théorie analytique de la Chaleur* (1822).

Significado y trascendencia de la gravitación universal

La historia de la ciencia es un buen muestrario sobre cómo la aceptación de las teorías científicas es un proceso lento y dificultoso en el que no solo hay que salvar los obstáculos relativos a la comprensión de las novedades conceptuales y metodológicas; también hay que superar barreras sociales, ideológicas y confesionales mucho más imperativas, resistentes y condenatorias, a veces, que las científicas.

La historia de la *gravitación universal* es ejemplar en cuanto a su riqueza como proceso científico y como acontecimiento social. Desde que los primeros observadores de los cielos fueran atraídos por las regularidades celestes y desde que empezaron a asociar aquellas danzas armónicas de estrellas, planetas, satélites y cometas con la vida cotidiana, tanto en el comportamiento natural de animales y plantas como en la presupuesta influencia astral en el destino de los individuos, desde entonces no se ha dejado de prestar atención al Universo.

Influidos por la convicción religiosa de que todo ha de girar en torno a algo o a alguien más principal que el resto, se buscaba un centro que para unos fue el Sol, el astro rey, la divinidad hecha fuego, y para otros, los menos, la Tierra. La creencia en la Tierra como centro está jalonada por una lucha titánica en la que algunos perecieron, otros fueron condenados por heréticos y muchos relegados al olvido. Fue una lucha de siglos. Hubo que esperar a que las libertadas destapadas por el Renacimiento, movimiento cultural y social que abrió las puertas a un nuevo mundo, al mundo moderno, permitieran levantar la voz contra la tiranía del poder mal ejercido y expresar el pensamiento tal como se derivaba de la observación de la naturaleza. Copérnico, Kepler, Galileo y finalmente Newton, por citar los más sobresalientes, fueron los impulsores de la visión científica de la naturaleza por encima de los condicionantes teológicos que secularmente venían dominando, aunque todos ellos, por cumplimiento, inclinación o a regañadientes, consideraran sus contribuciones como exaltación de la divina providencia.

Desplazado el Sol, por Copérnico, de su posición hegemónica; desarticulados, por las leyes de Kepler, los mitos de la circularidad y del movimiento uniforme tenidos como evidencia de la perfección de los cielos; mostradas, por Galileo, las manchas solares y los cráteres de la Luna, indicios de que la materia celeste era al menos tan corrupta como la terrestre, la diferenciación casi moral entre los cielos y la Tierra – aquéllos, puros e incorruptibles; ésta, imperfecta y alterable – era insostenible. Fue la ley de la *gravitación universal*, síntesis

de saberes ya establecidos y otros aportados por Newton (1642-1727), en su *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* (1687), la que matemática y definitivamente concluye que no hay dos mundos, ni son necesarias dos físicas para entender los fenómenos celestes, por un lado, y los terrestres por otro. Un solo mundo, un Universo único y una sola física son los puntos de partida de la ciencia moderna iniciada en el siglo XVII.

Newton, tras definir las cantidad motriz asociada a la fuerza centrípeta, escribe: "Llamo en el mismo sentido aceleratívas y motrices a las atracciones e impulsos; y utilizo las palabras atracción, impulso o propensión de cualquier tipo hacia un centro de modo indiferente e intercambiable, pues considero esas fuerzas no física, sino matemáticamente". Entendiendo "matemáticamente" como una interpretación geométrica, no algebraica. Motivo por el que Newton durante más de un siglo era tenido en la literatura científica como un geómetra: "Fue el caballero Newton el primero que aplicó la Geometría a la Filosofía", escribe Desaguliers (1751), quien, contundente, afirma: "Todos los conocimientos que tenemos de la naturaleza están apoyados en los hechos; una Física desprovista de observaciones y experiencias no es más que una ciencia de palabras y una jerga ininteligible. Pero es preciso necesariamente llamar en nuestra ayuda a la Geometría y la Aritmética si no queremos limitarnos a hacer Historia Natural y Física conjetural". Una forma de afrontar el conocimiento de la naturaleza al margen de las Escrituras y de otras referencias asociadas a la autoridad de filósofos y propagandistas de las creencias cristianas. Así, la *atracción gravitatoria* contribuye a la secularización del conocimiento y de la sociedad que culminará con el movimiento ilustrado modernizador de la vida, los oficios, las costumbres, la educación y los gobiernos. Es uno más de los gérmenes del mundo mecánico, determinista y laico que se estaba forjando, en el que se prescinde de la providencial "mano de Dios" para que las cosas funcionen. Recordemos la respuesta de Laplace a Napoleón, cuando éste, tras hojear la *Exposición del sistema del Mundo* (1796) de aquél, mostró su sorpresa de no encontrar mencionado a Dios por ninguna parte: "no tengo necesidad de esa hipótesis", respondió su autor. Sin embargo, nada más lejos de los propósitos de Newton que abrir una vía a la laicidad. Él consideraba que el orden universal expuesto en sus *Principia* eran una confirmación de la existencia de Dios. Incluso deja caer que la posible causa de la atracción tuviera que ver con la voluntad divina, se ahí su ingenua "hypothesis non fingo", porque haberlas las hubo en toda su obra científica. Fue, en realidad, una forma de hablar para resaltar que su aspiración primera era medir. Y eso sí que lo practicó cuanto pudo.

A la difusión, en mayor o menor medida, de la obra de Newton en el continente contribuyeron, entre otros, Desaguliers, ´s Gravesande, Voltaire y Pieter van Musschenbroek (Leyden, 1692 – 1761), que conoció a Newton durante una estancia en Londres, autor, entre otros manuales de física, de *Introductio ad philosophiam naturalem* (171762), el más sobresaliente del autor holandés, traducido como *Cours de Physique expèrimentale et mathèmatique*, por Sigaud de la Fond, publicado en Leyden en 1769. El texto traducido, como los propios de Sigaud publicados en París, son los que más influencia ejercieron para la introducción de la física experimental y el acercamiento a los principios newtonianos en la enseñanza de la Física en su tiempo y durante muchas décadas, aunque durante gran parte del siglo XVIII los *Principia* de Newton no fueran considerados como propios de lo que entonces se tenía como física.

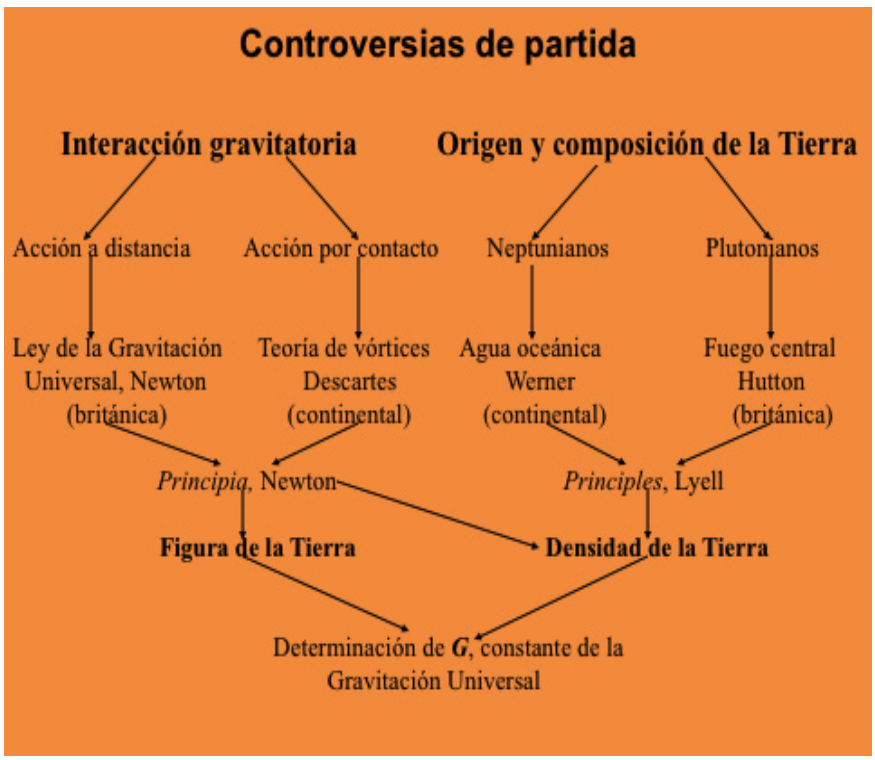
Intereses colaterales

Entendida por Newton la atracción como *acción a distancia*, fundamento de su mecánica, supuso un serio reparo para aceptarla en el continente, más afecto a las *acciones por contacto* del mecanicismo cartesiano. La controversia llegó a convertirse en un problema nacionalista, especialmente en Francia donde la Academia de Ciencias, los salones ilustrados y el propio Estado demandaron una respuesta convincente para la causa de la atracción. A criterio de la Academia, la determinación de la figura de la Tierra podría ser concluyente para decidir entre las contrapuestas teorías cartesiana y newtoniana.

Combinando el principio de atracción con la medida de la fuerza centrífuga establecida por Christiaan Huygens (1629-1695) en su *Horologium oscillatorium* (1673), Newton postula que la Tierra es un esferoide con un achatamiento en los polos respecto al ecuador como 229 es a 230. Para comparar la curvatura de la Tierra en lugares de distintas latitudes se procedió a la medida de las respectivas longitudes de un grado de meridiano en dichos lugares. Al margen de los intereses estrictamente científicos, estas operaciones geodésicas

contaban con el apoyo de los gobiernos por intereses para la navegación, militares, políticos y comerciales.

Por otra parte, a lo largo del XVIII, las controversias sobre la constitución de la Tierra se polarizaron en torno a dos posturas: neptuniana, una, liderada por Abraham G. Werner (1750-1817), que consideraba el océano como fuente de todas las formaciones terrestres situando a la acción física y química del agua como el agente del reino mineral; y plutoniana la otra, con James Hutton (1726-1797) al frente, que atribuía al fuego o calor central las formaciones geológicas básicas de la Tierra. Si la medida del arco de meridiano se aceptó para dilucidar la forma de la Tierra, medir su densidad fue la tarea emprendida para decidir sobre la fluidez o solidez del planeta, intentos ambos asociados a la admisión o rechazo de la supuesta atracción newtoniana.



En las expediciones geodésicas, la medida del tiempo se hacía con el péndulo que bate segundos, ya que hasta mediados del XVIII no se dispuso de relojes fiables. En las sucesivas latitudes donde iban tomando las medidas, medían la longitud del péndulo. Asimismo, para la determinación de la vertical del lugar, tomando como referencia las posiciones de las estrellas, recurrían a la plomada como elemento básico. Pero se plantearon si una vez suspendida la plomada permanecía indefectiblemente señalando la vertical del lugar o no. La evidencia de la desviación de la plomada en las proximidades de grandes masas, como las montañas, fue un argumento más a favor del test newtoniano.

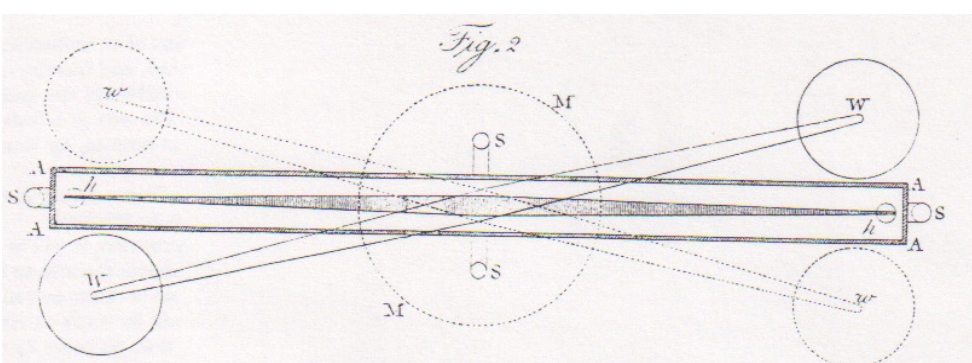
Admitida la influencia gravitatoria de las montañas sobre la oscilación del péndulo y sobre el peso de los cuerpos, Pierre Bouguer (1698-1758), con quien colaboraron los cosmógrafos y marinos españoles Jorge Juan y Antonio de Ulloa, acometió varios experimentos para determinar la relación entre la densidad de la montaña, el Chimborazoo en este caso, y la densidad media de la Tierra. El caso de Bouguer es digno de mención porque, a pesar de haber sido un defensor de la ortodoxia cartesiana, cuando se enfrentó a la realidad y de ella hubo de extraer medidas y conclusiones tuvo que recurrir necesariamente al caballero Newton reconociendo “la completa suficiencia del sistema de la gravitación newtoniana, lo que supone un gran triunfo de la filosofía inglesa”.

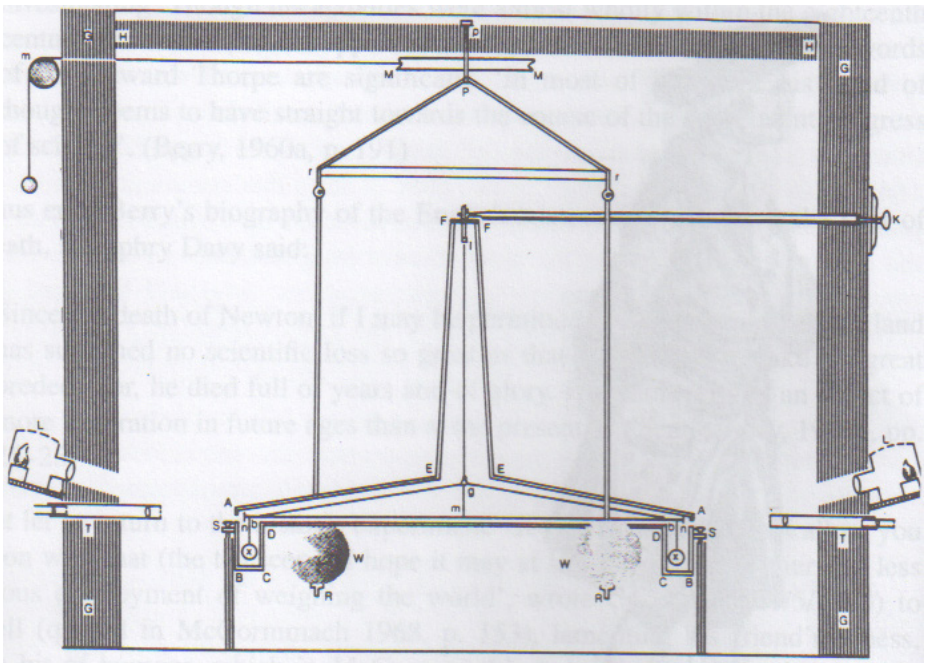
En Inglaterra, el reverendo Nevil Maskelyne (1732-1811), nombrado astrónomo real en 1765, leyó en 1772 ante la Royal Society el artículo titulado *A Proposal for measuring the Attraction of some Hill in this Kingdom by Astronomical Observations*. Resaltando que la realización de tal experimento sería un honor para la nación que lo hiciera y para la Sociedad que lo ejecutara. Se puso en marcha una comisión en la que participó Cavendish, cobrando relevancia entre los newtonianos ingleses los experimentos asociados con la "atracción de las montañas" o para "pesar" la Tierra, que de ambas formas se denominaron. Omito, y remito a los artículos citados al principio, el relato de los experimentos realizados a partir de entonces.

Un experimento admirable, crucial y paradigmático

Los experimentos comentados hasta ahora son geodésicos, astronómicos o litológicos, cuando no mentales, como el caso de Newton. La medida de la densidad de la Tierra en el laboratorio fue iniciada por Cavendish, aunque la ideación del experimento fuera debida al reverendo John Michell (1724-1793), astrónomo y profesor de geología en Cambridge, amigo y compañero de Cavendish en la Royal Society. La dedicación de ambos a los estudios gravitacionales está considerada como una destacable contribución a la visión de un mundo unificado desde una perspectiva newtoniana, una visión laica de las fuerzas físicas despojadas de la mano providente de dios desplazado por las interacciones de diversa índole, descritas mediante los fluidos imponderables eléctrico, magnético, lumínico, calórico o por las enigmáticas fuerzas a distancia, variables con el inverso del cuadrado de la distancia, responsables de la armonía de los cielos. A propósito del experimento de Cavendish, escribe Poynting (1913): " fue hecho de manera tan admirable que marca el principio de una nueva era en la medida de fuerzas pequeñas". "El experimento para pesar el mundo o, lo que es igual, la determinación de la densidad de la tierra tenía un inmenso atractivo para Cavendish. Unía el principio de la gravitación universal – punto fijo de su filosofía newtoniana – con las ciencias de la geología y la astronomía, intereses que llegaron, muy probablemente por su amistad con Michell, a ocupar el primer plano de sus investigaciones de finales de 1780 en adelante", escribe McCormmach (1968).

La balanza de torsión que Michell construyó para medir la densidad de la Tierra, mediante la observación de la atracción entre pequeñas cantidades de materia, se basaba en un principio sugerido y usado por él hacia 1768. Era el mismo que Charles A. Coulomb (1736-1806) empleó para medir pequeñas atracciones y repulsiones eléctricas, sin que Michell, según cuenta Cavendish para salvar el honor británico frente al acoso francés, conociera la balanza y los experimentos de Coulomb. Basándose en la balanza de torsión de Michell, Cavendish hizo construir una similar con algunas correcciones y la instaló en un edificio especialmente construido en el jardín de su casa de Clapham para contener la balanza, manipulándola desde fuera con el fin de preservarla de perturbaciones externas: corrientes de aire, cambios de temperatura y de presión, efectos magnéticos y electrostáticos, ruidos…Todo ello encaminado a conseguir la máxima precisión en experimento tan delicado y sensible.





Balanza de Cavendish basada en la diseñada y construida por Michell

La medida esencial para los complicados cálculos empleados por Cavendish era el ángulo de torsión experimentado por la barra horizontal *ghmh*. Hizo 17 registros de medidas, iniciadas las medidas el 5/8/1797 y finalizadas el 30/5/1798, concluyendo que "la densidad de la tierra es unas 5,48 veces mayor que la del agua". Y aquí acaba la historia. Cavendish no da ningún valor de *G*, ni pudo pasársele por la cabeza tal intento. Lo sorprendente es que en la literatura científica y en multitud de libros de texto contemporáneos, no en los del siglo XIX y bien entrado el XX, se den valores obtenidos por Cavendish, que para más inri no suelen ser coincidentes de unos libros a otros. Del último que tengo noticia es el de la reciente publicación de A. Berenguer (2013): "El cálculo de Cavendish arrojó el resultado G= (6,600±0,041)·10-11 $m^3/(s^2 \cdot Kg)$, que tardó un siglo en ser mejorado" . Nota al margen: K debe ser minúscula.

Medida de la constante *G* de la Gravitación Universal

Ciertamente, conocida la densidad de la Tierra, el cálculo de *G* es simple:

Siendo la densidad $\Delta = M / V = 3M/4\pi R^3$, puede escribirse la masa como

$M=4\Delta\pi R^3/3$,que sustituida en la ley de la gravitación universal, $F= GMm/R^2$, resulta $F=4G\Delta\pi Rm/3$ (1). Teniendo en cuenta que el peso de una masa *m* se define como $F=mg$ (2), donde *F* es la misma fuerza atractiva considerada en la ley de la gravitación universal, de la igualdad de las expresiones (1) y (2) se obtiene

$$G = 3g / 4\pi\Delta R$$

De aquí la trascendencia de medir con la mayor precisión posible la densidad media de la Tierra.

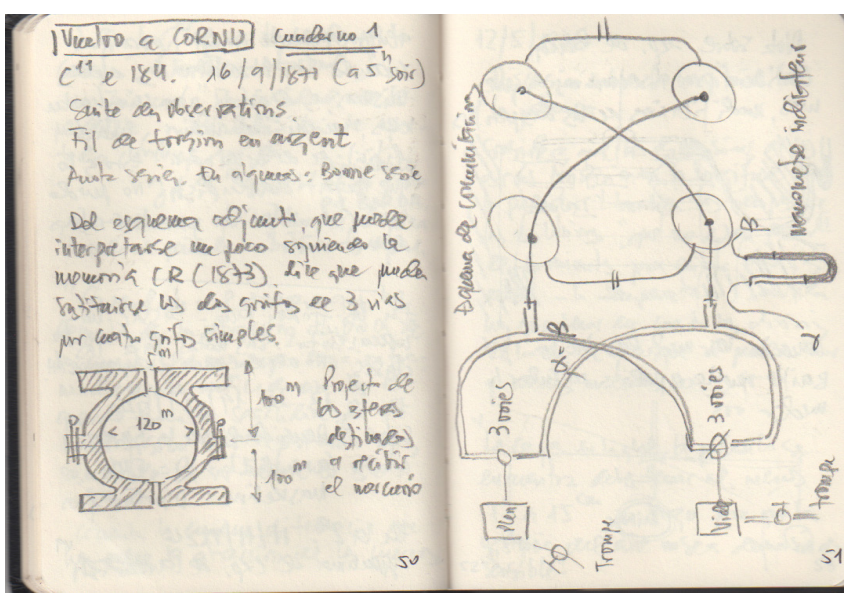
Constatado que Cavendish ni tuvo ni pudo tener interés por medir *G*, el reto estaba lanzado: ¿quién lo hizo por primera vez? En las búsquedas y descartes que caracterizan estas averiguaciones di con la comunicación, firmada por Cornu y Baille en la sección de física de *Comptes Rendus* de la Academia de Ciencias francesa, en el tomo 76, de enero a junio de 1873: "Détermination nouvelle de la constante de l´attraction et de la densité moyenne de la Terre" (954-958). Este era mi primer encuentro con la medida de *G*, anotada

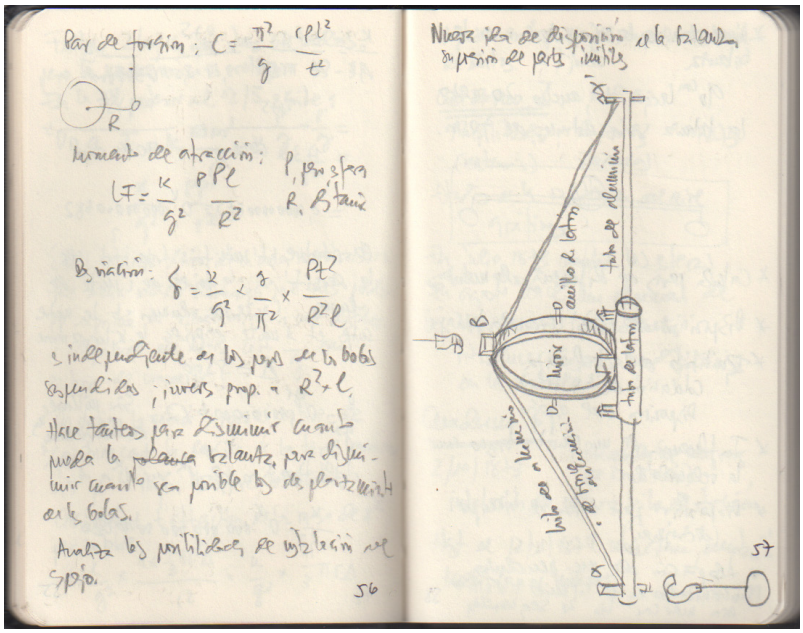
como *f* en la comunicación, tal como aparece en la literatura científica de la época, pero nunca – hasta este momento – dando su valor. Los detalles de los cálculos pueden consultarse, además de en los textos originales, en los artículos referidos el principio ocupándome de este asunto. Baste decir que las medidas de Cornu y Baille conducen a un valor de *G* en torno a $6{,}82 \cdot 10^{-11}$ unidades internacionales. El valor actual está en torno a $6{,}673 \cdot 10^{-11}$.

Mi duda, en cuanto a que ellos tuvieran la primicia, estaba en el título. Hablan de " détermination nouvelle", lo que induce a pensar que había alguna anterior. En la comunicación no se cita ninguna medida previa y consultado el documento manuscrito en la Academia de Ciencias de París compruebo que en la sesión de 14/4/1873, donde se trató su publicación en *Comptes Rendus,* en el título original no aparece "nouvelle". Fue un añadido propuesto por el secretario de la Academia sin dejar constancia de las razones por las que se corrigió el título original, así como otras consideraciones de escasa importancia.

Desde el tomo LXX de *Comptes Rendus* de 1870 aparecen notas sobre la intención de perfeccionar la balanza de Cavendish para determinar la densidad media de la Tierra y "la constante de la atracción newtoniana". Escriben que "hace cinco años están trabajando en estas experiencias. Que en algunas semanas dará resultados". El aparato para las mediciones que supuestamente mejora al de Cavendish lo instalaron en los sótanos de la Escuela Politécnica. "Funciona con gran regularidad, pero solamente de noche, cuando las trepidaciones del exterior y del interior del edificio han cesado un poco". La sorpresa es que el aparato no tiene nada que ver con la balanza de torsión de Michell, modificada y utilizada por Cavendish, aunque el principio del experimento sea el mismo: la torsión debida a la atracción entre masas próximas y dispares. Fue montado con las piezas necesarias que finalizadas las medidas, hasta la muerte de Cornu que siguió pretendiendo mejorar lo conseguido, serían utilizadas para otros fines. "Nos hemos propuesto – escribe Cornu en sus notas de laboratorio – determinar con precisión algunas constantes relativas a la física terrestre y a la astronomía. La experiencia de Cavendish (densidad de la Tierra) es una de las tenemos más prisa en llevar a cabo…"

En la Memoria que Cornu y Baille presentan a la Academia para su publicación queda clara la relevancia de la medida de *G*: "Después del descubrimiento de la ley de la atracción universal por Newton, un problema experimental de gran importancia se planteó, naturalmente, a los físicos y a los astrónomos, a saber: la determinación del valor numérico de la constante que expresa la atracción recíproca de dos unidades de masa situadas a la unidad de distancia. La determinación de esta constante designada por *f* presenta un interés muy especial en Astronomía". Este es el significado dimensional de *G* que en aquellos años sí tenía sentido plantearlo. Y el camino necesario para la determinación del valor absoluto de las masas de los cuerpos celestes.





Detalles del dispositivo montado por Cornu y Baille. (De mi cuaderno de notas)

Aunque no hay referencias a la ecuación de dimensiones de la ley de Newton, sí lo hacen en relación con la ley de Coulomb aplicada a las atracciones y repulsiones magnéticas, que junto con las atracciones y repulsiones eléctricas era una de las posibles perturbaciones que trataban de calibrar para mejorar la precisión en la medida de *G*.

A partir de esta medida de la densidad media de la Tierra y de *G*, se suceden muchas más – Braun, Burgess, Boys, Eötvös, Poynting - basadas la mayoría en el principio de torsión utilizado por Cavendish. En 1891, Cornu recibe en su laboratorio a Charles Boys, de la Royal Society, interesado en los procedimientos de Cornu para reducir las perturbaciones que afectaban a las oscilaciones en el proceso de torsión, claves para el registro de datos lo más fiables posible. Por allí pasaron Boltzmann, Bose, Mendeleeff y, cómo no, militares, políticos e incluso ¡el emperador de Brasil!

Marie Alfred Cornu (Orleans, 1841 – Romoratin, 1902) fue alumno de la Escuela Politécnica de París y de la Escuela de Minas. Profesor de física experimental en la Politécnica desde 1867 hasta su fallecimiento, donde fue su alumno Henri Poincaré que afirma haber encontrado en Cornu un mentor decisivo para su carrera científica y filosófica. Miembro de la Academia de Ciencias de París, de la que fue presidente, y de la Real de Ciencias de Suecia. Medalla Rumford de la Royal Society londinense y otras distinciones. Destacó por sus trabajos en espectroscopia y óptica, mejorando el procedimiento y los resultados de la determinación de la velocidad de la luz realizados por Fizeau. Jean Baptistin Baille (1841-1918) era profesor de Óptica y Acústica en l´École de Physique et de Chimie Industrielles de París. Amigo de Cézanne y Zola, encargado de hacer los cálculos que le encargaba Cornu, según se desprenden de sus apariciones en los cuadernos de laboratorio de Cornu y otros documentos contenidos en los archivos de l´École Polytechnique.

Conclusión

La medida de *G*, en sí misma, no tiene excesiva relevancia histórica. Sí la tiene desde los puntos de vista matemático, físico y astronómico. Y también es muy relevante para la enseñanza de las ciencias, porque los estudiantes deben adquirir no solo los conocimientos sino su contextualización. Y el contexto en que se sitúa

la medida de *G* por Cavendish es anacrónico; por entonces no había llegado el momento de plantearse dicha medida. Ahí reside el valor de este trabajo. Situar en el mismo tiempo – hay autores que atribuyen a Newton la ley completa de la gravitación Universal, incluyendo la constante – asuntos que no fueron coincidentes y que ni siquiera era propicio plantearlos es un falseamiento de la historia que multiplica los errores conceptuales, trastocando la epistemología de las ciencias. Seamos exigentes y cuidadosos con nuestras afirmaciones porque en las aulas se debe fomentar el rigor y el gusto por saber reconociendo y valorando cómo el conocimiento va incrementándose con el paso del tiempo, pero a su debido tiempo.

Bibliografía

BERENGUER, A. (2013) *Constantes. El enigma de los Números mágicos que rigen el Universo*, Almuzara.

BERRY, A. J. (1960) *Henry Cavendish. His Life and Scientific Work*, London, Hutchinson and Co.

BOYS, C. V. (1895) "On the Newtonian Constant of Gravitation", *Philosophical Transactions of the Royal Society,* **186** (1), 1-72.

CAVENDISH, H. (1798) "Experiment to Determine the Density of the Earth, *Philosophical Transactions of the Royal Society*, **88** (2), 469-526.

CORNU, A. et BAILLE, J. (1873) "Détermination nouvelle de la constante de l´attraction et de la densité moyenne de la Terre", *Comptes Rendus*, **76** (15), 954-958.

DANSON, E. (2006) *Weighing the World,* Oxford University Press.

DESAGULIERS, J. T. (1751) *Cours de Physique Experimental*, trad. por el R. P. Pezenas de la Cía de Jesús, 2 vols. París

GALINDO, A., MORENO, A., BENEDÍ, A. y VARELA, P. (1998) *Física*, 2º Bachillerato LOGSE, Madrid, McGraw-Hill.

JUNGNICKEL, Ch. and McCORMMACH, R. (1999) *Cavendish: The Experimental Life*, Bucknell.

McCORMMACH, R. (1968) "John Michell and Henry Cavendish: Weighing the Stars", *The British Journal for the History of Science*, **4** (4),126-155.

MORENO, A: (1988) *Aproximación a la física. Una historia de visionarios, rebeldes y creadores*, Madrid, Mondadori España.

NEWTON, I. (1982) *Principios matemáticos de la filosofía natural y su sistema del mundo*, Antonio Escohotado (ed.), Madrid, Editora Nacional, 228.

PALACIOS, J. (1964) *Análisis Dimensional*, Madrid, Espasa-Calpe.

POYNTING, J. H. (1913) *The Earth: Its Shape, Size, Weight and Spin*, Cambridge University Press.

POYNTING, J. H. (1894) "A History of the Methods of Weighing the Earth", *Birmingham Phil. Soc.* **9**, 1-23.

POYNTING, J. H. and THOMSON, J. J. (1924) "Properties of Matter", *A Text-Book of Physics*, Vol. I, Tenth Edition, London. C. Griffin.

SCHROEDER, P. (2007) *La loi de la gravitation universelle. Newton, Euler y Laplace*, Springer, París.

ÁREA TEMÁTICA I

HISTORIA DE LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA

BLANCO ABELLÁN, M. (coord.) (2014) *Enseñanza e Historia de las Ciencias y de las Técnicas: Orientación, Metodologías y Perspectivas.* Barcelona, SEHCYT, p. 29.

ENSEÑANZA Y DIVULGACIÓN DE LA FÍSICA MODERNA DURANTE LA REPÚBLICA Y LA GUERRA: EL CASO DEL PROFESOR JUAN B. PUIG VILLENA

Marià BAIG I ALEU
Departament de Física i Centre d'Història de la Ciència (CEHIC). Universitat Autònoma de Barcelona

Resumen

En esta comunicación se analizan distintos aspectos sobre la trayectoria personal -opiniones y vinculaciones políticas- y profesional -profesor y divulgador de la ciencia- del profesor Juan Bautista Puig Villena (Xàtiva, 1891-México, 1943), quien, en 1935, siendo catedrático del Instituto de Alcoy, publicaría unos interesantes trabajos sobre la física moderna. Puig Villena, miembro activo de Izquierda Republicana, debió exiliarse al final de la guerra civil, ejerciendo como catedrático en la universidad de Costa Rica hasta su prematura muerte en el año 1943.

Abstract

This communication studies different aspects about the personal life -opinions and political linkages- and professional activities -teacher and science populariser- of Professor Juan Bautista Puig Villena (Xàtiva, 1891–Mexico, 1943) who, in 1935, being Professor at the Institute of Alcoy, published some interesting works on modern physics. Puig Villena, an active member of the Izquierda Republicana *political party, should exile at the end of the Spanish Civil War, serving as Professor of the University of Costa Rica until his premature death in 1943.*

Palabras clave: Física moderna, Exilio, Siglo XX.

Keywords: Modern Physics, Exile, Twentieth Century.

1. Introducción

Durante el primer tercio del siglo XX se produjeron las dos grandes revoluciones que han conformado un cuerpo doctrinal que se viene denominando como *física moderna*: la teoría de la relatividad y la mecánica cuántica. Más o menos rápidamente, los avances científicos en estas disciplinas se fueron incorporando a la enseñanza reglada de las universidades y centros de estudios de todo el mundo. España vivía aquellos años la que se ha conocido como *Edad de plata de la cultura española*, período en el que hubo un gran esfuerzo de crecimiento científico y que tiene en la Junta para Ampliación de Estudios (JAE) su principal exponente [OTERO

CARVAJAL y LÓPEZ SÁNCHEZ, 2012]. No obstante, la *modernización* de la enseñanza de la ciencia en general -y de la física en particular- en la universidad española sería un proceso lento y difícil.

En un artículo anterior estudiamos la introducción de la mecánica cuántica en España a través de las lecciones y los textos escritos por autores españoles, constatando que no fue éste un proceso ni acumulativo ni lineal. En particular, pudimos observar un marcado incremento en el interés por la mecánica cuántica en el período republicano, proceso que fue interrumpido bruscamente por la guerra civil y la consiguiente represión franquista [BAIG, GIMENO y XIPELL, 2012]. Uno de los autores en el que nos fijamos, pero del que conocíamos muy pocos datos, era el profesor de instituto Juan Bautista Puig Villena, del que comentamos su libro *Breve idea de la mecánica ondulatoria* [PUIG VILLENA, 1935c], que nos sorprendió agradablemente por su claridad de exposición y sencillez. Puig Villena, que murió en el exilio en el año 1943 siendo profesor de física en la universidad de Costa Rica, es un caso paradigmático de vocación científica y docente truncada por las circunstancias de la evolución de la sociedad española, y creemos que su trayectoria merece ser estudiada y divulgada.[1]

2. Los antecedentes familiares de Puig Villena

Juan Bautista Puig Villena nació en Xàtiva (Valencia) el 1 de diciembre de 1891. Era el primer hijo del matrimonio formado por Juan Bautista Puig Crespo y de Modesta Villena Roca. El padre, que aparece en el acta de nacimiento ejerciendo la profesión de *oficinista*, fue un caso notable de vocación pedagógica. En unas memorias que publicó en el año 1904 explica su tardía transformación en maestro: "Allá por el año 1892 estaba yo encargado de la sección de correspondencia en una casa de banca de mi pueblo natal, Játiva (Valencia), y cobraba diez mil reales de sueldo. Mi constitución física me obligaba desde antiguo a un sedentarismo que se traducía en la continua lectura de libros, y a esta condición, más que a mis aficiones ni a mis méritos, era debido el que yo poseyera algunos conocimientos. Por un no sé qué que aun hoy no me explico, la gente se empeñaba en hacerme maestro…" [PUIG CRESPO, 1904, p. 373].

Aún careciendo de titulación, Puig Crespo, con 31 años y por su propia cuenta y riesgo, decidió abrir una escuela, anunciándose mediante unos prospectos, que fueron calificados como "revolucionarios", y consiguiendo un único alumno. Dado que lo tachaban de ser un "intruso" en la profesión, decidió normalizar su situación realizando los exámenes libres de todas las asignaturas: "…y a los tres días de estar en Valencia volvía al frente de aquella escuela de los prospectos revolucionarios, con mi papeleta de exámenes de toda la carrera" [PUIG CRESPO, 1904, p. 375].

A partir de este momento, Puig Crespo iniciaría su carrera profesional como maestro de escuela, primero en Novelda (donde no fue muy bien acogido por los círculos más conservadores[2]) y, después, en Zaragoza, como director de la escuela del hospicio. Como muestra de su interés por la renovación de la enseñanza, anotamos una crónica sobre su intervención en las *Conferencias Pedagógicas* de 1896: "Disertó a continuación D. Juan Bautista Puig Crespo, acerca del tema siguiente: «De los modos y procedimientos que podrían emplearse para la enseñanza en las escuelas de los conocimientos comunes de las ciencias Físico-Naturales, en todos los grados de la enseñanza y utilidades que reportaría la difusión de esta clase de conocimientos». Los aplausos que al terminar escuchó el conferenciante, son buena prueba del agrado con que oyó el auditorio su notable oración, desarrollada con modesta sencillez y con elevado criterio".[3]

Puig Crespo moriría prematuramente en el punto más álgido de su carrera docente, con 48 años de edad, el 27 de diciembre de 1910. Al poco de su muerte, el periódico *El Magisterio Geruendense, órgano de los maestros públicos de la provincia* publicaría un número conmemorativo[4] sobre su figura con numerosas muestras de condolencia por parte de la comunidad educativa, en particular la de Josep Dalmau i Carles,

[1] Para consultar los pocos datos publicados anteriormente sobre Puig Villena ver GARRIGÓS y PÉREZ [1994] y SOLANO [1991].
[2] Ver la campaña en su contra en *El nuevo alicantino*. Año I, número 275 (15 de diciembre de 1895).
[3] *El Ateneo.* Año I núm. 21 (30 de agosto de 1896).
[4] *El Magisterio Gerundense*, Año IV, núm. 125 (2 de febrero de 1911).

propietario de la editorial gerundense que publicó -y que seguiría publicando aún durante muchos años- sus numerosos libros de texto para las escuelas. Como se hará evidente en las próximas páginas, la vocación pedagógica y los valores cívicos de Puig Crespo se transmitirían a su hijo Juan Bautista, aunque también a su otro hijo, Rafael, maestro nacional de dilatada trayectoria.

3. SUS ESTUDIOS Y SUS PRIMEROS TRABAJOS PROFESIONALES

Juan Bautista Puig Villena realizó los estudios de licenciatura en ciencias químicas en la Universidad de Zaragoza, finalizando los ejercicios de la reválida el 24 de abril de 1915. En 1918 opositó a la cátedra de física y química del Instituto de Santiago[5], siendo "considerado apto por el Tribunal, a la terminación del tercer ejercicio, para proseguir en los restantes en los cuales actuó", pero sin llegar a obtener la plaza. En este mismo año entró como profesor en Almodóvar del Campo (Ciudad Real) "demostrando poseer excelentes condiciones para la enseñanza y dejando gratos recuerdos en este vecindario".[6] Sabemos también, a partir de su expediente administrativo, que estuvo durante cinco años desempeñando su cometido como profesor en el colegio Academia Politécnica de Daimiel, incorporada al Instituto Nacional de Ciudad Real.

De alguna forma, no obstante, Puig Villena seguiría en contacto con el mundo universitario de Madrid y sus movimientos políticos, ya que, por ejemplo, fue detenido durante los enfrentamientos de estudiantes universitarios con las fuerzas de orden público durante los disturbios que llevaron al proceso de disolución de las Juntas de Defensa Militar del año 1922.[7]

Juan Bautista Puig Villena compaginaría su actividad docente con el trabajo como químico profesional. Así, en el año 1924 presentó la solicitud[8] de la marca comercial *TRITON* para "distinguir productos químicos en general, lejías y mordientes", con sus socios Gerardo Doval y del Campo, y Juan Ramón Peñalba y Alonso de Ojeda, obteniendo su registro al año siguiente.[9] Simultáneamente, Puig Villena viajaría a Argentina y Cuba, trabajando en laboratorios de distintas plantas de procesado de caña de azúcar. Un certificado[10] emitido por *LEDESMA*, *Sugar Estates and Refining Company, limited, Ingenio Ledesma, prov. De Jujuy* el 20 de octubre de 1924 expone: "El señor Juan Puig Villena, licenciado en ciencias químicas, prestó servicios en este Ingenio y Refinería, como químico, durante la cosecha 1924. El señor Juan Puig demostró conocimientos perfectos para un control eficaz en una fábrica moderna, adquiriendo toda la práctica necesaria para el manejo del laboratorio. Es un químico capaz, exacto, siempre de toda confianza y posee profundos conocimientos teóricos en la química general". Un segundo certificado, emitido el 28 de marzo de 1925 por la compañía *Sugar Plantations Operating Company. Aguiar 71 – Habana*, nos detalla que: "El Dr. Juan Puig ha trabajado durante la zafra 1924/1925 en las centrales «María Luisa» y «Algodones» bajo esta administración, con el cargo de Segundo Químico, y hemos tenido completa satisfacción en cuanto a su competencia y en cuanto a su comportamiento".

Al regreso de su periplo americano, Puig Villena imprimiría un cambio radical a su actividad profesional, viajando ahora a Francia y matriculándose durante el curso académico 1926-1927 en el *Institut Catholique de Paris* de "algunas asignaturas correspondientes a las licenciaturas en ciencias físicas y químicas de España y trabajando bajo la dirección de Monsieur Branly".[11] Recordemos que en aquellos años, Edouard Branly (1844-1940), uno de los pioneros de la invención de la radio, disponía de un importante laboratorio para sus investigaciones físicas, hoy convertido en museo.

El 9 de octubre de 1928, Juan Bautista Puig Villena fue nombrado profesor de matemáticas del instituto local de Villacarrillo (Jaén), en virtud de concurso-selección[12]. No obstante, Puig Villena no renunciaría a una formación universitaria más avanzada ya que realizaría en esta fecha una petición a la JAE para asistir al curso

[5] Archivo General de la Administración [AGA] (Alcalá de Henares). Expediente de Juan B. Puig Villena. Educación 32/16810.
[6] Certificado del Ayuntamiento de Almodóvar del Campo. AGA, expediente Puig Villena.
[7] *La Voz*, 18 de noviembre de 1922, p. 8.
[8] *Boletín Oficial de la Propiedad Industrial* [BOPI] núm. 896 (1924) p. 43.
[9] BOPI núm. 928 (1925) p. 50.
[10] AGA, expediente Puig Villena.
[11] AGA, expediente Puig Villena.
[12] AGA, expediente Puig Villena.

de la Cátedra Cajal[13]. La Cátedra Cajal era una iniciativa de la asociación cultural de Buenos Aires y, durante el curso 1928-1929, había invitado a Madrid al profesor P. Sherrer de la Escuela Politécnica de Zurich, quien impartiría en la nueva ciudad universitaria una serie de lecciones sobre la física de los rayos Röntgen y la estructura de los cristales y las moléculas [PALACIOS, 1929] [FERNÁNDEZ TERÁN y GONZÁLEZ REDONDO, 2010].

4. Puig Villena, catedrático de instituto y activista político

En 1929 Juan Bautista Puig Villena ganaría las oposiciones para catedrático de instituto, siendo nombrado catedrático de física y química del Instituto Nacional de Segunda Enseñanza de Tortosa (Tarragona), tomando posesión de la plaza el primero de mayo de 1930. Puig Villena, no obstante, no llegaría a ejercer en Cataluña, dado que obtuvo una permuta de su plaza, incorporándose el 21 de noviembre del mismo año al Instituto Nacional de Segunda Enseñanza de Zafra (Badajoz).

Desde Zafra, Puig Villena pidió una pensión a la JAE[14]: "…con objeto de hacer estudios sobre metodología y organización de la segunda enseñanza en varios países europeos". Desafortunadamente, la JAE denegó su petición con fecha 3 de marzo de 1931: "La Junta ha examinado en su última reunión la instancia presentada por usted, con fecha 2 de febrero último solicitando consideración de pensionado para ampliar estudios de metodología y organización de la segunda enseñanza en varios países, acordando denegarla por no presentar usted trabajos que justifiquen dicha petición".

Posiblemente fuera este rechazo "por falta de trabajos" lo que impulsaría a Puig Villena a escribir sus obras sobre física moderna y pedagogía, la primera de las cuales sería el opúsculo "El bachillerato y la escuela única" [PUIG VILLENA, 1932]. En su hoja de servicios,[15] fechada en Zafra el 30 de Junio de 1931, leemos que: "Presenta al concurso una obra titulada «Resumen de unas conferencias sobre el electrón», otra «Breves apuntes de óptica geométrica» y una tercera «Sistemas de evaporación en los azúcares de caña»". El 26 de enero de 1932 el instituto de Zafra acusaba recibo al Ministerio de unas obras que Puig Villena había presentado para participar en las oposiciones del instituto de Valencia: "Dos folletos de óptica geométrica, Resumen de unas conferencias sobre el Electrón (dos folletos), La evaporación en los ingenios cubanos (dos folletos)".

Por orden de 29 de septiembre de 1932 se nombró a Juan Bautista Puig Villena director y catedrático del colegio subvencionado de segunda enseñanza de Irún. De esta época, encontramos la siguiente noticia en la prensa de Madrid: "Del Palacio Nacional. Visitas. Ayer cumplimentaron al presidente de la República los Sres. D. Juan Bautista Puig, director del colegio subvencionado de segunda enseñanza de Irún, acompañado de sus alumnos de ambos sexos,…"[16], una muestra de sus principios republicanos. Durante su estancia en el País Vasco, Puig Villena se hizo socio del Centro de Estudios Científicos de San Sebastián [LLOMBART PALET, 1995] publicando en la revista del centro un interesante trabajo sobre "La teoría corpuscular de la luz", que debería haber sido el primero de una serie de estudios, ya que acaba el artículo con la frase: "Esto es lo que ha hecho la *mecánica ondulatori*a partiendo del *electrón-onda* y de cuya teoría nos ocuparemos en trabajos sucesivos" [PUIG VILLENA, 1935a].

Desde Irún, Puig Villena mantuvo correspondencia con el maestro y político Marcelino Domingo (1884-1939) fundador del Partido Republicano Radical Socialista y que había sido ministro de Instrucción Pública.[17] En una carta fechada el 22 de marzo de 1934 le dice: "Tengo solicitada la cátedra de física y química del nuevo Instituto de Valencia; creo que tengo razones para creerme con algún derecho a ocuparla y así lo he hecho valer en el Consejo Nacional de Cultura, pero… nunca está de más que una mano amiga e influyente dé el último toque". Marcelino Domingo mandaría una carta a Salvador de Madariaga, recientemente nombrado

[13] Residencia de Estudiantes. Archivo de la JAE. http://archivojae.edaddeplata.org/jae_app/
[14] Archivo de la JAE. Expediente JAE/118-614.
[15] AGA, expediente Puig Villena.
[16] *ABC*, 1 de marzo de 1933, p. 18.
[17] Esta correspondencia se conserva en el Centro Documental de la Memoria Histórica (Salamanca) [CDMH], Sección Político-Social (Madrid), expediente núm. 1572.

Ministro de Instrucción Pública, interesándose por la asignación de las plazas de Valencia, pero Puig Villena no conseguiría su plaza en este instituto.[18] El 22 de noviembre de 1934 se producía el nombramiento de Puig Villena como director del Instituto Nacional de Segunda Enseñanza de Antequera (Málaga) y el 24 de marzo de 1935 se le nombraba catedrático en el Instituto de Alcoy, en el cual estaría ejerciendo al inicio de la guerra civil.

Puig Villena se implicó en seguida en la vida política de Alcoy, al tiempo que seguía con sus publicaciones científicas [PUIG VILLENA, 1935b, 1935c]. Asimismo, publicó un opúsculo titulado "Política y Religión" [PUIG VILLENA, 1935d], en el que recogía distintos artículos que había ido ya difundiendo en los que plasmaba sus ideas laicistas y que fueron duramente criticados por los medios conservadores, especialmente por el clero. Como muestra de su implicación política con las izquierdas republicanas, transcribimos su dedicatoria: "A la memoria de Manuel Andrés Casaus, mártir de la Republica, dedica este trabajo con toda emoción. El Autor". Recordemos que Manuel Andrés, periodista, político y activista republicano, había sido asesinado en San Sebastián el 10 de septiembre de 1934.

Puig Villena se incorporó en el verano de 1937 al nuevo Instituto para Obreros de Valencia, dando clases de física y química a los alumnos de la primera convocatoria del Instituto, en su segundo semestre. Cristina Escrivá, que ha recuperado la memoria histórica de antiguos alumnos del Instituto para Obreros de Valencia, transcribe de una de sus entrevistas, refiriéndose a Puig Villena, que "…era muy competente y preparado, con un alto concepto práctico. Le gustaba extraer conclusiones de aplicación al consumo y así nos enseñó un extenso muestrario de las múltiples materias de los derivados del petróleo, la química del carbono, los azúcares etc. -De cualquier elemento químico simple, le gustaba hacer disertaciones. -Para poco iniciados que estábamos la mayoría de los alumnos, resultaban sus clases fascinantes". También recordaba este ex-alumno[19] que Puig Villena había asistido a la conferencia de Einstein en la Residencia de Estudiantes de Madrid [ESCRIVÁ, 2008].

El nuevo régimen franquista sería implacable con Juan Bautista Puig Villena. De un informe secreto del Tribunal Especial para la Represión de la Masonería y el Comunismo extraemos: "JUAN BAUTISTA PUIG VILLENA, de 52 años, en 1944, casado, Catedrático, natural de Játiva y vecino que fue de la citada localidad de Alcoy, se mostró izquierdista furibundo, perteneciendo a Izquierda Republicana, de cuyo partido fue Presidente durante la guerra. Patrocinado por el partido escribió un libro que tituló «Religión y Política» y algunos libelos como el titulado «El Mito de Cristo». Tomó parte en diferentes mítines y actos de matiz izquierdista y durante la época roja se afilió también al partido comunista. Días antes de terminar la guerra huyó a Orán de donde pasó a Méjico, en cuya nación desempeñaba el cargo de Profesor de la Institución Pro evadidos".[20]

A pesar de su huida al extranjero, la maquinaria burocrática del nuevo régimen realizó el proceso de depuración de su plaza de funcionario. El expediente, que recoge distintos testimonios, contiene el siguiente resumen: "D. Juan Bta. Puig Villena. Vicedirector y catedrático de Física y Química. Antes del G. Movimiento de extrema izquierda, haciendo propaganda anticristiana y repartiendo a los alumnos libelos de los que era autor. Presidente de Izquierda Republicana en Alcoy. Durante la dominación dio conferencias anticristianas y antifascistas. Perteneció al Socorro Rojo y han circulado rumores de que pertenecía al Servicio de Información del Estado Mayor rojo. En marzo de 1937 pasó al Instituto Popular Obrero de Valencia. Al terminar la guerra se evadió al extranjero".[21]

5. El exilio americano

Juan Bautista Puig Villena llegó a México gracias al Servicio de Evacuación de Refugiados Españoles (SERE), organismo creado en París en el año 1939 y dirigido por el propio Juan Negrín. El nombre de "J.B. Puig Villena" figura como uno de los intelectuales beneficiarios con un subsidio mensual de 1.000 ptas. en un

[18] Quizás influiría el hecho de que Salvador de Madariaga cesase en el cargo de ministro muy pocos días después, concretamente el 28 de abril de 1934.
[19] Ramón Onsurbe Lorenzo, alumno Puig Villena durante el curso 1937/38, que tenía entonces 15 años.
[20] CDMH, Sección Especial Masonería. Expediente 200/20.
[21] AGA. Expediente de depuración. Educación 32/16778.

documento publicado por Francisco Olaya y que corresponde al último de los pagos efectuados por el SERE, en febrero de 1940, poco antes de su disolución definitiva [OLAYA MORALES, 2004]. En México, Puig Villena recibió el apoyo del biólogo Enrique Rioja, con quién había coincidido en el Instituto para Obreros de Valencia, que intercedió para su presentación a la Universidad de Morelia [DOSIL y CREMADES, 2004].

Juan Bautista Puig Villena, después de intentar -al parecer infructuosamente- conseguir un puesto en México o Nicaragua, se incorporó a la Universidad de Costa Rica, desplegando inmediatamente una gran actividad docente en distintos ámbitos: El 28 de abril del 1942 era nombrado catedrático de las asignaturas de geofísica y cosmografía en la Escuela de Ingeniería[22]; en octubre del mismo año se comprometía a impartir una serie de conferencias sobre la *Teoría de la Relatividad*[23]; el 19 febrero de 1943 era nombrado profesor de física en la facultad de Ciencias[24]; el 24 de febrero se informa de que había impartido una conferencia "sobre «Vulgarización de la Teoría de la Relatividad», a la cual asistieron alumnos de Ingeniería y Ciencias, y varios distinguidos visitantes"[25]; y el 13 de marzo de 1943, en un informe sobre la labor realizada por los profesores de la escuela de ingeniería, en particular sobre "el esfuerzo realizado por los profesores de esta facultad para preparar textos de sus respectivas asignaturas que no fue posible conseguir impresos", figura entre los textos preparados por los profesores y distribuidos por la librería Lehman: "*Cosmografía*: Dos cursos para 2º año, por los ingeniero don Federico Páez y don Juan B. Puig"[26]. Desgraciadamente, esta frenética actividad docente de Puig Villena quedaría interrumpida definitivamente muy poco después.

La noticia de su muerte la encontramos en el informe[27] anual del Rector de Universidad de Costa Rica correspondiente al año 1943: "Uno de los profesores, que vino a nuestro país, desterrado de su patria con motivo de la revolución española, el señor Juan Puig, obtuvo dos cátedras, una en la Escuela de Ingenieros y otra en la de Ciencias, y tuvimos que lamentar su repentina enfermedad, que por cierto permitió a sus alumnos darle testimonio de afectuosa consideración y posteriormente su fallecimiento prematuro ocurrido en México". Más adelante, el Director de la Escuela de Ciencias añade: "También creo del momento informar aquí, que el señor Profesor don Juan B. Puig, fue nombrado al principiar el año para ocupar en esta Escuela la cátedra de Física, pero desgraciadamente una enfermedad violenta le causó la muerte, sin que pudiéramos aprovechar sus magníficos servicios, ya conocidos en otras Escuelas Universitarias".

6. Conclusión

En esta comunicación se han presentado los resultados de una investigación biográfica sobre la trayectoria personal y profesional de Juan Bautista Puig Villena, en su doble condición de docente y activista político, durante los convulsos años de la España del primer tercio del siglo XX, en la creencia de que para comprender la realidad de la evolución de la ciencia y su enseñanza hay que conocer los detalles y las circunstancias que vivieron sus protagonistas y que marcaron su quehacer, historias muchas veces olvidadas o silenciadas pero que es necesario recuperar.

Agradecimientos

El autor agradece a la investigadora Cristina Escrivá la documentación suministrada sobre la etapa de Puig Villena en el Instituto para Obreros de Valencia. Asimismo, agradece la colaboración de Gonzalo Gimeno y Mercedes Xipell y la del personal de los diversos archivos consultados. Este trabajo ha recibido el apoyo del proyecto HAR20011-27308 *Física, cultura y política en España,* del Ministerio de Economía y Competitividad.

[22] Universidad de Costa Rica (UCR). Consejo Universitario (CU). Acta de la Sesión nº 10, 28 de abril de 1942.
[23] UCR. CU. Acta de la Sesión nº 28, 6 de octubre de 1942.
[24] UCR. CU. Acta de la Sesión nº 3, 19 de febrero de 1943.
[25] *Anales de la Universidad de Costa Rica* (AUCR), año 2, número 5, p. 24.
[26] AUCR, año 2, número 5, p. 28.
[27] *Informe anual de la Universidad de Costa Rica,* 1943. San José de Costa Rica: Imprenta Nacional

Bibliografía

BAIG, M, GIMENO, G y XIPELL, M. (2012) "La introducción de la mecánica cuántica en España: las primeras lecciones y los primeros textos". En X. Roqué (Ed.) *La física en la dictadura. Físicos, cultura y poder en España 1939-1945*. Bellaterra, Universitat Autònoma de Barcelona, Servei de publicacions, pp. 161-176.

DOSIL, F. J. y CREMADES, J. (2004) "El Zoólogo Enrique Rioja (1895-1963)". En: J.J. Escribano, L. Español y Mª.A. Martínez (Eds.) *VIII Congreso SEHCYT : historia de las ciencias y de las técnicas*. Logroño, Universidad de La Rioja, pp. 497-517.

ESCRIVÁ, C. (2008) *Los institutos para obreros. Un hermoso sueño republicano.* Valencia, L'Eixam.

FERNÁNDEZ TERÁN, R. E. y GONZÁLEZ REDONDO, F. A. (2010) "Las cátedras de la Institución Cultural Española de Buenos Aires. Ciencia y educación entre España y Argentina, 1910-1940". *Historia de la Educación*, 29, 195-219.

GARRIGÓS, L. y PÉREZ, J. L. (1994) *Panorama histórico de la química en Alicante.* Alicante, Instituto de Cultura "Juan Gil-Albert".

LLOMBART PALET, J. (1995) *El Centro de Estudios Científicos de San Sebastián*. Donostia, Eusko Ikaskuntza.

OLAYA MORALES, F. (2004) *La gran estafa de la guerra civil.* Barcelona, Belacqva.

OTERO CARVAJAL, L. E. y LÓPEZ SÁNCHEZ, J. M. (2012) *La lucha por la modernidad. Las ciencias naturales y la Junta para ampliación de Estudios*. Madrid, Publicaciones de la Residencia de Estudiantes. CSIC.

PALACIOS, J. (1929) "Crónica. Cátedra Cajal. Curso de 1928-1929". *Boletín de la Universidad de Madrid, I(3)*, 292-307.

PUIG CRESPO, J. B. (1904) "Mis memorias". En: *El Defensor del Magisterio*, núm. 23, pp. 373-376; núm. 25, pp. 406-408; núm. 26, pp. 422-425; núm. 27, pp.437-441; núm. 28, pp. 454-456.

PUIG VILLENA, J. B. (1932) *El bachillerato y la escuela única.* Madrid, Imprenta de Galo Sáez.

PUIG VILLENA, J. B. (1935a) "Teoría corpuscular de la luz". *Revista del Centro de Estudios Científicos. IV,* 168-172, 188-194, 209-215. [San Sebastián].

PUIG VILLENA, J. B. (1935b) *El Espacio, curvo y finito*. Alicante, Tip. Suc. de Such, Serra y Compañía.

PUIG VILLENA, J. B. (1935c) *Breve idea de la Mecánica ondulatoria*. Alcoy, Imprenta E. Vañó.

PUIG VILLENA, J. B. (1935d) *Política y Religión*. Alicante, Imprenta Comercial.

SOLANO, W. E. (1991) "125 años de programas de enseñanza de la ingeniería en Costa Rica (1864–1990)". *Ingeniería. Revista de la Universidad de Costa Rica, 1*, 149-163.

BLANCO ABELLÁN, M. (coord.) (2014) *Enseñanza e Historia de las Ciencias y de las Técnicas: Orientación, Metodologías y Perspectivas.* Barcelona, SEHCYT, p. 37.

UNA INICIATIVA RENOVADORA EN LA ENSEÑANZA DE LA BARCELONA DEL SIGLO XVIII: EL COLEGIO DE CORDELLES DESPUÉS DE TOMÀS CERDÀ

Joaquim BERENGUER CLARIÀ

Resumen

Después de la expulsión de los jesuitas de España, en 1767, el poder político español intenta cubrir el vacío que se ha producido en los centros docentes de la Compañía de Jesús. En el Colegio de Cordelles de Barcelona es nombrado como director Francesc Subiràs, antiguo alumno de Tomàs Cerdà en sus clases de matemáticas y personaje bien relacionado en la Corte de Madrid. Éste, en 1770, intentará poner en marcha una ambiciosa reestructuración de los estudios en el antiguo colegio de los jesuitas, donde las matemáticas y las nuevas ciencias experimentales tendrían un papel preponderante. El proyecto no obtiene el visto bueno de la Monarquía y Subiràs renuncia al cargo de director, desplazándose a Madrid. El estudio del denominado "Memorial de Subiràs" nos permite intuir la realidad docente del Colegio de Cordelles antes del año 1767, como también conocer el modelo educativo que ha adoptado la comunidad científica formada alrededor de la Conferencia Físico-matemática barcelonesa. De igual manera esta iniciativa renovadora y su fracaso posterior nos permite establecer una serie de hipótesis sobre el evidente conflicto de intereses políticos y económicos puestos de manifiesto.

Abstract

After the expulsion of Jesuits from Spain in 1767, Spanish political power tried to fill the void which had appeared in Jesuits schools. Francesc Subiràs, who had been Cerdà's pupil in his Mathematics classes and was well-connected with King's court in Madrid, was nominated Director of the College of Cordelles. In 1770, Subiràs tried to carry out an ambitious reform of Education in the old Jesuit College, where Mathematics and the new experimental sciences would have a preponderant role. This project did not obtain approval of the Monarchy and Subiràs resigned his position as director and moved to Madrid. Study of the so-called "Memorial de Subiràs" enables us to understand the educational reality of the College of Cordelles before 1767 and to learn about the educational model that the scientific community shaped around the Physical-mathematical Conference in Barcelona. Moreover this reformist initiative and its subsequent failure enables us to set out some hypotheses concerning the evident conflict between the different political and economical interests.

Palabras clave: Subiràs, Colegio de Cordelles de Barcelona, Siglo XVIII.

Keywords: Subiràs, College of Cordelles of Barcelona, 18th Century.

El colegio de Cordelles y la conferencia físico-matemática

A mediados de siglo aparecen distintas iniciativas en España que fomentan la incorporación de los nuevos conocimientos científicos en el sistema educativo.

Particularmente interesante es la readaptación del Colegio de Cordelles, una escuela jesuita conservadora y elitista, a estas nuevas realidades sociales. En 1756, a partir de la entrada de Tomàs Cerdà en este centro, donde ocupará una cátedra pública de matemáticas, se puede comprobar el reforzamiento de las matemáticas y la aparición de la física experimental en la enseñanza del colegio, así como la apertura de las clases de filosofía y matemáticas a alumnos no nobles.

Es a partir de estos aires renovadores y, concretamente, a partir de algunos discípulos de Cerdà en Cordelles que, en 1764, se creará, en Barcelona, la Conferencia Físico-matemática, la cual tendrá como objetivo fomentar el desarrollo de la física experimental y las matemáticas. Un año después, los objetivos de la que ahora se llamará Real Conferencia Física, se ampliarán a todas las ciencias de la naturaleza y a las "artes útiles".

Al cabo de pocos años, en 1767, cuando se produce la expulsión de los jesuitas, había en el Colegio de Cordelles unos 62 seminaristas y de 7 a 10 jesuitas. Después de esta expulsión, el Colegio queda desmontado y el poder político recurre a la Conferencia Física para intentar resolver la situación.

Francesc Subiràs: alumno de Tomàs Cerdà

Francesc Subiràs i Barra era hijo de un maestro carpintero, el cual intervino en diferentes contratas de fortificaciones y obras públicas para el ejército, pero también se dedicó al comercio y a la inversión inmobiliaria.

Subiràs asistió a las clases de matemáticas de Cerdà y en enero de 1764, cuando se constituye la Conferencia Físico-matemática, es nombrado director de ésta.

Sin embargo, al cabo de pocos meses Subiràs se va a Madrid, donde consigue, posiblemente gracias a Campomanes, la protección real de la Conferencia Físico-matemática, a cambio de una importante modificación de sus estatutos. Desde finales de 1766 hasta finales de 1767 ejerce como profesor de la Academia de Bellas Artes de San Fernando de Madrid, con la categoría de teniente director de arquitectura.

A petición del Conde Ricla, el Capitán General de Catalunya, Subiràs obtiene una licencia de la Academia de San Fernando para ir a Barcelona y en enero de 1768 es nombrado director del Colegio de Cordelles.

Subiràs, que continua en Barcelona durante todo el año 1769, elabora un plan de estudios para el Colegio de Cordelles, el cual envía al Consejo de Castilla, a principios del año 1770, para su aprobación. Durante este mismo año, Bonells, en nombre de la Conferencia, también envía un memorial al Consejo de Castilla, probablemente de forma coordinada con Subiràs, para solicitar dotación para esta institución.

Plan general de la educación que se puede dar en el imperial y real seminario de nobles de Cordelles de la ciudad de Barcelona

El denominado "Memorial de Subiràs" es, pues, la propuesta de un plan de estudios para el Colegio de Cordelles que Subiràs presenta al Consejo de Castilla para su aprobación y, sobre todo, para conseguir su financiación. Este Memorial se conserva en el Archivo de la Corona de Aragón[1] y diferentes fuentes bibliográficas lo citan como documento relevante.

El Memorial está dividido en distintos apartados: Educación interior del Seminario de Nobles de Cordelles, Estudios Públicos, Gobierno del Seminario y de sus Estudios, Disciplina del Colegio, Honores y distinciones del Colegio y sus estudios, Relación de lo que actualmente necesita el Colegio de Cordelles.

[1] Audiencia, Registros del Reinado de Carlos III, Cartas Acordadas Real Audiencia, 1772, nº 567, ff 101r-150v. De hecho, el documento que se conserva es la transcripción del memorial que originalmente Subiràs envió, en 1770, al Consejo de Castilla, y que, con fecha de marzo de 1772, este mismo Consejo de Castilla reenvia a la Real Audiencia de Catalunya para que emita un dictámen sobre la propuesta de Subiràs.

Educación interior del Seminario y Estudios públicos

El Memorial establece una separación entre lo que denomina "Educación interior del Seminario" y los "Estudios públicos". Dentro del apartado de la Educación interior del Seminario aparecen, sobre todo, materias religiosas o relativas a las habilidades sociales de la nobleza que recuerdan las que eran descritas en los "Actos Públicos" del Colegio antes de la llegada de Cerdà en 1756.

En cuanto a los Estudios públicos, se consideran, en primer lugar, los más elementales denominados "Primeras Letras", después vienen los más relacionados con las humanidades y lenguas como son "Lenguas, Gramática Latina, Retórica y Poesía, Gramática Griega, Filosofía". Finalmente, enumera toda una serie de materias "científicas" como "Matemáticas, Arquitectura, Física, Astronomía, Geografía, Navegación, Historia Natural, Química, Metalurgia, Agricultura, Dibujo, Diseño, Artes".

Es de destacar, cuando se habla de las materias englobadas como "Artes", la voluntad de dar al Colegio un carácter útil para la economía del país, lo cuál ya se menciona desde el principio del documento:

> En las Artes, Agricultura y Comercio estriba principalmente la felicidad de la Provincia, y de estos conocimientos es tanta mayor la ignorancia cuanta más extensa su necesidad. Pues los pocos progresos de las Artes, el atraso de la Agricultura, la esterilidad del Comercio, causas todas que limitan las facultades de los naturales, son efectos de la falta de principios fundamentales en Artífices, Agricultores y Comerciantes.

En diversas partes del Memorial explica cómo las materias científicas tienen que ser útiles a las "Artes y Comercio", y cómo es preciso también adquirir los conocimientos más específicamente prácticos: "El estudio de las Artes contiene además de los conocimientos científicos, algunos mecánicos no menos dignos de la aplicación de la Juventud".

¿Qué matemáticas se proponen para la enseñanza?

Las matemáticas superiores tienen que contener:

> Aritmética numérica y literal teórica y práctica (...). La Geometría teórica y práctica con el uso de los instrumentos para las operaciones sobre el papel y sobre el terreno. La Trigonometría Plana y Esférica, la aplicación del Álgebra a la Geometría y Trigonometría, las Secciones Cónicas, descripción de curvas y el método directo e inverso de las Fluxiones, o el Cálculo Diferencial e Integral con sus aplicaciones a la Geometría.

Especialmente interesante resulta comprobar cómo el guión que se propone para las matemáticas superiores recuerda el plan de publicaciones que Cerdà tenía preparado, tal como lo anunció en el prólogo de su libro de aritmética:

> ... concluido el segundo Tomo de las Ecuaciones, el más esencial de la Algebra, que actualmente se está imprimiendo, comenzará la impresión de los otros tres, que tengo ya dispuestos para ello; es a saber, la Geometría, y Trigonometría, la Aplicación de la Algebra a Geometría, y Curvas, el Método Directo, e Inverso de las Fluxiones, que otros llaman Cálculo Diferencial, e Integral...

Las matemáticas inferiores tienen una primera parte de aritmética que consiste en definiciones y axiomas de la aritmética, enteros, fracciones, mixtos, potencias y radicales, progresiones aritméticas y geométricas, proporción directa e inversa y logaritmos. La segunda parte de geometría práctica consiste en los axiomas fundamentales, rectas, superficies y sólidos, posiciones relativas entre los elementos geométricos, trigonometría y aplicación de los logaritmos a las razones trigonométricas. Igualmente, se dará una idea de las secciones cónicas con su descripción mecánica mediante instrumentos.

Aquí también se observa un paralelismo entre el guión propuesto para las matemáticas inferiores y el contenido de los libros publicados por Cerdà sobre aritmética y geometría.[2]

---

[2] *Liciones de Mathemática o Elementos Generales de Arithmética y Algebra para el uso de la clase* en 1758. *Lecciones de mathematica o Elementos generales de Geometria para el uso de la clase* en 1760.

Calendario escolar y distribución horaria

Según el plan propuesto, las "Primeras Letras" deberán funcionar todo el año y las clases de las demás materias deberán empezar en setiembre u octubre y terminar en junio o julio. Durante los meses de verano habrá pruebas para pasar de clase.

La siguiente tabla resume la distribución horaria, por cursos y el número de profesores:

Materia	Nº profesores	Cursos	Horas
Primeras Letras	1 + ayudantes		
Gramática Española	1	2	
Gramática Francesa	1	2	
Gramática Inglesa	1	2	
Gramática Latina	3	3	2h mañana + 2h tarde
Retórica y Poesía	2	2	2h mañana + 2h tarde
Gramática Griega		2	
Filosofía	2	2	2h mañana + 2h tarde
Matemáticas superiores	1	2	2h mañana + 2h tarde
Matemáticas inferiores	1	2	2h noche
Arquitectura superior	1	2	2h
Arquitectura inferior	1	2	2h noche
Física superior	1	2	2h
Física inferior	1		2h
Astronomía	1	2	2h
Geografía	1	1	2h
Navegación	1	1	
Historia Natural	1		
Química	1	2	2h
Metalurgia	1		
Agricultura	1		
Dibujo	1		
Diseño			
Artes	1		

¿Qué alumnos y qué maestros?

A lo largo del Memorial queda clara la apertura de las clases a los hijos de la naciente burguesía:

Siendo esos estudios necesarios a todo no debe limitarse su enseñanza a solos los Seminaristas de Cordelles sino extenderse a todos los que quieran aprovecharse de ella haciendo públicos los estudios.

En el Colegio de Cordelles deben admitirse personas decentes de todos los estados, educarse uniformemente en todo lo que puede ser común.

Es de destacar la contemplación de un horario nocturno para los que trabajan: "Por lo que, a fin de que puedan aprovechar de las Matemáticas, Arquitectura y Física inferiores hasta los Jornaleros, se darían estudios de Noche".

En cuanto a los maestros que se encarguen de las "Primeras Letras", lenguas y humanidades, tendrán que superar unas oposiciones organizadas por el Consejo de Castilla y serán nombrados por el Rey.

Los profesores de ciencias tendrán que ser miembros de la Conferencia Física y será ésta misma institución la que los nombrará.

Los cargos y empleados

En esta parte del Memorial donde se describen las distintas responsabilidades, el director aparece como la autoridad máxima. El Capitán General lo tiene que nombrar entre los miembros de la Real Conferencia Física. Tiene que velar por la educación de los seminaristas y debe presidir todos los exámenes.

A continuación aparece una larga lista de diferentes cargos y empleados: "Vicedirector, Capellanes, Pasantes, Mayordomo, Criados, Cocinero, Portero, Sacristán".[3]

Sobre la financiación

No podía faltar en este Memorial una referencia al punto clave de cómo se financiaba todo el plan. Subiràs propone un sistema de oposiciones para los maestros, lo cual representa que la retribución de éstos correrá a cargo del Estado. Los profesores de ciencias, que tienen que ser miembros de la Conferencia Física, serían pagados a partir de la dotación que Subiràs reclama para la misma. Para el mantenimiento del Colegio, Subiràs pide las rentas sobrantes que están cobrando otras escuelas en Catalunya.

Por otro lado los seminaristas tienen que pagarse su manutención, que cubrirá los alimentos y la asistencia básica.

Sobre la lengua

La castellanización en Catalunya se había intensificado desde el año 1715, y a partir del 1768 se obligó el castellano en todas las escuelas. El plan para Cordelles tenía muy presente esta obligación:

> ... el Idioma Castellano como la Lengua Principal del Reino que por la misma razón se hablará comúnmente en el Colegio y Clases excluyendo todo dialecto provincial.
>
> La ortografía y acento habrán de arreglarse a las principales de los correspondientes idiomas como para el castellano la Ortografía de la Real Academia Española y el acento de Madrid.

La legitimización de los estudios de Cordelles

Al final del Memorial aparecen una serie de solicitudes al Rey, entre las cuales la de que el Colegio continúe llamándose "Imperial y Real Colegio de Nobles de Nuestra Señora y Santiago de Cordelles", que los maestros sean Profesores Reales, que a los profesores de ciencias se les conceda la nobleza real, que a todos los discípulos que obtengan la certificación de aprovechamiento en el Colegio sean considerados para los distintos oficios como si hubiesen cursado los estudios en una Universidad o en un Colegio Real, que nadie pueda obtener una certificación en lengua castellana que no haya sido aprobado en el Colegio de Cordelles. Hay que tener en cuenta que Barcelona continúa sin Universidad después de la guerra de Sucesión y es evidente que todas estas peticiones van dirigidas a legitimar los estudios en Cordelles como una enseñanza pública del más alto nivel.

[3] El "Pasante" es como el asesor de los estudiantes en temas de educación y hay uno para cada 24 alumnos. El "Mayordomo" es el que gestiona los ingresos y los gastos.

El fracaso de la iniciativa de Francesc Subiràs

La propuesta de Subiràs no es aceptada desde la Corte, ni tampoco la solicitud que ha presentado la Real Conferencia para conseguir la financiación de ésta. El mismo año 1770 Subiràs decide, o le proponen, trasladarse a la Corte. En agosto de 1770 es nombrado director de las clases de matemáticas del Real Colegio de Nobles de Madrid. En octubre de 1770 Subiràs se despide de Barcelona, del Colegio de Cordelles y de la Real Conferencia Física, ahora ya, Real Academia de Ciencias naturales y Artes.

En 1783 es designado comisario ordenador y de límites entre los dominios portugueses y españoles en América del Sur. Ese mismo año muere.

Algunas Conclusiones

Después del fracaso del plan de Subiràs, nuestras reflexiones tienden a girar básicamente entorno a dos cuestiones: Qué significó dicho fracaso para el desarrollo científico de Barcelona y Catalunya? ¿Qué papel realmente jugó Subirás en el marco del desarrollo científico y educativo de Barcelona?

Veamos algunas conclusiones que quizás nos permitan avanzar algunas respuestas a nuestras preguntas:

1. Hay que decir que el documento es un significativo reflejo de un momento en que urge incorporar las nuevas corrientes científicas al sistema educativo. Desde el primer momento aparece una clara identificación entre ciencia y progreso social y económico. La ciencia que hay que explicar en las escuelas ha de ser útil para la economía del país y el público a la que va dirigida la enseñanza ha de incluir las nuevas capas artesanas para prepararlas como futuros profesionales cualificados.

2.- El documento nos muestra cuál era el modelo educativo para la naciente comunidad científica barcelonesa pero también, en parte, refleja la situación real en muchos colegios del estilo de Cordelles. Una situación en la cual se combinan las formas más tradicionales, donde la religión continúa presidiendo cualquier actividad académica, con la aparición de las orientaciones científicas más modernas. Donde, en definitiva, es importante asegurar la escala jerárquica, lo cual es también la manera de asegurar que la comunidad educativa está al servicio del poder político, la Monarquía.

3.- La iniciativa pone de manifiesto cómo la nueva comunidad científica barcelonesa nace vinculada a una clara voluntad educativa y, en este sentido, le resulta imprescindible ganarse una autoridad tanto a nivel científico como educativo. El principal objetivo que persigue la propuesta es conseguir una institución que supla de alguna forma la pérdida de la Universidad y, con ello, consolidar no sólo la comunidad educativa de Cordelles sino, también, la Real Academia de Ciencias naturales y Artes como una auténtica autoridad científica, educativa y social.

4.- El episodio pone de manifiesto cómo el fracaso de la propuesta se produce por la falta de apoyo económico, es decir político, por parte de la Monarquía. Se hace evidente que no hay ninguna voluntad por parte de la Monarquía de financiar un desarrollo científico en Catalunya. La Universidad de Barcelona continuará cerrada hasta mediados del siglo XIX y la recién creada Academia de Ciencias naturales y Artes es vista desde la Corte como una institución útil para fomentar las nuevas técnicas en el campo de la economía pero la Monarquía no tiene intención alguna de potenciarla como una institución con un peso social significativo. Tampoco se verá la necesidad de potenciar un centro educativo en Barcelona como podía ser el Colegio Imperial o el Colegio de Nobles de Madrid. A pesar de todo, la Academia de Ciencias barcelonesa se mantuvo y, aunque su actividad educativa se limitó prácticamente a la clase de matemáticas, ésta funcionó hasta finales del siglo XIX.

Finalmente, en cuanto al protagonista de la iniciativa educativa, Subiràs, podríamos preguntarnos sobre sus intereses. ¿Está realmente interesado Subiràs en desarrollar la ciencia y la educación en Barcelona o bien su implicación en los proyectos barceloneses son sólo un trampolín para conseguir un espacio en la Corte? ¿Qué aspecto pesa más en el personaje: el científico, el pedagogo o el político?

Probablemente, como siempre, las respuestas a todas estas cuestiones son complejas y tendríamos que responder afirmativamente a todas ellas. La ciencia ha entrado a formar parte del complejo entresijo que constituye el poder político y económico y Subiràs es un buen exponente de esta nueva relación entre ciencia y poder, en la cual la una sostiene al otro y viceversa.

Bibliografía

ASTORGANO, A. (2003) "El mecenazgo literario de Campomanes y los jesuitas expulsos". En: D. Mateos (Ed.) *Campomanes doscientos años despues. Congreso internacional Campomanes (1723-184*). Oviedo, Instituto Feijoo de estudios del siglo XVIII, pp. 269-311.

AUSEJO, E; MEDRANO SÁNCHEZ, F.J. (2010) "Construyendo la Modernidad: Nuevos datos y enfoques sobre la introducción del cálculo infinitesimal en España (1717-1787)". *Llull, 33(71)*, 25-56.

GARCÍA PANADÈS, J. (1975) *La Pedagogia catalana del antiguo régimen. La enseñanza primaria y secundaria en Barcelona durante el siglo XVIII: libros escolares*. Tesis doctoral dirigida por Emilio Redondo García. Universidad de Barcelona.

GARCÍA DONCEL, M (1998) "Los orígenes de nuestra Real Academia y los jesuitas". En *Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona*. Tercera Época, Núm. 947, Vol. LVII, Núm. 3.

IGLÉSIES I FORT, J. (1964) "La Real Academia de Ciencias Naturales y Artes en el siglo XVIII". En *Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona*. Tercera Época, Núm 707, Vol. XXXVI, Núm. 1.

LAFUENTE, A.; VALVERDE PÉREZ, N. (2003) *Los mundos de la ciencia en la Ilustración española*. Madrid, Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología.

NIETO-GALÁN, A.; ROCA ROSELL, A. (2000) *La Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona als segles XVIII i XIX: història, ciència i societat*. Barcelona, Institut d'Estudis Catalans.

SELLÉS, M.; PESET, J.L.; LAFUENTE, A. (1988) *Carlos III y la ciencia de la Ilustración*. Madrid, Alianza Editorial.

VENTURA, M. (1999) "El Col·legi de Cordelles sense els jesuïtes, un projecte fracassat". En C. Martínez Shaw (Ed.) *Historia moderna, historia en construcción. Economia, Mentalidades y Cultura. Congreso del Centre d'estudis d'Història Moderna "Pierre Vilar" (Barcelona,1996)*. Lleida.

BLANCO ABELLÁN, M. (coord.) (2014) *Enseñanza e Historia de las Ciencias y de las Técnicas: Orientación, Metodologías y Perspectivas.* Barcelona, SEHCYT, p. 45.

NUEVOS ENFOQUES EN LA DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS: LA APORTACIÓN DE ANTONIO CASARES RODRÍGUEZ A LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

Ramón CID MANZANO
IES de Sar (Santiago de Compostela). Dpto. Didáctica das CCEE (USC)

Resumen

En el año 2013 se cumplen ciento veinticinco años de la muerte de Antonio Casares Rodríguez, primer catedrático de Química de la Universidad de Santiago, y autor de uno de los más notables libros de texto de Química en el S.XIX en España: Manual de Química General*. Fue, además, autor de un importante* Tratado sobre aguas minero-medicinales*, y tradujo al español dos prestigiosos textos científicos:* Nouveau traité de pharmacie théorique et pratique*, de E. Soubeiran, y* Traité élémentaire de chimie légale*, de H. Gaultier de Claubry. A pesar de esto, la aportación de Casares en el campo de la enseñanza de la química no es muy conocido y no ha sido suficientemente valorado. Es intención de esta comunicación dar a conocer su contribución en el desarrollo de la enseñanza de la química en España en el s. XIX.*

Abstract

2013 marks the 125th anniversary of the death of Antonio Casares Rodríguez, the first Professor of Chemistry in the Santiago University, and author of one of the most important chemistry textbooks in nineteenth century Spain: Manual de Química General*. He was also the author of a very important book about chemical analysis of mineral and medicinal water, and translated into Spanish two important books: E. Soubeiran's* Nouveau traité de pharmacie théorique et pratique*, and H Gaultier de Claubry's* Traité élémentaire de chimie légale*. In spite of this, the work of Casares in this matter has not been enough known and valued. The aim of this paper is to present his contribution to the development of chemistry teaching in nineteenth century Spain.*

Palabras clave: Educacion, Siglo XIX, Antonio Casares Rodríguez.

Keywords: Teaching, Nineteenth Century, Antonio Casares Rodríguez.

Introducción

Antonio Jacobo Casares Rodríguez (1812-1888) nació en Monforte (Lugo) y se licenció en Farmacia en el Colegio de San Fernando de Madrid en 1836. Se licenciaría y doctoraría en Filosofía en Santiago en 1841, y aún en 1872 obtendría, también, la licenciatura en Medicina en la universidad compostelana. Entra

como docente en esta universidad en 1840 y a partir de ese momento su actividad docente e investigadora es imparable hasta su muerte [BERMEJO Y GONZÁLEZ-NOYA, 2012]. Destaca su protagonismo en el análisis de aguas minero-medicinales, en la introducción en España tanto de la anestesia por éter y cloroformo en la práctica médica como del análisis espectroscópico, y realiza la primera iluminación pública por electricidad, mediante arco voltaico en nuestro país. Descubre en 1851 un nuevo mineral, la morenosita, entrando así en el muy reducido grupo de científicos españoles en este campo. También fue pionero en otros campos como la nutrición, la toxicología y la medicina legal.

Publicó más de un centenar de artículos científicos, pero lo que en este trabajo queremos presentar es su contribución a la enseñanza de la Química a través, fundamentalmente, de los libros de texto publicados en este campo. Hay otras contribuciones a la docencia que tienen que ver con sus programas publicados de la asignatura de Químicas, con la introducción de la experimentalidad en el aula, o con sus diferentes responsabilidades administrativas como decano de varias facultades y como rector durante más de quince años en la Universidad de Santiago.

De una forma resumida presentamos a continuación estas aportaciones del químico gallego a la enseñanza de la ciencia en general, y a la de la química en particular.

La actividad docente

La actividad docente de Casares se extiende a lo largo de más de medio siglo, en una situación de casi continuo cambio en el sistema educativo español. Hablamos tanto de la educación universitaria como de las enseñanzas medias, y en esos dos ámbitos el químico gallego va a ser protagonista principal en lo que a enseñanza de la ciencia se refiere. Hacemos aquí un breve acercamiento a la faceta de Casares como profesor, y en los siguientes apartados concretaremos su aportación a la materia de Química.

Por otra parte, la universidad compostelana era para muchos de los profesores que llegaban a ella un mero lugar de paso en su carrera profesional, lo que además de dar lugar a muy poco interés por consolidar una estructura docente de futuro, provocaba una no infrecuente situación de falta de profesorado en las disciplinas. En otros casos fue la creación de una nueva facultad, como la de Ciencias o la de Farmacia, la que implicó que se tuviesen que cubrir las plazas de forma interina por profesores de otras facultades. Casares aceptó todas las responsabilidades docentes que aparecieron en razón de estos casos que acabamos de señalar.

Fig 1. Antonio Casares Rodríguez

En un breve recorrido encontramos al químico gallego en la cátedra de *Química aplicada a las Artes* [SISTO, 2001] y como profesor del Ateneo popular en la Sociedad de Amigos del Pais de Santiago de Compostela [FERNÁNDEZ CASANOVA, 2001], y ya en la universidad, y en diferentes facultades, en las materias de *Historia Natura*l [MEIJIDE PARDO, 1986], *Química General y Física Experimental* en la Facultad de Filosofía-Ciencias [SISTO, 2009]; *Farmacia-Químico-Inorgánica, Materia Farmacéutica Vegetal y Química Orgánica* en la Facultad de Farmacia [SANMARTÍN MÍGUEZ, 2007], y *Análisis Químico aplicado a las Ciencias Médicas*, en el curso de doctorado de la Facultad de Medicina [GARCÍA GUERRA, 2001].

No se pueden desligar estas acciones docentes de su implicación en la dotación del material necesario de laboratorio. Los gabinetes experimentales de la universidad compostelana, desde mediados del siglo XIX, son una de las mayores preocupaciones de Casares, y su contribución en este punto fue decisiva [BUGALLO *et al.*, 2003].

Además, tuvo importantes responsabilidades en la puesta en marcha de la implantación de la enseñanza media en Galicia, tanto en labores de supervisión e inspección como en la creación de sus respectivos laboratorios de ciencias [SISTO, 2007].

Su labor como profesor se extendió más allá del marco institucional. Siempre que pudo colaboró en actividades de divulgación en charlas populares y en publicaciones de carácter general, con un marcado interés por llevar el conocimiento científico a las clases populares. También su participación en los congresos agrícolas y exposiciones regionales tuvieron siempre esa orientación didáctica que le distinguía.

Casares y la enseñanza de la química

Casares Fue nombrado catedrático de Química General de la Facultad de Filosofía (Sección de Ciencias) el 25 de setiembre de 1845. Tres años antes se habían creado en la Universidad de Santiago las facultades de Letras y Ciencias aunque manteniendo el nombre conjunto de Facultad de Filosofía [ÁLVAREZ LIRES *et al.,* 1999]. No se puede entender la aparición de la química en sentido moderno en la universidad compostelana sin la aportación de este químico gallego, y tal fue la influencia que tuvo en ella que decir química en Santiago en la segunda mitad del siglo era decir Casares.

Pero a través de sus libros de texto y de la impronta que dejó en sus alumnos y en algunos colegas, esa influencia traspasó el ámbito local, llegando a otras muchas universidades españolas. Basta como ejemplo citar a tres alumnos que serían figuras indiscutibles de la química en la primera parte del siglo XX: José Rodríguez Carracido, José Rodríguez Mourelo y José Casares Gil (hijo de Antonio Casares).

Fig 2. Antonio Casares en su laboratorio

Una aportación fundamental a la enseñanza de la ciencia es la introducción de la experimentalidad como parte de su metodología docente. Esta estrategia no fue implementada por Casares para esta cátedra, pues ya venía trabajando en esa dirección tanto en la cátedra en la Sociedad Económica de Amigos del País de Santiago, como en la interinidad en Historia Natural. Para Casares el laboratorio tenía que ser una necesidad más que una obligación. En efecto, a comienzos de 1845 ya había publicado 14 trabajos experimentales, lo que resulta extraordinario si tenemos en cuenta que en esos años compatibilizaba tres materias docentes, su trabajo como boticario titular de una farmacia todavía hoy en funcionamiento, obligaciones de carácter administrativo en la universidad, y era padre de familia numerosa. Esa orientación hacia la experimentalidad se ve reflejada tanto en los inventarios de los gabinetes científicos de la época como en los programas de la asignatura de Química publicados por el propio Casares. De forma explícita encontramos en su último programa de esa materia (Casares, 1883):

> No es posible explicar en un solo curso todos los tratados que comprende esta ciencia, máxime si en las lecciones se han de ejecutar, como es preciso para mayor ilustración de los alumnos, las principales reacciones de los cuerpos, y las operaciones para la preparación de muchos de ellos.

No podemos por estas palabras conocer el grado de participación del alumnado en esas actividades prácticas, pero sí parece claro que en las clases se llevaba a cabo una enseñanza de carácter experimental. Esto queda corroborado por la siguiente declaración de Rodríguez Carracido, discípulo de Casares, cuando era ya catedrático de Química Orgánica en Madrid [SÁNCHEZ MOSCOSO, 1971]:

> Era tan sugestiva su palabra realzada por la viveza del gesto, y tan abundante y variada la demostración experimental en sus lecciones, que todos estábamos suspensos por la fuerza didáctica de quien lograba captar la atención del juvenil auditorio siempre rebelde a fijarla.

Pero, sin duda, la contribución más decisiva de Casares a la química española fueron sus libros de texto. Poco después de hacerse con la primera cátedra de Química en la Universidad de Santiago, y en plena puesta en marcha del Plan Pidal, se da cuenta de la necesidad de que sus alumnos posean un texto por el que seguir el programa de lecciones de la materia. Publica en 1848 el *Tratado Elemental de Química General* [CASARES, 1847]. Diez años después aparece su *Manual de Química General* [CASARES, 1857], que con cuatro ediciones se convertirá en uno de los libros de texto de Química General más utilizados en la segunda mitad del siglo XIX en España.

Dedicaremos el siguiente apartado a exponer de forma resumida algunas de las características de estos dos libros, pero ya podemos ver en el preámbulo del primero de ellos la intención didáctica del químico gallego:

> Estoy persuadido de que los tratados extensos de Química no son los más a propósito para emprender el estudio de esta ciencia: el gran número de hechos que contienen , la discusión de las teorías que dividen a los sabios, la minuciosidad con que en ellos se describen todos los cuerpos simples y compuestos, y los medios de obtenerlos, asustan a los principiantes [...]. Para estos debe ser el libro de texto muy metódico, claro, y en lo posible compendioso; debe contener la descripción detallada de los cuerpos más importantes, o por su abundancia o por alguna otra causa, omitiendo o tocando ligeramente la de las sustancias de poco interés, o por su rareza, o por su ningún uso; debe por fin explicar detenidamente los fenómenos capitales, digámoslo así, en cuya explicación están fundadas las teorías de la ciencia.

Los libros de texto de Casares: *Tratado y Manual*

El *Tratado* de 1848 está dividido en dos tomos: el primero, con 245 páginas, dedicado a la Química de forma genérica, aunque se trata fundamentalmente de Química Inorgánica; el segundo ya está explícitamente dedicado a la Química Orgánica, y presenta 215 páginas. Entre los dos tomos presenta dieciséis tablas de datos y treinta y tres figuras, estando la mayoría de ellas en el primer tomo. Esta diferencia se debe, obviamente, a que la química inorgánica estaba mucho más desarrollada en aquella época que la orgánica, y tenía más presencia en las diferentes "artes". La estructura temática aún no está conformada estrictamente en capítulos, lo que se refleja en un índice que no es más que una secuencia de contenidos.

Entramos ahora en el *Manual de Química* que, como ya se ha indicado, fue uno de los libros de consulta en Química General más utilizados en la universidad española, en la segunda mitad del siglo XIX.

El título completo de esta obra es: *Manual de Química General con aplicaciones a la industria y con especialidad a la agricultura*. Es publicada, en su primera edición en 1857 en Madrid, y en años posteriores, 1867, 1873 y 1880, aparecerán tres ediciones más.

El libro está dividido, como el *Tratado* de 1848, en dos tomos, habiendo ya aquí una separación explícitea entre química inorgánica y orgánica. La primera edición consta en total de 672 páginas, de las que 439 están dedicadas al primer tomo y las 233 siguientes al segundo. Hay, por tanto, una importante ampliación en contenidos respecto respecto a su primer texto. Además, se presenta la obra en capítulos con apartados, y con una evidente mejora en la calidad de las figuras y tablas.

Un estudio profundo sobre estos dos libros puede encontrarse en CID [2012, Capítulo 3].

Conclusiones

Con los datos aportados en los apartados anteriores sólo se ha pretendido un acercamiento a esta importante aportación de Casares a la enseñanza de la química, pero entendemos que, a pesar de la necesaria síntesis, muestra un científico muy preocupado por la docencia de su materia y con notables aportaciones en este campo.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido parcialmente llevado a cabo dentro del proyecto de investigación CN 2012/054, Consellería de Educación, Xunta de Galicia.

Bibliografía

ÁLVAREZ LIRES et al. (2001) "Os primeiros pasos da Química en Galicia: de Sarmiento a Casares". Estudios de historia das ciencias e das técnicas : *VII Congreso de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas*, Pontevedra, 14-18 de setembro de 1999 / coord. por María Álvarez Lires, Vol. 1, 2001, pp. 419-428

BERMEJO, M. y GONZÁLEZ-NOYA, A. (2012). "As achegas científicas de Antonio Casares". *Boletín das Ciencias (ENCIGA)*. Santiago de Compostela. Nº 75, 119-128.

BUGALLO RODRÍGUEZ, A. SISTO EDREIRA, R. y GARCÍA PAZ, C. (2003). "Antonio Casares: a ciencia en Galicia a través do patrimonio". *VII Coloquio Galego de Museos*, 26-28 setiembre de 2002. Editorial Consello galego de Museos. Santiago de Compostela; pp. 143-153.

CASARES, A. (1848) *Tratado Elemental de Química General*. Madrid, Librería de D. Angel Calleja..

CASARES, A. (1857) *Manual de Química General*. Segunda Edición. Madrid, Librería de D. Pablo Calleja.

CASARES, A. (1866) *Tratado práctico de análisis química de las aguas minerales y potables: con indicación de las fuentes de aguas minerales más notables de España*. Madrid y Lima, Librería de D. Angel Calleja.

CASARES, A. (1883) *Programa de las lecciones de Química General explicadas por el Dr. D. Antonio Casares.* Santiago, Est. Tip. de la Viuda e hijas de Mirás.

CID, R. (2012) *Antonio Casares Rodríguez e a súa contribución á Química e ao seu ensino na Universidade de Santiago*. Tesis Doctoral dirigida por Manuel Bermejo Patiño. Departamento de Química Inorgánica. Universidad de Santiago de Compostela.

FERNÁNDEZ CASANOVA, C.. (2001). "La actividad docente de la Sociedad Económica de Amigos del País de Santiago en el siglo XIX". En: Balboa X., y Pernas H (eds.) *Entre nós*. Servicio de Publicacións da Universidade de Santiago, pp.571-588.

GARCÍA GUERRA, D. (2001) *La Facultad de Medicina de Santiago en el siglo XIX*. Santiago, Universidad de Santiago de Compostela.

MEIJIDE PARDO, A. (1986) "Creación en 1840 de la Cátedra de Historia Natural en la Universidad de Santiago". *Boletín Academia Galega de Ciencias*, vol.V, p. 154.

SÁNCHEZ-MOSCOSO, A. (1971) *Jose Rodriguez Carracido*. Tesis Doctoral dirigida por Folch Jou. Cátedra de Historia de la Farmacia y Legislación. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid.

SANMARTÍN MÍGUEZ, J. S. (Coord.) (2007) *De Pharmaceutica scientia: 150 años de la Facultad de Farmacia (1857-2007).* Santiago, Servicio de Publicacións da Universidade de Santiago.

SISTO EDREIRA, R. (2001) "As cátedras de Química e Mecánica aplicadas as artes. Santiago, 1834-46". S*armiento-Anuario Galego de Historia da Educación, 5*, pp. 205-224.

SISTO EDREIRA, R. (2007) *A disciplina de Física e Química na Educacion Secundaria do século XIX.* Tesis Doctoral dirigida por Antón Costa. Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de Santiago.

SISTO EDREIRA, R. (2009) "As orixes: a Cátedra de Física e o Gabinete de Máquinas da USC". En R. Sisto y M. L. Losada Sanmartín, *Historia da física na Universidade de Santiago de Compostela*. Santiago de Compostela, Servicio de Publicacións da Universidade de Santiago de Compostela, pp. 15-60.

BLANCO ABELLÁN, M. (coord.) (2014) *Enseñanza e Historia de las Ciencias y de las Técnicas: Orientación, Metodologías y Perspectivas.* Barcelona, SEHCYT, p. 51.

LA TOXICOLOGÍA EN LAS AULAS DEL SIGLO XIX: LA OBRA DE PERE MATA I FONTANET (1811-1877)

Mar CUENCA-LORENTE
Instituto de Historia de la Ciencia y de la Medicina López Piñero (CSIC-UV)

Resumen

Pere Mata i Fontanet (1811-1877) publicó en 1844 una obra denominada Vademecum de Medicina y Cirugía Legal, destinada principalmente, como el propio autor señalaba en el prólogo, a los estudiantes que acudían a sus clases. Este trabajo analiza la evolución de esta obra, considerando para ello la primera edición de 1844, centrada en medicina legal, y la segunda edición de 1846, dado que incluye un volumen dedicado a la toxicología exclusivamente, haciendo referencias a las ediciones posteriores. Este análisis nos permitirá, en primer lugar, apuntar las razones que llevaron a Mata a publicar esta obra, poco después de la creación de la cátedra de Medicina legal en las Facultades de Ciencias de Madrid y Barcelona, y cómo ésta fue empleada como herramienta de consolidación de la disciplina. Por otra parte, el análisis comparado de estas ediciones permite observar también los cambios en los públicos destinatarios, la incorporación de nuevos conceptos y la apropiación de teorías y métodos de trabajo.

Abstract

Pere Mata i Fontanet (1811-1844) published in 1844 a textbook called, Vademecum de Medicina y Cirugía Legal, intended primarily, as its author remarks, to the students who attended his classes. This paper analyzes the evolution of his work, taking into consideration the first edition of 1844, focused mainly on legal medicine, the second edition of 1846, as it includes a volume devoted exclusively to toxicology, briefly comparing it with the rest of the editions. This analysis will allow us to point out the reasons that led Mata to the publication of this textbook soon after the establishment of the chair on legal medicine and toxicology in the Faculty of Medical Sciences of Madrid and Barcelona, and how it was used as a tool for consolidating the discipline. Moreover, a comparative analysis of the different editions will point out the changes produced in his intended audience, the adition of new concepts and the process of appropriation of theories and methods of work.

Palabras clave: Pere Mata, Libros de texto, Toxicología

Keywords: Pere Mata, Textbooks, Toxicology

Título en inglés: Toxicology in Nineteenth-century classrooms: the work of Pere Mata i Fontanet (1811-1877)

1. Introducción

La nueva historiografía sobre libros de texto pone de manifiesto el papel de la enseñanza científica como un espacio de creación de conocimiento, en el que los profesores y alumnos juegan un papel activo [BERTOMEU *et al*., 2006, p.658].[1] Asimismo se ha destacado el papel de estos "nuevos" actores (autores, lectores o editores) y se ha propuesto una revisión, más allá de los estudios tradicionales sobre la enseñanza de las ciencias, centrados en las instituciones, la legislación y las políticas educativas. La nueva historiografía aborda cuestiones tales como la formación de disciplinas, los géneros de literatura escolar como los libros de texto, la cultura material de las aulas, los métodos de control o el papel creativo de profesores y alumnos [BENSAUDE-VINCENT, 2006; BERTOMEU, 2011].

Los libros de texto constituyen una herramienta fundamental para analizar la circulación del conocimiento. Su análisis puede mostrar el modo en que las teorías novedosas viajaron y fueron apropiadas, sufriendo adaptaciones y modificaciones que repercutieron en la posterior transmisión de las mismas, según los intereses del propio autor y de los lectores a los que se dirigía [BERTOMEU *et al*., 2006, p.660; BERTOMEU y GARCÍA, 2006, p.707]. Muchos autores han apuntado el interés que suponen los estudios comparados entre diversos países, lo que puede proporcionar una nueva imagen de la educación científica, que a su vez contribuya a la renovación de los estudios sobre "centros" y "periferias" [BERTOMEU *et al*., 2006, p.659; BENSAUDE-VINCENT, 2006, p.657; LUNDGREN y BENSAUDE-VINCENT, 2000].[2]

Las características de las obras de toxicología de Pere Mata i Fontanet (1811-1877) permiten abordar algunas de estas cuestiones. En primer lugar, la formación del autor, el desarrollo de una polifacética carrera, su estrecha relación con la política, así como su implicación en la reforma de estudios médicos que culminó con la creación de la cátedra de medicina legal en 1843, hacen de Mata un personaje muy interesante. En segundo lugar, los manuales de Mata se publicaron en un momento de consolidación de la medicina legal como la toxicología en las universidades españolas. Por último, sus múltiples ediciones permiten comprobar las variaciones de públicos destinatarios de la obra, los diversos modos de lectura, así como los cambios en los contenidos, visibles tanto en su secuenciación como en la imagen ofrecida de la toxicología y su relevancia en el contexto español.

2. El autor: Pere Mata i Fontanet (1811-1877)

En los primeros años del siglo XIX, sucesivas reformas en los planes de estudios de medicina y cirugía tuvieron lugar. Una de ellas, la de 1843 y conocida como Plan Mata, estableció dos únicas Facultades de ciencias médicas en Madrid y Barcelona[3]. En los nuevos planes de estudio, la medicina legal disponía por vez primera de una cátedra individual[4]. Fue impartida por Pere Mata, quien había sido el encargado de llevar a cabo dicha reforma como oficial primero en el Ministerio de Gobernación[5].

Pere Mata había nacido en Reus en 1811. Tras comenzar sus estudios en la Escuela de Gramática y Retórica, se trasladó posteriormente a Tarragona, donde cursó dos años de filosofía. Licenciado en el Real

---

[1] Sobre papel de estos actores y la diversidad de prácticas existentes en el siglo XIX véase el artículo de NIETO-GALÁN [2010]. Un estudio muy interesante es el ofrecido por Josep Simon sobre Adolphe Ganot y la elevada repercusión que tuvieron sus libros de texto. Véase SIMON [2011].

[2] Algunos estudios como el realizado por CARNEIRO *et al*. [2006, p. 671] han señalado que en la mayoría de ocasiones se ha obviado el papel de los libros de texto en la periferia. El trabajo editado por Anders Lundgren y Bernadette Bensaude-Vincent en el año 2000, puede ser utilizado de referente, aún centrándose en la química, puesto que recoge estudios sobre diferentes países del continente europeo.

[3] Las reformas supusieron la supresión de los Colegios de Cirugía de Madrid, Barcelona y Cádiz, así como los de Farmacia de Madrid y Barcelona y la enseñanza de dichas ciencias en las universidades literarias. Además de las Facultades de Ciencias Médicas se establecieron cinco colegios en Sevilla, Valencia, Zaragoza, Valladolid y Santiago. Sobre los planes de estudio anteriores a la reforma de Mata véase MARTINEZ PÉREZ [1988]; CORBELLA [1995].

[4] En la *Gaceta de Madrid* mencionada se desarrollan aspectos relativos a la enseñanza, refiriéndose únicamente a la facultad de Madrid. Según se informa, la asignatura era impartida en el quinto curso, por espacio de hora y media, tres días a la semana en los estudios relativos a Medicina y Cirugía, mientras que no era impartida en los de Farmacia [GACETA DE MADRID, 3321, 31 de octubre de 1843].

[5] La reforma del Plan Mata se publicó en: "Suplemento" a *Suplemento a la Gaceta de Madrid,* 3230 (11 de octubre de 1843). Sobre la cátedra de medicina legal y su creación véase CORBELLA [1995, pp. 289-294].

Colegio de Medicina y Cirugía de Barcelona en 1829, obtuvo el título de licenciado médico-cirujano en el año 1836. Desde su juventud estuvo intrínsecamente relacionado con la política, su ideología liberal le costó el exilio en dos ocasiones, primero en 1837, cuando emigró a Montpellier, y al año siguiente. En este segundo exilio permaneció en París, donde es posible que asistiera a las clases de Mateu Orfila (1787-1853)[6], que pudo despertar su interés por la medicina legal y toxicología. Tras su vuelta del segundo exilio en 1840, con el triunfo del general Espartero, ocupó diversos cargos políticos en Barcelona y Madrid hasta 1843[7].

3. Nuevas obras para nuevas disciplinas: públicos, lectores y usos

Pocos meses después de la creación de la cátedra, Mata publicó su primera obra de medicina legal, el *Vade Mecum de Medicina y Cirugía Legal,* una obra extensa, dividida en dos tomos[8]. En el prólogo de la obra, señalaba que su intención era la de proporcionar a sus alumnos, unos apuntes sobre las lecciones impartidas, lo que consideraba necesario dado que no disponían de una obra base con la que poder estudiar[9]. En palabras de Mata, su propósito era el de "cumplir con una obligación que se impone al profesor, cuando introduce en su enseñanza alguna modificación, ya con respecto al método y orden de las materias, ya con respecto a las doctrinas" [MATA, 1844b, p. IV]. La obra tenía una clara vocación de "obra didáctica". Sin embargo, no se excluía de este posible público lector a otros profesores y a los jueces, resaltando la estrecha relación entre ciencia y ley, presente en el campo de la medicina legal [MATA, 1844b, pp. IV-V].

El hecho de incluir a los jueces en los públicos destinatarios de la obra resulta comprensible. Durante los juicios, Los toxicólogos debían proporcionar al juez información clara y concisa sobre los asuntos complejos acerca de los que eran consultados. El modo de presentar las pruebas evidencias podía ser uno de los factores clave para determinar la inocencia o culpabilidad del acusado, por lo que las definiciones ofrecidas en los manuales, como la del término *veneno*, cobraba una vital importancia. Resulta lógico que jueces y magistrados se convirtieran también en lectores de libros sobre toxicología y medicina legal en el siglo XIX [BERTOMEU, 2009, p. 351].

La obra tuvo una elevada repercusión, y fue mencionada no solo en la prensa médica, sino también en la prensa general de la época, como muestran las reseñas aparecidas en numerosos diarios[10]. En estas, se resaltaban las características de la obra, "claridad, orden, concisión en las materias y en el estilo", así como el hecho de que a pesar de que no contenía observaciones nuevas, las materias estaban "perfectamente clasificadas y dispuestas con mucho rigor lógico" [EL CLAMOR PÚBLICO, 12 de junio de 1844, 37:4]. Este hecho contribuye a la idea de que era una obra destinada principalmente al uso por parte de estudiantes como complemento a las clases recibidas. Algunos de los comentarios recalcaron que era la mejor obra de su género publicada hasta el momento, y recomendaban su lectura[11]. La aparición de estas noticias en la prensa general pudo ampliar el espectro de posibles lectores, quizá incluso sin formar parte del propósito inicial del autor. La buena acogida de la obra se reflejó en los aproximadamente dos mil quinientos ejemplares que se vendieron de la misma [MATA, 1846b, p. VII]. Por otra parte, el éxito de la obra también se manifiesta en un cambio de editorial. A partir de la tercera edición, fue publicado por la editorial de Carlos Bailly-Baillière, una de las más

---

[6] Sobre Mateu Orfila ver los trabajos de BERTOMEU y VIDAL [2011]; BERTOMEU [2009]; BERTOMEU y NIETO [2006].

[7] Existen multitud de obras sobre Pere Mata. Las más recientes son PATIER DE LA PEÑA [1982]; TORO y MÉRIDA [1985]; TORO [1987].

[8] En su subtítulo ya indicaba los posibles destinatarios de la obra *"Para el uso de los cursantes que hayan de examinarse de esta ciencia, ayuda de memoria para los profesores que sean llamados á dar su voto sobre varios casos prácticos y utilidad de los jurisconsultos que deseen poder apreciar los motivos en que los facultativos fundan sus dictámenes"* [MATA, 1844b].

[9] Uno de los argumentos utilizados por Mata para demostrar la importancia de la publicación de su obra de medicina legal era la inexistencia de obras en castellano de esta materia [MATA, 1844a]. Sin embargo, en el análisis realizado se han comprobado repertorios bibliográficos como LÓPEZ PIÑERO *et al.* [1987-1990]. Este repertorio muestra la existencia tanto de traducciones, como de las obras de Orfila y otros autores, principalmente franceses, como de obras escritas por autores españoles como la publicada por un abogado y un médico, los *Elementos de Medicina y Cirugía legal* de Pedro Miguel Peiró y José Rodrigo, cuya primera edición fue publicada en 1832.

[10] Se han localizado reseñas en varios diarios de la época: *El Heraldo, El Clamor Público, El Eco del Comercio, El Espectador y la Postdata*. Para más información sobre estos diarios v. HARTZENBUSCH [1894].

[11] Ejemplos de ello son las reseñas de *El Clamor Público*, 12 de junio de 1844, 37: 4 y la de *El Heraldo*, 1 de septiembre de 1844, 689:4. Además se informaba de los puntos de suscripción de la obra y del precio, siendo este de 10 reales por cada una de las tres entregas de las que constaba.

prestigiosas a nivel científico y cuya "sucursal" española, la librería-editorial Carlos Bailly-Baillière, fundada en 1848, contaba con una potente red internacional de librerías-editoriales Baillière[12].

En 1845 se produjo otra reforma educativa, conocida como Plan Pidal[13]. Una nueva asignatura, la "Medicina legal, inclusa la Toxicología", propició a Pere Mata el marco adecuado para publicar dos nuevas obras en 1846: los *Aforismos de Toxicología*[14] y el *Tratado de medicina y cirugía legal*, que consistía en una nueva edición del *Vademecum* publicado en 1844, al que se añadía un tercer volumen que contenía la toxicología y que se titulaba *Compendio de Toxicología general y especial.* La obra de 1846 marca el inicio de una "inversión de los públicos destinatarios", reflejada por la extensión creciente que va adquiriendo el tratado y que Mata explica en el prólogo:

> Al principio solo aspiraba a dar a mis alumnos unos apuntamientos que les sirviesen de ayuda de memoria, más bien que de obra de texto; así lo dije en el prólogo y así lo ejecuté en las primeras cuestiones. Mas en cuanto vi que no solo favorecían con sus suscripción mi obrita mis alumnos, sino varios profesores y alumnos de otras escuelas, ya me creí obligado a dar otro giro a la redacción del *Vademecum*, y aunque lo consideré como superior a mis fuerzas, redoblé en celo lo que me faltaba en alcances, y fui publicando una obra de medicina legal más extensa y acabada que cuantas han visto la luz pública en España" [MATA, 1846b, p.VII].

Al aumentar la importancia de abogados y magistrados como públicos destinatarios, el tratado fue convirtiéndose progresivamente en un manual de consulta para este grupo. Para facilitar su uso en este sentido, Mata empleó marcas para señalar las partes básicas donde debían centrar su interés los profesionales del derecho. Otras marcas similares indicaban aquello que los alumnos debían aprender de memoria o lo que debía emplearse en los ejercicios prácticos de la asignatura y en el desarrollo de la profesión[15]. De este modo, conseguía aumentar los posibles modos de lectura de su tratado haciéndolo así compatible con los intereses de sus diferentes públicos destinatarios.

Por el contrario, el *Compendio de Toxicología general y especial* quedó limitado a cumplir una función principalmente didáctica, en el contexto de sus lecciones en la Facultad de Medicina. Mata justificaba su obra marcando sus diferencias con autores de referencia en la toxicología:

> Es mi primer ensayo en una ciencia donde son muy pocos los que descuellan, y, como lo notará el lector, he tenido que abrirme yo mismo una senda, puesto que en cuanto a toxicología general, tal como yo la comprendo, nadie me ha podido servir de guía, sino de vez en cuando el grande Anglada y el grande Orfila, de cuyas opiniones, para mí muy respetables, me he visto precisado a separarme en más de una cuestión." [MATA, 1846c, Prólogo].

Dicho intento de desmarcarse de las obras escritas por otros autores de referencia se reflejaba también en la estructuración seguida por la obra. Una parte filosófica proporcionaba al toxicólogo los elementos clave con lo que debía argumentar y convencer al tribunal. La siguiente parte, práctica, permitía, una vez que la

---

[12] Josep Simon revisa a través de la circulación de los manuales de física de Adolphe Ganot, la red editorial Bailly-Baillière. Centrándonos en su relación con la obra de Pere Mata, nos informa de que en 1848 Charles François Bailly, fundó la librería-editorial Carlos Bailly-Baillière, que es la que se haría cargo de la obra de Mata desde su tercera edición en 1857, además de otras obras publicadas por el autor. Esta editorial, fruto de una importante tradición familiar, consiguió establecerse en diversos puntos del continente (París, Londres o Leipzig entre otros), formando una importante red internacional de librerías Bailly-Baillière, facilitando una distribución mucho más amplia de estas obras y cuyo estudio en el caso de Mata esperamos aporte datos en cuanto a la circulación real de la obra [SIMON, 2007, pp. 29-48; SIMON, 2011].

[13] Según esta nueva reforma, llevada a cabo por el Ministro de Gobernación Pedro José Pidal (1800-1865), la medicina y la farmacia quedaban separadas y se creaban tres nuevas facultades de Medicina, en Valencia, Santiago y Cádiz (que formaba parte de la Universidad de Sevilla), además de mantener las ya existentes de Madrid y Barcelona. La reforma del Plan Pidal se publicó en: *Gaceta de Madrid*, nº 4029 del 25 de septiembre de 1845. Sobre el Plan Pidal véase VIÑAO [1982].

[14] Con esta obra Mata pretendía proporcionar a sus alumnos un material con el que pudieran preparar los exámenes puesto que todavía no se había publicado el *Compendio*. El libro se componía de noventa y seis aforismos que correspondían a las preguntas que podían recibir en los exámenes. Posteriormente, en 1849 se publicó una nueva edición de los *Aforismos*, y según señalaba Mata en el prólogo, la primera edición se agotó rápidamente. Además indicaba que no únicamente eran los alumnos quienes demandan la obra, sino también algunos profesores [MATA, 1846a, pp.10-11].

[15] Tras el prólogo aparecía una breve sección, con el nombre de "Advertencia", en el que Mata señalaba las marcas que determinaban como debía ser empleado el tratado. De este modo, indicaba que "los párrafos que en su principio y final tuvieran la señal (), debían aprenderse de memoria; los que tuvieran « » debían ser estudiados reteniendo las ideas en general; los que tuvieran "- -" para ser utilizados en exámenes y conferencias; los que carecieran de marcas debían ser consultados en la realización de los ejercicios prácticos de la asignatura y en la práctica de la profesión; y los que tuvieran "* *" estaban destinados principalmente a los jurisconsultos [MATA, 1846b, X].

existencia del veneno había sido aceptada, determinar cuál era en particular. Era en esta última parte en la que se describían las características de cada uno de los venenos y se incluían algunos casos reales de envenenamiento que pretendían servir de guía de actuación. La novedad de la obra se justificaba, según el propio Mata, en que otros manuales no reunían ambos enfoques [MATA, 1846b, p. 31].

La notable aceptación que tuvieron estas obras en las obras de medicina legal y toxicología de Pere Mata se refleja en su permanencia en las listas de manuales recomendados por el Consejo de Instrucción Pública[16], en las que perduraron durante más de veinte años, entre 1846 y 1867[17]. Estas órdenes permiten también conocer las distintas asignaturas en las que se emplearon, *Clínicas. Medicina legal* en 1846 pasó a incluir *Toxicología* en el título en 1847, que se mantuvo así hasta 1853 cuando cambió a *Medicina legal y nociones de Toxicología*, *nociones de Higiene pública, Moral médica,* para luego nombrar las materias por separado a partir de 1858[18].

4. Conclusiones

El análisis de la obra de Pere Mata muestra cómo una misma obra es capaz de sufrir múltiples transformaciones para ir adaptándose tanto a los diferentes públicos.

En primer lugar, la obra permite seguir la creación y evolución de disciplinas como ocurre en el caso de la medicina legal y la toxicología. Su autor, Pere Mata, aprovechó un periodo en el que, a pesar de contar con algunas traducciones de libros de texto extranjeros, principalmente franceses o alemanes, existía un vacío en cuanto a obras de autores españoles en las materias mencionadas. Mata aprovechó tanto los conocimientos adquiridos en los dos exilios sufridos, en Montpellier y en París, como una posición política que le permitió diseñar el plan de estudios en el que la toxicología y medicina legal adquirían un rol más importante del que habían tenido hasta el momento.

Si bien no podemos hablar de viajes científicos en su caso, el exilio y la supuesta relación forjada con Mateu Orfila, el toxicólogo más prestigioso del momento, fueron constantemente utilizadas por el propio Mata con el fin de construir su autoridad. La inexistencia de obras españolas sobre estas materias, adaptadas a la legislación, propició un marco adecuado para publicar sus propios libros de texto, con los alumnos de sus clases como público destinatario principal. La obra, que inicialmente no era demasiado extensa, adquirió rápido una elevada repercusión, y fue mencionada no tan solo por la prensa médica de la época, sino también en la general, lo que le ofreció nuevas posibilidades de mercado, y amplió el espectro de posibles lectores. De la obra se resaltaba su claridad, orden y concisión, lo que apoyaba la idea de que se tratara de una "obra didáctica" en un principio.

A pesar de que la toxicología ya ocupaba una pequeña parte de la edición de 1844, no fue hasta 1846 cuando dispuso de un volumen completo. Tras la nueva reforma educativa de 1845, y las críticas de Mata en relación a la necesidad de disponer de obras exclusivas de toxicología, en 1846 se produjo un aumento en la publicación de obras sobre esta materia, y el propio Mata publicó dos libros. Uno de ellos, los *Aforismos de Toxicología,* tenía un carácter totalmente didáctico, enfocado a los alumnos para que pudieran preparar los exámenes. Sin embargo, el *Compendio de Toxicología general y especial* marcó el inicio de una progresiva transición hacía una inversión de los públicos destinatarios, lo que también se fue reflejando en la extensión

[16] Según los datos aportados en el estudio llevado a cabo por José Luis Villalaín Benito sobre los libros de texto autorizados y censurados entre 1833 y 1874. El autor señala dos fases en la política sobre la regulación de los manuales escolares. Una primera fase de libertad casi absoluta entre 1833 y 1840, y una segunda fase entre 1840 y 1868 de libertad vigilada, limitada al uso de los libros autorizados. Por el contrario, con el Sexenio Revolucionario se otorgó al profesor libertad absoluta para escoger el manual escolar, lo que explica la ausencia de regulaciones a partir de ese momento [VILLALAÍN BENITO, 1999, pp. 11-13].

[17] Es destacable que en las primeras listas de obras se recomendaban dos obras para la toxicología: la de Pere Mata y la de Ramón Ferrer y Garcés (1803-1874), que ocupaba la plaza de catedrático de medicina legal y toxicología en Barcelona y que publicó una obra también en 1846 llamada *Fragmento Toxicológico o explicación razonada de algunos venenos*. Sin embargo, el éxito de la obra de Mata se observa en que de ambas es la única que se mantuvo a partir de la orden de 1848, a pesar de que Ferrer y Garcés continuó al frente de la cátedra en Barcelona hasta 1874. Los factores por los que una obra permanece en las listas mientras que la otra no obtiene tal privilegio es sin duda, otro de los puntos sobre los que se debe profundizar en este estudio sobre obras de toxicología.

[18] Además, una traducción realizada por Pere Mata, el *Análisis químico por Enrique Ross* era también incluida en la Real Orden de 1848.

que la obra fue adquiriendo. Así, es en esta edición de 1846 cuando se puede comenzar a separar la obra en "libro de texto" y "manual de consulta". Como hemos comentado, los estudiantes continuaban siendo su público principal, pero Mata incluyó en esta edición marcas en las partes clave para los abogados o jueces. Por tanto, consiguió aumentar los posibles usos de su tratado al mismo tiempo que ampliar de nuevo el espectro de lectores al que se dirigía. La parte correspondiente a toxicología suponía una novedad frente a las obras publicadas en el extranjero. Para Mata, era tan importante convencer al tribunal como determinar el tipo de veneno empleado.

Por otra parte, los factores que contribuyeron al notable éxito de la obra y a la existencia de seis ediciones, se pueden relacionar tanto con su presencia en la lista de libros recomendados para la enseñanza por el Consejo de Instrucción Pública durante más de veinte años, como por su cambio editorial a la red Bailly-Baillière, una de las más prestigiosas a nivel científico y que abre nuevas posibilidades en cuanto a la circulación de la obra de Mata en otros contextos.

Además, las obras de Mata muestran cómo el autor utilizaba en parte sus libros como punto de apoyo para otras cuestiones de su interés o abrían el camino para la publicación de nuevas obras. Esta exploración preliminar señala numerosos aspectos sobre los que se debe prestar una mayor atención, como la posible circulación de esta obra a un contexto más amplio y su repercusión tanto en autores españoles como extranjeros, o la variación en cuanto a contenidos de las mismas, como ocurría con los nuevos métodos de detección de venenos. Por otra parte, apunta la necesidad de observar las relaciones entre las distintas obras de Mata, no dedicadas exclusivamente a la toxicología y medicina legal, así como el papel de la editorial en su éxito de ventas o el posible respaldo político que pudo facilitar su permanencia en las listas de obras recomendadas durante un periodo de tiempo tan extenso.

Bibliografía

BENSAUDE-VINCENT, B. (2006) "Textbooks on the Map of Science Studies". *Science & Education, 15(7-8*), 667-670.

BERTOMEU SÁNCHEZ, J. R. et al. (2006) "Introduction: Scientific and Technological Textbooks in the European Periphery". *Science & Education, 15(7-8),* 657-665.

BERTOMEU SÁNCHEZ, J.R. y GARCÍA BELMAR, A. (2006) "Pedro Gutiérrez Bueno´s Textbooks: Audiences, Teaching Practices and Chemical Revolution". *Science & Education, 15(7-8)*, 693-712.

BERTOMEU SÁNCHEZ, J. R. y NIETO GALÁN, A. (2006) *Chemistry, medicine and crime: Mateu J.B. Orfila (1787-1853) and his times*. Sagamore Beach, MA, Science History Publications.

BERTOMEU SÁNCHEZ, J. R. (2009) "Popularizing Controversial Science: A Popular Treatise on Poisons by Mateu Orfila (1818)". *Medical History, 53 (3)*, 351-378.

BERTOMEU SÁNCHEZ, J.R. y VIDAL HERNÁNDEZ, J.M. (2011) *Mateu Orfila. Autobiografia. Correspondència (1805-1815)*. Menorca, Institut Menorquí d'Estudis.

BERTOMEU SÁNCHEZ, J.R. (2011) *La ciencia en las aulas* (1700-1900). *Perspectivas históricas*, Valencia (en preparación).

CARNEIRO, A. et al. (2006) "Communicating the new chemistry in 18th-century Portugal: Seabra's *Elementos de Chimica". Science & Education, 15(7-8),* 671-692.

CORBELLA I CORBELLA, J. (1995) *Antecedentes Históricos de la Medicina Legal en España*. Barcelona, Publicaciones del Seminario Pere Mata de la Universidad de Barcelona.

Eco del comercio (1846), Madrid.

El Clamor Público. Periódico político, literario e industrial (1846), Madrid.

El Espectador. Periódico político, literario e industrial (1846), Madrid.

El Heraldo. Periódico político, religioso, literario e industrial (1846), Madrid.

La Postdata. Periódico político y literario (1845), Madrid.

HARTZENBUSCH, E. (1894) *Apuntes para un catálogo de periódicos madrileños desde el año 1661 al 1870.* Madrid, Est. Tip. Sucesores de Rivadeneyra.

LUNDGREN, A. y BENSAUDE-VINCENT, B. (eds.) (2000) *Communicating Chemistry. Textbooks and their audiences, 1789-1939.* Canton, MA, Science History Publications.

MARTÍNEZ PÉREZ, J. (1988) *La medicina legal en la enseñanza médico-quirúrgica en la España de la Ilustración.* Madrid, Universidad Complutense de Madrid.

MATA I FONTANET, P. (1844a) *Importancia de la Medicina legal y necesidad de su estudio. Discurso inaugural leído en la Facultad de ciencias médicas de Madrid el día 2 de octubre de 1844*. Madrid, Establecimiento Artístico-Literario de Manini y Compañía.

MATA I FONTANET, P. (1844b) *Vade Mecum de Medicina y Cirugía legal*, Madrid, Imprenta Calle de Padilla, 2 vols.

MATA I FONTANET, P. (1846a) *Aforismos de toxicología.* Madrid, Imprenta de Suárez.

MATA I FONTANET, P. (1846b) *Tratado de Medicina y Cirugía Legal*. *Segunda edición*, Madrid, Imprenta de Suárez, 2 vols.

MATA I FONTANET, P. (1846c) *Compendio de toxicología general y especial,* Madrid, Imprenta de Suarez.

MATA I FONTANET, P. (1849) *Aforismos de toxicología. Segunda edición*. Madrid, Higinio Reneses.

NIETO-GALÁN, A. (2010) "La ciencia en la esfera pública del siglo XIX: géneros, discursos y apropiaciones", *Cultura Escrita & Sociedad, 10*, 53-80.

PATIER DE LA PEÑA, J. L. (1982) *La introducción de la Medicina Legal en España, ideología y obra del Dr. Pedro Mata i Fontanet.* Madrid, Universidad Autónoma de Madrid.

SIMON CASTEL, J. (2007) "Comunicando la física en la Europa del siglo XIX: El manual de Ganot y los oficios del libro". En: HERRAN, N. et al. (eds.) *Synergia: Primer encuentro de jóvenes investigadores en historia de la ciencia.* Madrid, CSIC, 29-48.

SIMON, J. (2011) *Communicating Physics: The Production, circulation and appropriation of Ganot's Textbooks in France and England, 1851-1887*. London: Pickering & Chatto.

TORO MÉRIDA, J.; PRIETO ALBERCA, A. (1987) *Pedro Mata Fontanet: vida, obra y pensamiento (1811-1877).* Madrid, Universidad Complutense de Madrid.

TORO MÉRIDA, J. (1987) *Pere Mata*, Barcelona, Nou Art Thor.

VILLALAÍN BENITO, J. L. (1999) *Manuales escolares en España. Tomo II. Libros de texto autorizados y censurados (1833-1874).* Madrid, UNED.

VIÑAO FRAGO, A. (1982) *Política y educación en los orígenes de la España contemporánea. Examen especial de sus relaciones en la enseñanza secundaria.* Madrid, Siglo XXI.

BLANCO ABELLÁN, M. (coord.) (2014) *Enseñanza e Historia de las Ciencias y de las Técnicas: Orientación, Metodologías y Perspectivas.* Barcelona, SEHCYT, p. 59.

ENSEÑANDO CIENCIA DESDE LA CREENCIA

Clara FLORENSA RODRÍGUEZ
Centre d'Història de la Ciència de la Universitat Autònoma de Barcelona (CEHIC-UAB)

Resumen

En este artículo se estudia la relación epistolar que mantuvo el paleontólogo sabadellense Miquel Crusafont con dos personajes del mundo de la enseñanza, el padre jesuita Pedro Juan Azpeitia y el padre escolapio Francisco Cubells, durante los años 50. Por su posición estratégica como formadores de formadores, estos profesores religiosos se propusieron actuar como caballos de Troya del evolucionismo finalista-teísta de Crusafont: lo incorporaron en sus clases y en los planes docentes de su institución, refractaria a esas ideas, pudiendo jugar un papel clave en su diseminación, formulación y en una posterior aceptación del evolucionismo en general.

Abstract

In this article it will be discussed the epistolary relationship between Sabadell paleontologist Miquel Crusafont and two characters from the education world, Jesuit Father Pedro Juan Azpeitia and Piarist Father Francisco Cubells, during the 50s. Due to their strategic position as trainers of trainers, these two religious teachers set out to act as Trojan horses for Crusafont's finalistic-theistic evolutionism: they incorporated it into their classes and into the teaching plans of their institutions, which were refractory to those ideas. This way, they could have played a key role in the dissemination and formulation of this evolutionism and in a later acceptance of evolution in general.

Palabras clave: Evolucionismo, Enseñanza, Franquismo.

Keywords: Evolutionism, Education, Francoism.

Introducción

A principios del franquismo, las teorías evolucionistas fueron eliminadas de los manuales educativos de primaria, secundaria, e incluso universitarios, en especial en lo que hacía referencia a la especie humana. La frase "aparición del hombre" fue sustituida por "creación del hombre" y, en cuanto a este tema, se instruía siguiendo una interpretación literal del Génesis [BLÁZQUEZ, 2001, p. 291]. En los medios de comunicación, el tema de la evolución fue silenciado hasta los años 50 [FLORENSA, 2013].

A partir de entonces, un grupo de paleontólogos, entre ellos Miquel Crusafont (1910-1983), reconocido paleontólogo sabadellense, defendieron un discurso teísta y finalista sobre la evolución que ligaba con los ideales católicos del régimen y que consiguió abrirse camino en los medios de comunicación. Apoyada por el régimen, ésta constituyó la versión oficial de la evolución que llegó a la esfera pública en los años 50. Según sus defensores, esta versión no planteaba conflicto alguno con el dogma católico [FLORENSA, 2013]. Pero los profesores partidarios de introducirla en los currículos educativos se encontraron con una realidad distinta y problemática. Además, a ellos correspondía la tarea de responder a las preguntas de sus discípulos sobre dicha teoría y, a menudo, no estaban preparados para hacerlo.

En este artículo se pretende mostrar evidencias de los procesos de incorporación de este nuevo discurso a las lecciones de escuelas y seminarios, a través de dos ejemplos en la correspondencia de Crusafont con una amplia red de profesionales de la enseñanza, que dejan clara la necesidad de consejo por parte de los profesores en este aspecto, así como la voluntad de algunos maestros, en este caso religiosos, de incorporar la visión evolucionista en su doctrina, conscientes de los peligros que para ellos esto podía comportar.

Además, se intentará, por un lado, mostrar cómo toda esta red de contactos, consejos e intercambio de información hizo posible la difusión de un evolucionismo (podríamos decir que "el evolucionismo de Crusafont") que se hizo un lugar en las aulas, y, por otro, señalar la importancia de la incorporación de este evolucionismo en la enseñanza, que podría haber jugado un papel importante en la posterior aceptación del neodarwinismo que lo desplazaría más adelante.

Cartas a dos profesores

La correspondencia de Crusafont es verdaderamente espectacular. El cuerpo de la colección del Archivo Crusafont lo constituyen un total de 21000 cartas (de un total de 24600 piezas de la colección), entre las que no se cuentan las cartas familiares-personales, que todavía preserva su familia; por lo tanto, son todas de contenido científico y/o profesional.[1]

Miquel Crusafont i Pairó (1910-1983) fue una figura destacada de la paleontología española, fundador del actualmente llamado Instituto Catalán de Paleontología Miquel Crusafont y director de éste hasta su muerte. Muy mediático, fue una voz preponderante de la paleontología de la esfera pública catalana y española del momento e introductor del evolucionismo en ella [FLORENSA, 2013].

Crusafont defendía una evolución con intervención divina y con el hombre como su objetivo último y más elevado. Era una evolución de herencia eminentemente francesa, sobre todo con influencia de Teilhard de Chardin (1881-1955), el conocido paleontólogo jesuita francés que predicaba una evolución harmoniosa con el dogma católico, aunque fue controvertido por la iglesia misma. Esta versión del evolucionismo fue la que primero consiguió abrirse paso en la esfera pública española tras el silencio evolucionista de la inmediata posguerra [FLORENSA, 2013].

La correspondencia con los profesionales de la enseñanza que he ido recuperando abarca varios centros e instituciones educativas, varias localidades españolas y varios profesionales de distintas confesiones. En definitiva, una red tejida prácticamente por todo el Estado.[2] Pero hay dos figuras que concentran una buena parte de la correspondencia en la que se comprueba la preocupación por la enseñanza de la evolución en sus centros y la introducción de la versión de Crusafont. Estos son los padres Francisco Cubells, escolapio, y Pedro Juan Azpeitia, jesuita. En la correspondencia de Crusafont con ellos centraré este artículo.

[1] Vale la pena resaltar que en el Archivo Darwin (una de las celebridades científicas que se considera más bien documentada), en la Universidad de Cambridge, se conservan 13.925 cartas que incluyen centenares de cartas familiares. Véase GLICK [1994, p. 77].

[2] En esta red encontramos: La Salle y Escolasticado de Alcoi, Inca, Paterna, Teruel y Palma, las Escuelas Pías de Sabadell, Tàrrega, Tolosa e Irache, y los colegios, seminarios y universidades jesuitas de Comillas, Salamanca, Loyola y Barcelona. También se cartea con varios profesores universitarios de distintas regiones de España (y del extranjero).

Los protagonistas: un escolapio y un jesuita, formadores de formadores

El P. Pedro Juan Azpeitia Ezpondaburu (1925-1997) fue Profesor de Historia Natural en el Seminario Menor de San José de la Universidad Pontificia de Comillas, delegado local para Comillas del Servicio Arqueológico Nacional y encargado-jefe de la Sección de Paleontología Humana y Geología de la Universidad Pontificia de Comillas. Fue discípulo del Padre Valeriano Andérez Alonso (1905-1954), uno de los autores, dentro del sector universitario religioso, que se mostró partidario de un evolucionismo moderado a finales de los años 40 [BLÁZQUEZ, 2009, p. 57, PELAYO, 2009, p. 113-116, DIÉGUEZ, 1998, p. 66-353], catedrático de Antropología de la misma Universidad de Comillas, comisario Local de Excavaciones y autor de varios libros referentes al origen del hombre y la evolución como *Hacia el origen del hombre*.[3]

El P. Francesc Cubells Salas (1922-2004) fue un profesor de las Escuelas Pías de Sabadell, luego desplazado al Seminario Escolapio del Colegio Central de Escuelas Pías en Irache, Navarra, donde ejerció de profesor de filosofía y fue autor de varios libros relacionados con la educación. Era amigo de Crusafont (profesor de alguno de sus hijos en la Escuela Pía de Sabadell) y miembro numerario de la Fundación Bosch y Cardellach de Sabadell, a la cual también pertenecía Crusafont y donde habían ya discutido temas referentes a la teoría de la evolución, compartiendo opiniones.

Estos dos profesores mantuvieron correspondencia con Crusafont en un periodo crucial para la teoría de la evolución y su posible difusión e inclusión en los currículos educativos, esto es, a partir de 1950, año en el que apareció la encíclica *Humani Generis*, que proporcionó respaldo papal para debatir sobre evolución en círculos doctos. La relación de Crusafont con estos dos personajes podía jugar un papel estratégico para la difusión de su teoría evolutiva: tanto Azpeitia como Cubells compartían la visión de Crusafont del evolucionismo y adoptaron el rol de "caballos de Troya" del evolucionismo finalista dentro de sus respectivas instituciones, conscientes ellos mismos del poder de sus posiciones.

El mismo padre Azpeitia confesaba a Crusafont: "si tenemos en cuenta que la inmensa mayoría de los profesores de seminarios salen de aquí [el Colegio Máximo de Comillas] y nutren buena parte de los candidatos episcopales, Usted comprenderá el bien inmenso que se puede hacer a los sacerdotes y los españoles al terminar con el fatídico *non licet* a las teorías de la Evolución" [AZPEITIA, 1959c]. Azpeitia era pues consciente de la importancia estratégica de su posición para cambiar algo, no sólo en lo que se refiere a la educación de los futuros sacerdotes en cuanto al tema de la evolución, sino también de todos los españoles al formar en este aspecto a los sacerdotes que ejercerían de profesores en la amplia red de colegios jesuitas del Estado (las escuelas que de más prestigio gozaban por aquel entonces); y, sin decirlo explícitamente, quizás en la opinión de la Iglesia misma a través de los futuros candidatos episcopales. En suma, tres dianas clave de acción para lograr difundir una teoría (educación, esfera pública y autoridad). Y así se lo "vendió" a Crusafont, a quien le interesaba enormemente esta "evangelización" en su teoría de la evolución. De igual manera, Cubells se sabía en un sitio privilegiado para la diseminación de esas ideas: "teniendo en mis manos la formación de los futuros sacerdotes de la Escuela Pía, podré trabajar con más fruto para restituir este "telón de acero" de la incomprensión de tantos hacia una teoría científica que es una de las demostraciones más admirables de la sabiduría del Creador" [CUBELLS, 1955].

Vemos pues que ambos eran formadores de formadores. Sus alumnos se diseminaban por toda España como profesores de escuelas Pías y de colegios jesuitas para impartir clase o doctrina. Además, a través del papel clave de la Iglesia en los ministerios encargados de la educación y la información, el criterio adoptado en aquellos centros podría influir a través de los futuros cargos de sus alumnos y del ejercicio censor de sus profesores, tanto en los planes de estudios como en las decisiones de qué información podía llegar a oídos del gran público.

[3] Este libro fue editado póstumamente, en 1956, por el Padre Pedro Juan Azpeitia en la Universidad Pontificia, con un prólogo de Bermudo Meléndez.

Una relación *quid pro quo* entre ciencia y enseñanza

Estas cartas nos permiten entender y reconstruir un proceso complejo de circulación de conocimiento en un contexto también complejo. Para Azpeitia y Cubells, el tema de la evolución empezaba a ser ineludible. La enseñanza y el avance de la paleontología generaban una necesidad de introducir en los planes de estudios el evolucionismo: "ocurre con frecuencia en los tratados escolares de Biología Filosófica, que no hay manera de eludir las dificultades de la paleontología" [AZPEITIA, 1956]. También la relación directa de los religiosos con los alumnos y el público reclamaban cada vez con más urgencia que los futuros sacerdotes tuviesen una buena base en el tema: "los seminaristas y futuros sacerdotes deben conocer bien y tener buenas síntesis de la naturaleza para poder hacerse cargo de las consultas que se les hagan y no reírse de todo lo que no sean las teorías filosóficas escolásticas" [AZPEITIA, 1959c]. Y tanto Azpeitia como Cubells se encontraban en una buena posición para hacer cambiar las cosas, o así percibían ellos la situación: "estamos preparando los textos de H. Natural, conforme a un plan completamente nuevo, orientado a dar a los chicos una visión de lo que ha sido históricamente la vida y no de sólo las formas modernas" [AZPEITIA, 1959c].

Pero la política de proscripción del régimen frente al evolucionismo había dificultado el acceso a dicho conocimiento (libros confiscados, debate reprimido, silencio en los medios...). Azpeitia y Cubells eran conscientes de que la documentación que les llegaba al respecto era escasa. Y aquí entraba en juego Crusafont. El paleontólogo de Sabadell suplió esta falta de información con el envío masivo de sus trabajos, escritos, conferencias, separatas, etc. Ésta era una práctica que Crusafont realizaba de forma sistemática, y a menudo *motu proprio*, con una gran parte de su correspondencia y con aquellos personajes de los cuales creía que podía conseguir algún beneficio, y así hizo una gran labor de diseminación de su trabajo más allá de las fronteras de su propio territorio y hasta más allá del Atlántico.

Azpeitia y Cubells no sólo se lo agradecían enormemente -"No sé como agradecerle el envío de sus publicaciones…de un valor incalculable dado la escasez de publicaciones paleontológicas que recibimos en la Universidad" [AZPEITIA, 1958a]- sino que le pedían encarecidamente que siguiera haciéndolo en un futuro para mantenerles informados de los avances de la paleontología en cuanto a la teoría de la evolución: "Le agradeceré que siga poniéndome al corriente de sus hallazgos y de las que lleguen a conocimiento de usted referentes al particular [la teoría de la evolución]" [CUBELLS, 1955].

La dificultad de un ambiente hostil: un peligro real

Pero dos obstáculos grandes se perciben en las cartas de ambos religiosos. El primero, la peligrosidad de abordar estos temas: la lectura de las cartas pone de manifiesto que existía realmente una percepción de peligro e inestabilidad. Había una censura externa, proveniente de los superiores de la propia institución, pero también de las estructuras de control del régimen. Azpeitia reconocía con pesar que "se nos considera peligrosos en cuestión de fé" [AZPEITIA, 1956] y hablaba de "sufrimientos morales" [AZPEITIA, 1956] y "condena" [AZPEITIA, 1958b]. Pero también encontramos una censura interna, o personal, explícita debida a la vivencia de casos cercanos de represalias por la defensa de estas ideas (que se sumaban a los casos ya conocidos de darwinistas que sufrieron exilio exterior e interior) [BLÁZQUEZ, 2009, p. 56, BLÁZQUEZ, 2004, p. 255] y que conducía a un temor más pragmático y próximo: el temor de perder el trabajo y ser apartado de la comunidad. El padre Azpeitia comentaba en una de sus cartas: "el obispo de Santander acaba de retirar la cátedra de Antropología de su seminario a un joven profesor excesivamente avanzado en sus ideas, mejor dicho, no lo suficientemente cauto como para no dar doctrina siempre segura a sus discípulos" [AZPEITIA, 1956].

El segundo obstáculo que encontramos en las misivas es la incomprensión y oposición de un gran sector de la comunidad, que aparece en las cartas como refractario e inamovible, lo que Azpeitia llama "la oposición de las tradiciones seniles". "Esa es la gran dificultad", dice, "la mentalidad de ese grupo conservador" [AZPEITIA, 1956]. No toda la comunidad jesuita era homogénea pero existían sectores en ella, al parecer los más poderosos, que eran radicalmente contrarios a la introducción de semejantes ideas. El padre Azpeitia comentaba: "La incomprensión con que me enfrento es enorme... No pueden arrancar de sí la idea de que

nos sacamos de la manga años y fósiles para probar nuestros puntos de vista" [AZPEITIA, 1961]. El rechazo a las teorías evolucionistas iba más allá de la racionalidad y de un debate científico y se había convertido en algo visceral: "siempre se mira toda teoría evolucionista ... como el gran arma del demonio para deshacer la veracidad histórica del Génesis" [AZPEITIA, 1956]. La teoría de la evolución se había construído en determinados contextos, desde hacía tiempo, como enemiga de la Verdad revelada.

La necesidad de una estrategia y un laboratorio: la clase

Conscientes de este clima hostil y de los peligros que comportaba posicionarse a favor de este mal para la fe, tanto Cubells como Azpeitia querían ser cautos para conseguir su objetivo. En las cartas, se pueden percibir los esfuerzos y la conciencia de que era importante y necesario trazar una estrategia bien pensada para conseguirlo: "ya ve que en este campo, tan peligroso, cualquier tropiezo puede ser contraproducente (y no necesito aclarar más pues Ud me comprende perfectamente) por lo que le pido su ayuda leal" [AZPEITIA, 1958a]. Según Azpeitia era "preferible esperar que no dar un paso en falso" [AZPEITIA, 1958a], consciente de que era "conveniente no fracasar" [AZPEITIA, 1959a]. En esta estrategia, la relación de estos religiosos con Crusafont aparece como pieza clave a distintos niveles: con el envío de textos y materiales y con la autoridad que su condición de científico apoyado por el régimen le confería.

Crusafont diseminaba todos sus trabajos incansablemente por su red de contactos, y Azpeitia y Cubells los compartían con sus colegas para romper aquellas "tradiciones seniles" con la legitimización científica de sus ideas: "He enseñado su artículo a varios profesores ... para hacerles ver que no son todo imaginaciones calenturientas de los paleontólogos" [AZPEITIA, 1958b]. Los escritos de Crusafont eran, además, usados en la elaboración de los contenidos de las clases; como el mismo Azpeitia reconocía en numerosas cartas, "sus ideas fueron las que expuse en clase a mis alumnos en muchas ocasiones" [AZPEITIA, 1956], llegando a pedirle permiso para reproducir íntegramente algunos de sus artículos.

Pero los trabajos de Crusafont no eran sólo usados para la elaboración de los apuntes de clase, sino también para libros de texto: repetidas veces Crusafont es consultado en materia de evolución y requerido de separatas y artículos para configurar capítulos enteros o libros de texto. Después de una de estas consultas, el padre Azpeitia dice a Crusafont, "[Espero] su contestación ... para perfilar ... el tratadito sobre la Evolución" [AZPEITIA, 1959a].

Su relación epistolar en este sentido va más allá del mero vaciado de contenidos desde Crusafont a estos profesores. Su condición de profesores y el espacio del aula constituían a su vez un campo de ensayo, un laboratorio de pruebas para las teorías de Crusafont donde testar su posible aceptación entre la población, *"ad modus experimenti"*, como decía Azpeitia, sobre la pequeña muestra de los alumnos de clase. Tanto Azpeitia como Cubells le reportaban sus resultados y el éxito en ese pequeño mundo suponía un mayor afianzamiento de las teorías de Crusafont en los materiales didácticos: "los alumnos estaban atentísimos. Por eso seguiré fielmente su esquema sobre la Paleontología" [AZPEITIA, 1959b]. También en numerosas ocasiones le exponían al paleontólogo sabadellense los problemas y dudas que surgían en sus clases al explicar su teoría, y le pedían consejo tanto en la forma o estructura óptimas para explicar lo contenidos ("¿Cómo me aconseja Ud. que distribuyamos los materiales?" [AZPEITIA, 1959a]) como sobre estrategias pedagógicas ("Voy a comenzar una renovación de los estudios de Historia Natural ... es un campo nuevo y no tengo experiencia pedagógica en este sentido. ¿Qué me aconsejar Ud que Haga?" [AZPEITIA, 1961]).

La influencia que el pensamiento de Crusafont tuvo en este proceso (gracias a su enorme capacidad diseminadora y relacional) se hace patente en la correspondencia, no sólo de forma inferida, sino de forma rotundamente explícita: "Ya ve Ud. cómo, sin pensarlo, está Ud siendo profesor aquí" [AZPEITIA, 1958b].

La importancia de una asignatura

La versión teísta-finalista de Crusafont era vista por estos sacerdotes como perfectamente compatible con la verdad revelada. Así, la veían como una oportunidad, como una herramienta capaz de cambiar la actitud

de su institución respecto de la evolución manteniéndose fieles al dogma. Estaban convencidos de ello: "yo no habría cargado sobre mi conciencia con la responsabilidad de dar a leer a mis alumnos alguna obra de cuya seguridad dogmática no estuviera yo bien convencido" [AZPEITIA, 1956]. Era importante insistir en ello, se jugaban mucho. Pero con repetírselo a ellos mismos y en sus cartas no bastaba; hacía falta convencer al resto de la comunidad y, en definitiva, a todo el país.

Se planteaban la solución a este problema a dos niveles. Por un lado, veían la necesidad de la divulgación: "Tengo intención de escribir unos artículos sobre el particular [la Evolución], en plan de divulgación y de deshacer malentendidos, originados por falsas preocupaciones doctrinales" [CUBELLS, 1956]. Para ello, como siempre, las fuentes, el trabajo que subyacía, era el de Crusafont: "Para la exposición científica me han hecho muy buen servicio los trabajos que tengo de usted" [CUBELLS, 1958]. Pero la manera de conseguir cambiar las cosas por dentro que estaba a su alcance y que veían plausible era, sin duda, la educación. Pedro Juan Azpeitia veía claro que "para abrir brecha en el prejuicio tan extendido entre el clero, que les hace ver la Evolución como una obra del diablo en vez de una obra de Dios" [AZPEITIA, 1958a], era necesario incidir en los planes docentes y en la formación de los futuros profesores y profesionales, elaborando una asignatura atractiva e irrechazable: "Podemos ganar la batalla. Creo que la ganaremos, en pro de una mayor apertura de las mentes para el progreso, pero hace falta no dar el golpe en falso, hacer una asignatura fascinante, verdaderamente dramática, como lo ha sido la historia de la vida" [AZPEITIA, 1961].

Conclusiones

Este caso de estudio es un ejemplo más de la importancia de la enseñanza en la diseminación/legitimización de una teoría científica, pero constituye un caso muy poco usual como testimonio de cómo este hecho es utilizado de forma consciente por los implicados: el científico con una teoría en pugna con otras establece una red de relaciones con maestros y profesores de seminarios y escuelas para lograr diseminar y sembrar su teoría, y legitimarla a través de los currículos escolares. Lo que se enseña es, en definitiva, lo que la futura población formada en general sabrá.

Por otra parte, los profesores con inquietudes y estudios en una determinada disciplina, asociados a un científico de renombre, apoyado por la política estatal del momento, consiguen una mayor credibilidad en sus instituciones y comunidad para poder introducir en sus clases y libros de texto, lo que ellos quieren explicar. El científico les proporciona una autoridad, la de la ciencia, que puede luchar desde otro nivel y con otro poder con los de su ambiente.

Además, este caso constituye una oportunidad muy poco habitual de poder acceder al proceso, en este caso intento difícil y peligroso, de introducción de una teoría científica en el cuerpo educativo, desde el testimonio personal de los implicados, con la posibilidad de conocer de primera mano los miedos, recelos y voluntades internas que en este asunto mediaban, sin ser mutiladas por la censura de los textos que debían ver la luz pública.

Más allá de todo ello, las cartas muestran una relación horizontal y en ambas direcciones, donde el científico proporciona contenidos, materiales didácticos, resúmenes, ejemplares fósiles, maestría y consejo, y donde el profesor proporciona cuestiones, preguntas, señala puntos débiles y complicados de la teoría científica y la pone a prueba en su "laboratorio", la clase, proporcionando unas estimaciones del impacto de las teorías sobre el gran público. El interés con que el científico recibe esta información hace aún más plausible pensar que este *feedback* le puede influir a la hora de escribir o reescribir su teoría matizando, cambiando, re-explicando o insistiendo en ciertos puntos de su argumentación. Constituye pues un posible ejemplo de los escasos casos en que se puede rastrear la epistemología activa de los públicos de la ciencia, y en particular, de los alumnos y la experiencia del profesor con ellos.

Bibliografía secundaria

BLÁZQUEZ, F. (2001) "La teoría sintética de la evolución en España. Primeros encuentros y desencuentros". *Llull*, 24, 289-313.

----- (2009) "La recepción del darwinismo en la universidad española (1939-1999)". *Anuario de historia de la Iglesia, 18*, 55-68.

----- (2004) *El evolucionismo en España y la síntesis neodarwinista* (1939-1970). Universidad Autónoma de Madrid.

DIÉGUEZ, A. (1998) *A investigación en España sobre o evolucionismo humano* (1936-1976). Universidade de Santiago de Compostela, Facultade de Xeografía e Historia.

FLORENSA, C. (2013) "Breaking the Silence: Palaeontology and Evolution in *La Vanguardia Española* (1939-1975)". *Dynamis, 33(2)*, 297-320.

GLICK, T. F. (1994) "L'arxiu Miquel Crusafont Pairó a Sabadell". *Arraona: revista d'història, 3a època, (14)*, 77–82.

PELAYO, F. (2009) "Debatiendo sobre Darwin en España: Antidarwinismo, teorías evolucionistas alternativas y síntesis moderna". *Asclepio. Revista de Historia de la Medicina y de la Ciencia, LXI (2),* 101-128.

Bibliografía primaria (cartas)

Abreviaturas:

FMC: Fons Miquel Crusafont

CR: Código de referencia

AZPEITIA, P.J. (1956) FMC. CR: AMC 046a/CProf/5245.

----- (1958)a. FMC. CR: AMC 046a/Cprof/5486.

----- (1958)b. FMC. CR: AMC 046b/Cprof/5507.

----- (1959)a. FMC. CR: AMC 046b/Cprof/5593.

----- (1959)b. FMC. CR: AMC 046b/Cprof/5599.

----- (1959)c. FMC. CR: AMC 066d/Cacad/10264.

----- (1961) FMC. CR: AMC 047b/Cprof/5906.

CUBELLS, F. (1955) FMC. CR: AMC 007/CP1/669.

----- (1956) FMC. CR: AMC7b/CP/790.

----- (1958) FMC. CR: AMC046b/Cprof/5379.

BLANCO ABELLÁN, M. (coord.) (2014) *Enseñanza e Historia de las Ciencias y de las Técnicas: Orientación, Metodologías y Perspectivas.* Barcelona, SEHCYT, p. 67.

LA LEY DE EDUCACIÓN DE 1938 Y SU DESARROLLO EN LOS LIBROS DE TEXTO DE CIENCIAS NATURALES

José FONFRÍA DÍAZ
Departamento de Biología Celular, Facultad de Biología, UCM
Pilar CALVO DE PABLO
Departamento de Microbiología III, Facultad de Biología, UCM

Resumen

Una de las prioridades de los sublevados en julio de 1936 fue desmontar las reformas educativas republicanas y reconstruir un aparato legislativo sustitutorio. La Ley de 20 septiembre de 1938 "Sobre reforma de la Enseñanza Media" constituyó el marco legal para implantar un bachillerato acorde con la ideología del "Nuevo Estado", para lo cual el control de los contenidos de los libros de texto se consideraba fundamental. Con este fin se constituyó, por una Orden del 7 de julio de 1938, la Comisión dictaminadora de libros de Enseñanza Media, a cuyo dictamen debían someterse todos los textos utilizados en este nivel educativo. En este artículo se hace una revisión, a partir de las actas de la Comisión, de los dictámenes sobre libros de texto de Ciencias Naturales, analizando el carácter ideológico de la desestimación de algunos textos y la manera en que se plasman las directrices de la Ley de 1938 en los contenidos de los libros autorizados en cuestiones como el origen y evolución de los seres vivos.

Abstract

One of the priorities of the rebels in July 1936 was to remove the republican educational reforms and to rebuild an alternative legislative apparatus. The Law of September 20th, 1938 "About secondary education reform", was the legal framework to establish a baccalaureate according with the ideology of the "New State", for which the control of textbooks contents was considered to be essential. For this purpose it was established, by a decree of July 7th 1938, the Consultative Commission of Secondary Education textbooks, to whose opinion should be submitted all the texts used in this level. In this article a review of the Commission reports is done, judging the textbooks of Natural Science. It examines the ideological nature of the dismissal of some texts and the way in which the guidelines of 1938's Law are reflected in the contents of the authorized textbooks on issues such as the origin and evolution of living beings.

Palabras clave: Enseñanza de las Ciencias Naturales, Ciencias Naturales, Libros de texto, Franquismo.
Keywords: Natural Sciences Teaching, Natural Sciences, Text Books, Francoism.

Introducción

La sustitución del sistema educativo republicano por uno adaptado a las condiciones del "Nuevo Estado" fue una de las prioridades de los sublevados el 18 de julio de 1936. Sólo un mes después, el 19 de agosto, la denominada Junta de Defensa Nacional aprobaba la primera medida para que "la enseñanza responda a las conveniencias nacionales".[1] La misma Junta, mediante una orden del 4 de septiembre de 1936 (*BJDNE* del 8), regulaba la organización del curso escolar en los Institutos. Se mantenía el plan de estudios vigente (el de 1934), se prohibía la coeducación y se daban instrucciones para el control de los libros de texto:

> Los Directores de los Institutos … cuidarán de que en los libros no haya cosa alguna que se oponga a la moral cristiana, ni a los sanos ideales de ciudadanía y patriotismo que deben arraigar en el ánimo de los adolescentes, como la mejor cosecha en la obra de la educación.

Tras constituirse el primer gobierno franquista el 31 de enero de 1938, con Pedro Sainz Rodríguez (1897-1986) como Ministro de Educación Nacional y José Pemartín Sanjuán (1888-1954) como Jefe del Servicio Nacional de Enseñanzas Media y Superior, se empezó a trabajar en la reforma del Bachillerato cuya ideología exponía Pemartín, considerado el ideólogo de la misma,[2] en una conferencia a los padres de familia de San Sebastián, en 1938:

> El derecho y deber de la Enseñanza reside primordialmente en la Iglesia Católica, en tanto que es responsable de la salvación de las almas, y en los padres de familia por derecho natural cristiano, en cuanto a lo demás. Y en los Centros de Enseñanza, tanto oficiales como privados, por delegación de los padres de familia que le entregan sus hijos para que los formen intelectual y moralmente; y, por último, interviene el Estado para estimular, vigilar, orientar estos derechos y deberes de Enseñanza, pero no para usurparlos" [PEMARTÍN, 1939, p. 210].

El 20 de septiembre de 1938 (*BOE* del 23) firmaba Franco la Ley de la Jefatura del Estado español sobre reforma de la Enseñanza Media que consagraba un Bachillerato elitista, con una formación humanística enmarcada en la tradición clásica y católica [MORATALLA ISASI y DÍAZ ALCARAZ, 2008] que dejaba poco margen a la formación científica: un ciclo de nociones de Físico-Química y Ciencias Naturales con un total de 14 horas lectivas en todo el bachillerato, frente a las 29 horas del plan de 1934.

La comisión dictaminadora de los libros de texto para la segunda enseñanza

Acerca del libro de texto se decía en la Ley que "ha de ser considerado como un instrumento auxiliar de trabajo. Las características de la Enseñanza Media aconsejan establecer en este respecto una libertad instrumental, aunque restringida, que permitiendo la concurrencia y el estímulo, y aun esa variedad en los matices secundarios que presta fecundidad a la producción intelectual, exija, sin embargo, en los libros de texto un nivel de calidad pedagógica, científica y política que responda a los ideales del Nuevo Estado".

Para ello "en el Ministerio de Educación Nacional se constituirá una Comisión dictaminadora sobre los libros de Enseñanza Media, a la que deberán ser sometidos tanto los actuales en los comercios como los que se deseen editar en lo futuro".

Una muestra de la urgencia por controlar los libros de texto se da en el hecho de que, dos meses antes de que se aprobara la Ley, se constituyó, mediante una Orden de 7 de julio de 1938 (*BOE* del 12), la Comisión dictaminadora de los libros de texto de Segunda Enseñanza. En ella se justificaba la necesidad del control de los libros con las mismas palabras que aparecerían en la Ley y se fijaba su composición. Además

*Financiado con cargo al proyecto de investigación HAR2010-21333-C03-01, del Ministerio de Ciencia e Innovación. "Los años grises. La investigación en Biología en la España del primer franquismo."

[1] Orden de 19 de agosto de 1936 (BOJDNE del 21). Toda la legislación desarrollada por los sublevados durante la guerra civil se puede consultar en GAVILÁN PLA y ALCAHUD [1937].

[2] José Pemartín formó parte de la Asamblea Consultiva de Primo de Rivera y militó durante la República en *Acción Española*. Sobre su pensamiento nacionalcatólico véase LÓPEZ ÍÑIGUEZ [2010].

determinaba la obligatoriedad de haber obtenido el dictamen favorable para que un texto pudiera ser utilizado en los establecimientos de Segunda Enseñanza, tanto públicos como privados.

La comisión, formada según lo dispuesto, reflejaba la ventaja que los sectores católicos mantenían sobre la Falange en la disputa por el control de la enseñanza [CANALES, 2008]. Estaba presidida por el Subsecretario del Ministerio de Educación Nacional, Alfonso García-Valdecasas y García-Valdecasas (1904-1993), cofundador de Falange Española, y formada por el Jefe del Servicio Nacional de Enseñanzas Media y Superior, José Pemartín, el Jefe de Archivos, Bibliotecas y Propiedad Intelectual, Javier Lasso de la Vega (1892-1990), falangista [TORRES SANTO DOMINGO, 2011] y seis Catedráticos de Universidad. Adscritos al sector católico eran Eloy Montero Gutiérrez, (1887-1972), catedrático de Derecho Canónico de la Universidad de Madrid, sacerdote [PUYOL MONTERO, 2012], Francisco Cantera Burgos (1901-1978), catedrático de Lengua y Literatura Hebrea en la Universidad Central de Madrid, y Juan Contreras y López de Ayala, Marqués de Lozoya (1893-1978), catedrático de Historia del Arte en la Universidad de Madrid, ambos ligados a la Asociación Católica Nacional de Propagandistas [PASAMAR y PEIRÓ, 2002]. No conocemos la posible vinculación con alguno de los dos sectores por parte de Pedro Archilla Salido (1882-1967), catedrático de Matemáticas del Instituto Cardenal Cisneros de Madrid, y Benito Fernández Riofrío (1896-1942), catedrático de Fitografía y Geografía Botánica y Organografía y Fisiología vegetal en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Barcelona. Éste sería sustituido el 21 de octubre de 1939 como ponente de Ciencias por Luis Bermejo y Vida (1880-1941), catedrático de Química Orgánica con nociones de Bioquímica de la Facultad de Ciencias de la Universidad Central y Decano de la misma, que participó en los procesos de depuración [RODRÍGUEZ LÓPEZ, 2002, pp. 387-391]. Además formaba parte de la comisión el jesuita Prudencio Sáez de Dallo y Garayoa.

La comisión empezó a funcionar de inmediato. La primera sesión de la que se conserva el acta se celebró el 14 de septiembre de 1938, con el dictamen de varios libros, pero en ella se menciona, al menos, una reunión anterior.[3] Durante el tiempo de actuación de la Comisión el ponente de ciencias dictaminó setenta y un textos con contenidos de Ciencias Naturales (Biología y Geología) con diferentes títulos (Historia Natural, Ciencias Físico Naturales, Ciencias Naturales, Ciencias Cosmológicas, Biología, Geología, etc.) ya que en muchos casos estaban adaptados al temario de 1934. De ellos se aprobaron 49 y se desestimaron 22 (el 32%), la mayoría por motivos científicos o técnicos, pero hay tres casos claros de rechazo ideológico.

En la sesión del 27-10-1939 se desestiman dos textos de José María Susaeta, porque "estos libritos están escritos en la parte que afecta a la Biología con un criterio evolucionista". Probablemente el dictaminador se refiere a algunas frases incluidas en los textos como: "la evolución como la ley que rige todos los órdenes de la vida, es un hecho que admitimos, porque lo vemos. No tiene nada de particular que creamos que lo mismo ha sucedido al formarse los seres que constituyen el mundo orgánico" [SUSAETA, 1934. p. 83].

En la sesión del 23 de julio de 1940 se someten a dictamen ocho textos de Orestes Cendrero Curiel que fueron todos desestimados. El ponente se pregunta si "debe atenerse esta crítica al carácter científico solamente o, por el contrario, hay que tener en cuenta el sentido patriótico de estas obras", para responder explicando las razones de su dictamen: "científicamente son loables los libros de Cendrero … pero están llenos de dibujos, citas y secciones de colaboradores como Bolívar, Royo, Fernández Navarro, Rioja … masones indeseables, azañistas, institucionalistas… ¿Cómo poner en manos de jóvenes esta literatura?".

En esta misma sesión se dictamina sobre cuatro textos de Bartolomé Darder Pericás (1896-1944), que también serían desestimados: *Principios de Agricultura, técnica agrícola e industrial y economía, 1º tomo e Ilustraciones al estudio de las ciencias Físico Naturales*, en tres formas, una para cada curso. El dictamen considera que: "Con respecto a ciencia, cultura, modernidad e ilustración no dejan que desear", pero "son libros rusófilos y republicanos -de 1935- ... Algunos grabados son copias de obras de Bolívar, Zulueta, Rioja y Candel Vila, a quienes cita con fruición y elogio".

Tras exponer varios ejemplos tomados de los libros, el ponente concluye que el autor "es pues ateo y adicto al Frente Popular, por todas sus consecuencias, por lo que dice y por lo que calla".

[3] Las actas de las sesiones de la Comisión dictaminadora de libros de texto para la Segunda Enseñanza se encuentran en: Archivo General de la Administración. Educación. Caja 31/7008.

Los libros de texto

Con respecto a los libros autorizados, la cuestión del origen y evolución de los seres vivos se plantea desde un punto de vista creacionista, de manera muy clara en los textos de autores que no habían publicado con anterioridad. Es el caso de los textos aprobados en la primera sesión en la que se produjeron dictámenes (14/09/1937), especialmente en los de Rafael Ibarra Méndez y Angel Cabetas Loshuertos, con contenidos como:

> El origen de los seres vivos está fuera de toda duda para los que creemos en la existencia del Creador que originó una pareja de seres de cada especie, según nos enseña la Biblia. Esta creencia *tan racional* para el que se sabe con una inteligencia finita, incapaz de comprender tantos y tantos misterios de la Creación, no podía satisfacer a muchísimos que por haber realizado algún descubrimiento científico o simplemente por querer interpretar los verificados por otros, fueron arrastrados por su soberbia no ya a reconstruir a su modo la historia de la Creación, sino a negar la existencia del Creador y aun la necesidad de su existencia [IBARRA y CABETAS, 1936, p. 262].

No obstante a veces se encuentran cuestiones difíciles de explicar desde su creacionismo. En un texto para tercer curso, en el tema *La vida en el pasado de la tierra* escriben que: "Las condiciones de vida en todas estas eras no fueron las mismas, y en consecuencia los seres orgánicos que existieron en ellas fueron también diferentes" [IBARRA y CABETAS, 1937, p. 210], algo que, fuera de la evolución, solo se puede explicar mediante creaciones sucesivas.

A veces es el propio ponente el que cita el carácter creacionista del libro. En la sesión del 27 de julio de 1940 se aprueba un texto de Ramón Ruiz, *Ciencias Cosmológicas* de 3º curso resaltando el ponente que "cierra sus estudios con la declaración terminante, p. XXV del cap. 46 que la Ontogenia, en nada se opone a que Dios sea el Creador del mundo y de la vida".

En el caso de autores que habían publicado textos durante el periodo republicano se evita tratar estos temas. Se definen las características de los seres vivos, pero no se plantea nada acerca de su origen y evolución. Así, Salustio Alvarado informaba ampliamente sobre la evolución en textos anteriores a 1936 [ALVARADO, 1933] al tratar el tema de la taxonomía, mientras que, a partir de 1939, mantiene el tema pero suprime la referencia a la evolución, por ejemplo en ALVARADO [1941]. Lo mismo ocurre con Álvarez López. En un texto de 1929 [ÁLVAREZ LÓPEZ, 1929] incluye una amplia descripción de la evolución que suprime posteriormente [ÁLVAREZ LOPEZ y MINGARRO 1941].

Bibliografía

ALVARADO FERNÁNDEZ, S. (1933) Curso de Historia Natural: (biología y geología). Barcelona, [s.n.].

----- (1940) Biología: biología general, ecología y biogeografía. Madrid, S. Alvarado

ÁLVAREZ LÓPEZ, E. (1929) Elementos de Biología. Parte I, Biología general (bioquímica, citología, genética). Madrid, Emiliano L. Barrera.

ÁLVAREZ LOPEZ, E. y MINGARRO, A. (1941) Elementos de Ciencias de la Naturaleza, partes I,II y II. Madrid, Summa.

CANALES SERRANO, A. F. (2008) "Falangistas contra la hegemonía educativa católica. El SEPEM y la movilización contra la Ley de Bachillerato de 1938 (1942-1953)". En: M. E. Nicolás Marín y C. G. Martínez (coords.) Ayeres en discusión (Recurso electrónico). Temas claves de Historia Contemporánea hoy. Murcia, Universidad de Murcia, 77. Disponible en: http://www.ahistcon.org/docs/murcia/contenido/pdf/07/antonio_francisco_canales_serrano_taller07.pdf (consultado el 23-05-2013).

GAVILÁN PLA, L y ALCAHUD, W. D. (1937): Legislación Española, San Sebastián Librería Internacional. (con apéndices hasta 1939).

IBARRA MÉNDEZ, R. y CABETAS LOSHUERTOS, A. (1936) Elementos de Historia Natural (5º curso). Zaragoza, Artes Gráfica Berdejo Casañal.

IBARRA MÉNDEZ, R. y CABETAS LOSHUERTOS, A. (1937) Ciencias físico-naturales: tercer curso. Zaragoza, Artes Gráfica Berdejo Casañal.

LÓPEZ ÍÑIGUEZ, J. (2010) El nacionalcatolicismo de José Pemartín en la Dictadura de Primo de Rivera. Madrid, Editorial Círculo rojo.

MORATALLA ISASI, S. y DÍAZ ALCARAZ, F. (2008) "La segunda enseñanza desde la segunda república hasta la ley orgánica de educación". Ensayos, 23, 283-305.

PASAMAR ALZURIA, G. y PEIRÓ MARTÍN, I. (2002) Diccionario Akal de Historiadores españoles contemporáneos. Madrid, Ediciones Akal, S. A.

PEMARTÍN SANJUÁN, J. (1939) "Propósito, ideal y filosofía del nuevo Bachillerato". En: H. León Osés, R. Pérez López y M. Ibáñez Requena (Recopiladores) La nueva legislación de enseñanza media. Pamplona, Editorial García Enciso, 199-222.

PUYOL MONTERO, J. M. (2012) Diccionario de catedráticos españoles de Derecho (1847-1943). Universidad Carlos III (recurso online): http://www.uc3m.es/portal/page/portal/instituto_figuerola/programas/phu/diccionariodecatedraticos/lcatedraticos/mgutierrez (consultado el 23-05-2013).

RODRÍGUEZ LÓPEZ, C. (2002) La Universidad de Madrid en el primer franquismo. Ruptura y continuidad (1939-1951). Madrid, Editorial Dykinson.

TORRES SANTO DOMINGO, M. (2011) "Archivo BUC. Fondo Lasso de la Vega. Guía provisional". Biblioteca Histórica UCM. http://eprints.ucm.es/13178/1/DT_2011-16.pdf (consultado el 23-05-2013)

SUSAETA, J. M. (1934) Ciencias físico-naturales. Curso medio. , Madrid, Textos Elp.

BLANCO ABELLÁN, M. (coord.) (2014) *Enseñanza e Historia de las Ciencias y de las Técnicas: Orientación, Metodologías y Perspectivas.* Barcelona, SEHCYT, p. 73.

LA ENSEÑANZA DE LA INGENIERÍA AERONÁUTICA EN ESPAÑA, 1913-2013

Francisco A. GONZÁLEZ REDONDO
Universidad Complutense de Madrid

Resumen

En el estudio de los centros españoles en los que se impartieron enseñanzas aeronáuticas, desde la creación del Servicio de Aerostación Militar *en 1896, siempre se destaca la* Escuela Superior de Aerotecnia*, creada en 1928 y que, se viene suponiendo, fue la primera institución docente española que concedió el título de "Ingeniero Aeronáutico".*

En este trabajo, sin embargo, se presenta una primera aproximación a un centro del que en 2013 habría que conmemorar su centenario, la Escuela Nacional de Aviación*, creada en 1913 por el Ministerio de Fomento; la primera escuela española que impartió enseñanzas de ingeniería aeronáutica y concedió títulos de "Ingeniero aerotécnico", convalidables a partir de 1928 por los de "Ingeniero Aeronáutico" de la* Escuela Superior Aerotécnica.

Abstract

The Superior School of Aerotechnics, created in 1928 and supposed to be the first Spanish school which granted degrees of "Aeronautical Engineer", is always mentioned whenever the study of those centres devoted to the teaching of aeronautics is undertaken since the creation of the Service of Military Aerostation *in 1896.*

In this paper, however, a first approach is advanced to the study of a centre whose centenary should be commemorated in 2013, the National School of Aviation*, created in 1913 by the Ministry of Development, and the first Spanish school that taught aeronautical engineering and granted titles of "Aerotechnical Engineer" which were validated since 1928 by those of "Aeronautical Engineer" by the* Superior School of Aerotechnics.

Palabras clave: España, Siglo XX, Escuelas de Ingeniería Aeronáutica.

Keywords: Spain, Twentieth Century, Aeronautical Engineering Schools.

1. A modo de introducción

De acuerdo con la historiografía aeronáutica española, en 1928, con la creación de la *Escuela Superior de Aerotecnia* en Cuatro Vientos (Madrid) por iniciativa del Ingeniero Militar Emilio Herrera[1], se habría institucionalizado por primera vez en España la posibilidad de obtener el título de "Ingeniero Aeronáutico" [GONZÁLEZ-BETES, 1988; SALAS LARRAZÁBAL, 1993].

Esta *Escuela*, dependiente inicialmente de la Presidencia del Consejo de Ministros, se integraría en el Ministerio del Aire al acabar la Guerra Civil, como *Academia Militar de Ingenieros Aeronáuticos,* hasta que en 1949 recuperase su carácter civil, pasando a depender del Ministerio de Educación Nacional como *Escuela Especial de Ingenieros Aeronáuticos*. En su evolución, la Ley de Ordenación de Enseñanzas Técnicas del 20 de julio de 1957 le otorgó la denominación de *Escuela Técnica Superior de Ingenieros Aeronáuticos*, nombre con el que se incorporó en 1971 a la UPM, origen de la actual *Escuela de Ingeniería Aeronáutica y del Espacio*.

En efecto, el 12 de octubre de 1928 se creaba la Comisión-Tribunal que debía organizar la Escuela Superior de Aerotecnia (con Emilio Herrera como Presidente, Juan de la Cierva Codorniú como Vicepresidente y Francisco León Trejo, Manuel Sierra Carmona, Mariano de las Peñas Mesqui y Jorge Loring Martínez como Vocales[2]); y el 23 de febrero de 1929 se publicaba el "Reglamento provisional de la Escuela"[3] y la normativa que, desarrollando el artículo 6º del Decreto de creación de la Escuela, debía regular la "revalidación y nacionalización de los títulos y certificados de estudios para Ingenieros aeronáuticos de alguna Escuela extranjera"[4].

Así, tras informe de la Comisión-Tribunal, el 17 de julio se concedía "la revalidación del título español de Ingeniero aeronáutico a los señores siguientes que ostentan certificado o título análogo extranjero", recogiéndose los nombres de doce ingenieros que veían convalidados sus títulos[5].

El mencionado artículo 6º también encomendaba a la Comisión-Tribunal, "por esta sola vez", examinar y clasificar "en forma de concurso de méritos aeronáuticos" los de "aquellos otros ingenieros españoles que se presenten a dicho concurso de revalidación de conocimientos y prácticas aeronáuticas y que acrediten con sus trabajos aeronáuticos continuados y de carácter notorio estar dentro de las condiciones que exija el Reglamento". En este caso, y sin que necesitasen someterse a ningún concurso de méritos, "por la notoriedad indiscutible de sus méritos, reconocidos universalmente", se otorgaba "el título de Ingeniero de construcciones aeronáuticas a los ingenieros españoles Excmo. Sr. D. Leonardo Torres Quevedo y D. Juan de la Cierva y Codorniú".

Pero en esa misma Orden del 17 de julio de 1929 se añadía un tercer grupo de ingenieros que podían ver "revalidados" sus títulos; en concreto, "los Ingenieros españoles que por Real Decreto de 25 de Agosto de 1913 están en posesión del título de Ingeniero aerotécnico, continuarán en el uso de los derechos que dicha disposición les confiere".

El proceso de reconocimiento de títulos continuó durante los siguientes meses (por ejemplo, concediéndosele a Emilio Herrera[6]), hasta que el 9 de noviembre de 1931[7] se dictase una Orden señalando "la fecha de 31 de diciembre del presente año como plazo máximo para cumplir los requisitos que señala la citada disposición" para la "revalidación u obtención del título de Ingeniero aeronáutico a los poseedores de otros de Escuelas extranjeras y a los Ingenieros de construcciones aeronáuticas cuyos trabajos no les permita la asistencia a la Escuela Superior de Aerotécnica".

Y, efectivamente, con efectos de ese día 31 de diciembre de 1931, en la misma disposición por la que se otorgaban los títulos correspondientes a la primera promoción de alumnos de la *Escuela*, se concedía el

---

[2] Real Decreto Núm. 1618, de 29 de septiembre de 1928. *Gaceta de Madrid* nº 276, 2 de octubre de 1928, pp. 16-18.
[2] Real Decreto Núm. 1927, de 12 de octubre de 1928. *Gaceta de Madrid* nº 290, 16 de octubre de 1928, p. 348.
[3] Real Orden Núm. 101, de 23 de febrero de 1929. *Gaceta de Madrid* nº 59, 28 de febrero de 1929, pp. 1550-1557.
[4] Real Orden Núm. 102, de 23 de febrero de 1929. *Gaceta de Madrid* nº 59, 28 de febrero de 1929, p. 1557.
[5] Real Orden Núm. 286, de 17 de julio de 1929. *Gaceta de Madrid* nº 199, 18 de julio de 1929, p. 427.
[6] Orden Ministerial de 16 de junio de 1931. *Gaceta de Madrid* nº 169, 18 de junio de 1931, p. 1474.
[7] Orden Ministerial de 9 de noviembre de 1931. *Gaceta de Madrid* nº 314, 10 de noviembre de 1931, p. 896.

título de "Ingeniero aeronáutico" a Julio de Adaro Terradillos por estar en posesión del título de "Ingeniero aerotécnico"[8] de acuerdo con aquel Decreto mencionado arriba de 25 de agosto de 1913.

Este hecho invita, por tanto, a plantearse una serie de preguntas tales como: ¿Qué título era ése de "Ingeniero aerotécnico", concedido en España hace ahora, precisamente, 100 años? ¿Qué instituciones aeronáuticas, civiles y/o militares, existían en 1913 con capacidad para impartir ese tipo de enseñanzas y conceder esos títulos? ¿Qué Escuela aeronáutica los concedía? ¿Quién fue Julio de Adaro y cómo y por qué obtuvo ese título?

Todas estas preguntas, una vez resueltas, nos invitarán a plantearnos si no deberíamos, en consecuencia, conmemorar en 2013 el Centenario de los estudios de Ingeniería aeronáutica en España y del título español de Ingeniero aeronáutico.

2. Las instituciones aeronáuticas en España hasta 1913

La primera institución aeronáutica española se creó, desde el Ministerio de la Guerra, mediante una Real Orden Circular de 14 de septiembre de 1896 que disponía la constitución de una *Compañía de Aerostación.* Unos días después, por R.O. de 30 de septiembre de 1896, se creaba el *Servicio de Aerostación Militar,* independizado del Servicio de Telégrafos, con sede en Guadalajara y bajo el mando del Comandante Pedro Vives Vich. Una nueva R.O. de 17 de diciembre de 1896 dictaba las normas para la organización del *Servicio*; creaba el *Parque Aerostático* (la fracción fija del *Servicio*, encargada de la construcción y mantenimiento del material) en el *Polígono de Maniobras* del Henares, desde donde se realizarían las ascensiones; establecía la *Compañía de Tropa* (la fracción móvil u operativa del *Servicio*); y asignaba dos secciones anejas: el *Palomar Central* y la *Fotografía Militar* [GOMÁ ORDUÑA, 1946; BENGOECHEA 1988].

Las actividades del *Servicio* empezarían cuando por R.O. de 26 de junio de 1901 se suprimiese el Establecimiento Central de Ingenieros, el *Servicio* pasase a ser Comandancia exenta de Ingenieros, la compañía pasase a denominarse *Compañía de Aerostación y Alumbrado de Campaña*, y comenzase la primera *Escuela Práctica* con globos que proporcionaría la primera promoción de aerosteros españoles. Finalmente, en 1903 la *Escuela Práctica* se convertiría en *Escuela de Observadores,* concebida ésta como centro de formación del Ministerio de la Guerra para la ampliación de los conocimientos teóricos y prácticos de los oficiales de las diferentes armas del Ejército.

En el ámbito civil, por R.O. de 4 de enero de 1904 del Ministerio de Agricultura, Industria y Comercio (en otros momentos, Ministerio de Fomento) se creaba, dependiente de la Dirección General de Obras Públicas, el *Centro de Ensayos de Aeronáutica* para la realización de los ensayos de los dirigibles patentados por Torres Quevedo y para dirigir la maniobra de motores a distancia con el *telekino*, inventado también por el sabio montañés [GONZÁLEZ REDONDO 2003].

Un año después, en 1905, iniciaba sus actividades el *Real Aero-Club de España*, íntimamente ligado al *Servicio de Aerostación Militar* y dedicado inicialmente a la práctica de la Aerostación deportiva. A partir de esos momentos, y a imitación de sus análogos francés y británico, el *Aero-Club* se convertía en la única institución española que podía conceder, a efectos de "convalidación internacional", los títulos de piloto: primero de globo; a partir de 1910, de dirigible; y, con la creación de la *Escuela de Aviación Militar* de Cuatro-Vientos en 1911, de aeroplano [SÁNCHEZ CARMONA, 1988].

En efecto, tras diversos encuentros y desencuentros entre Torres Quevedo y los Ingenieros militares en el ámbito de los dirigibles, el 16 de febrero de 1911 comenzó la instalación de lo que sería el *Aeródromo Experimental* del Ministerio de la Guerra de Cuatro Vientos. El 12 de marzo volaba desde Ciudad Lineal a Carabanchel Benito Loygorri Pimentel, el primer español en obtener el título de piloto (en Francia), y el 15 de marzo empezaban las clases en la *Escuela de Aviación* [militar] de Cuatro Vientos, con el francés Geo Osmont como instructor y una primera promoción de oficiales del *Servicio* como alumnos: los Capitanes Alfredo

[8] Orden Ministerial de 7 de enero de 1932. *Gaceta de Madrid* nº 9, 9 de enero de 1932, p. 237.

Kindelán, Emilio Herrera y Enrique Arrillaga, y los Tenientes Eduardo Barrón y José Ortiz Echagüe [GONZÁLEZ REDONDO y GONZÁLEZ DE POSADA, 2012].

Dos años más tarde, por R.D. de 28 de febrero de 1913, se creaba el *Servicio de Aeronáutica Militar*[9]; el 14 de abril se nombraba a Pedro Vives Director, y, por R.O. de 16 de abril, se aprobaba el "Reglamento" del mismo. En síntesis, la rama de *Aviación* (con Alfredo Kindelán como Jefe) cobraba vida propia independizada de la rama de *Aerostación* (con Antonio Cué como Jefe) que asistiría al comparativamente vertiginoso desarrollo de la que había sido su hermana menor, hasta el punto de que a finales de ese año 1913, una primera escuadrilla expedicionaria de aeroplanos tomaría parte activa ya en la Guerra de Marruecos [YUSTA, 2011].

3. En torno al título de "Ingeniero Aerotécnico", 1913

Sin embargo, por Real Decreto del Ministro de Fomento Miguel Villanueva y Gómez, se había creado el 3 de enero de 1913 la *Escuela Nacional de Aviación*, con sede en Getafe (Madrid) [ALONSO, 1915; FUENTE VÉLEZ, 1989; SORIANO OCAÑA, 1995]. Podemos leer en el Preámbulo del Decreto[10]:

> Se ha pensado en organizar la Escuela Nacional de Aviación, no sólo con el carácter de Seminario profesional, donde se forme un personal técnico y obrero especialista, sino también con el de laboratorio, que pueda proporcionar a la industria privada cuantos datos prácticos y experimentales sean precisos para llevarla al superior estado de autonomía económica, base de la prosperidad industrial de los pueblos.

Los primeros artículos explicitaban su alcance. El artículo 1 determinaba que la *Escuela* estaría "encargada de dar enseñanza práctica y técnica en todo lo referente a la navegación aérea". El artículo 2 disponía que "el número de Profesores de esta *Escuela* será de cuatro". El artículo 3 precisaba que "el nombramiento de este Profesorado recaerá en Ingenieros industriales que se hallen en posesión del título de Pilotos aviadores".

El 14 de febrero se nombraba Director a Luis Montesino y Espartero, Marqués de Morella[11], aunque el Real Decreto recogiendo el "Reglamento" de la *Escuela* no se aprobaría hasta el 25 de agosto de 1913, siendo ya Ministro de Fomento Rafael Gasset Chinchilla[12].

El artículo 1 del "Reglamento", en el que se determinaba que la *Escuela Nacional de Aviación* se creaba especialmente para "fomento y dirección, en el orden civil, de la enseñanza, experimentación, investigaciones, estudios y organización de la navegación aérea en España", explicitaba:

> La Escuela se dedicará, muy especialmente, a la formación de Ingenieros, Pilotos y Obreros especialistas en estas materias, en el orden civil, sin perjuicio de las obligaciones y derechos que al Estado convenga asignarles para utilizarlos en la defensa de la Patria y de los sagrados intereses nacionales.

Si el artículo 2 determinaba cuáles eran las principales funciones de la *Escuela*, destacando entre ellas, en el apartado "e) Expedir los certificados de aptitud, diplomas y títulos correspondientes á los estudios cursados en ella", en el artículo 3, primero del Capítulo II, dedicado a la "Enseñanza", encontramos la primera de las respuestas a las preguntas formuladas arriba:

> Se darán en esta Escuela tres clases de enseñanza, a la que corresponderán los títulos de Ingenieros aerotécnicos, Pilotos y Obreros especialistas, respectivamente.

La enseñanza que correspondería a los Ingenieros aerotécnicos debía poner "al alumno en condiciones de poder inspeccionar, proyectar y dirigir la construcción de toda clase de naves aéreas, y la de los hangares y talleres, edificios y dependencias para las mismas, así como informar respecto á los inventos y estudios que se hagan sobre lo que con la navegación aérea se relaciona".

---

[9] Real Decreto de 1 de marzo de 1913. *Gaceta de Madrid* nº 60, 1 de marzo de 1913, p. 538.
[10] Real Decreto de 3 de enero de 1913. *Gaceta de Madrid,* nº 4, de 4 de enero de 1913, pp. 41-42. El Real Decreto se reproduce, por ejemplo, en *ABC*, 5 de enero de 1913, p. 9.
[11] Real Orden de 14 de febrero de 1913. *Gaceta de Madrid* nº 48, 17 de febrero de 1913, p. 485.
[12] Real Decreto de 25 de agosto de 1913. *Gaceta de Madrid* nº 243, 31 de agosto de 1913, pp. 513-520.

De acuerdo con el artículo 6, esta enseñanza comprendería: "a) Las lecciones orales expuestas por los Catedráticos de las diversas asignaturas, y los proyectos industriales de esta especialidad; b) Las visitas de estudios de talleres, aeródromo, laboratorios, etcétera, de análoga especialidad; c) Los ejercicios, trabajos gráficos y problemas de las respectivas asignaturas; d) Los ensayos prácticos de taller y laboratorios".

El artículo 7 establecía que el plan de estudios para obtener este título estaría compuesto por las asignaturas siguientes: "*Aerotecnia*. (Mecánica de la Aviación y Aerostación; resistencia del aire; propulsión, etc.); *Motores y propulsores.* (Estudio y cálculo de los motores y propulsores destinados á la navegación aérea); *Tecnología*. (Descripción de los aparatos de navegación aérea, hangares, etc.); *Construcción*. (Estudio y cálculo de los aparatos de navegación aérea, hangares, talleres, etc.); *Meteorología, Geografía y Legislaciones.* (Estudios atmosféricos; aparatos de medida; mapas, cartas aérea y legislación de la navegación aérea)".

En cuando al alumnado, según el artículo 81, podrían ingresar sin examen en la *Escuela* "los Ingenieros civiles ó militares de cualquiera especialidad que, habiendo cursado sus estudios en una Escuela ó Academia oficial, tengan el correspondiente título de Ingeniero español".

El artículo 22 disponía que formarían el personal de esta *Escuela* "cinco Profesores numerarios de los cuales, uno sería el Director, otro el Subdirector, Jefe de estudios é informaciones, otro Jefe de talleres, otro Jefe de Laboratorio Bibliotecario, y otro Secretario Contador Cajero". Les acompañarían un Oficial de Secretaría, un Escribiente mecanógrafo, un piloto como Contramaestre de taller, un mecánico Ayudante de taller, otro Ayudante de taller y carpintero, un Guarda jurado de día y otro de noche, jurados, un Conserje, dos Ordenanzas, un Mozo de Laboratorio y "tantos Mozos de maniobras, entretenimiento y aseo, como sean necesarios para el servicio de los aparatos".

Las enseñanzas de la *Escuela*, de acuerdo con el artículo 30, estarían "a cargo de los Profesores numerarios, que deberán ser indispensablemente Ingenieros Aerotécnicos y Pilotos de la *Escuela Nacional de Aviación*", mientras que el nombramiento de los Profesores numerarios de la *Escuela* se efectuaría, según el artículo 31, "por oposición entre los que reúnan las condiciones expuestas en el artículo anterior".

Sin embargo, el artículo 32 precisaba:

> Por excepción de lo expuesto en los artículos anteriores, los profesores numerarios que fueron nombrados por Reales órdenes de 4 de Enero de 1913 y el Director que lo fue por Real orden de 14 de Febrero del mismo año, se considerarán como propietarios de sus Cátedras a pesar de no haber hecho oposición y como Ingenieros Aerotécnicos por ser Ingenieros Industriales civiles y Pilotos Aviadores de la Federación Aeronáutica Internacional, antes de la fecha de publicación de este Reglamento".

4. A modo de conclusión

Los profesores nombrados por las disposiciones de 4 de enero y 14 de febrero habían sido: Luis Montesino y Espartero, Marqués de Morella, (Director de la *Escuela* y encargado de "Aerotecnia"), Julio de Adaro Terradillos ("Motores y Propulsores"), Antonio Grancha y Baixauli ("Tecnología")[13], Mariano de las Peñas y Mesqui ("Construcción")[14] y Manuel Menéndez Valdés ("Meteorología, Geografía y Legislación").

Los cinco profesores, por el hecho de serlo, se convertían ese 25 de agosto de 1913 en Ingenieros Aerotécnicos y, años después, de acuerdo con la Orden mencionada arriba del 17 de julio de 1929, los cinco podían solicitar la revalidación del título. De ellos, el primero (y, quizá, el único) que solicitó la convalidación por esta vía fue Julio de Adaro, al que, con efectos del 31 de diciembre de 1931, y en la misma disposición por la que se otorgaban los títulos correspondientes a la primera promoción de alumnos de la *Escuela*, se le concedía el título de "Ingeniero aeronáutico"[15].

---

[12] Sobre Antonio Grancha puede verse, por ejemplo, ABC, 29 de mayo de 1914, p. 16.
[14] Sobre Mariano de las Peñas puede verse ABC, 14 de febrero de 1913, p. 9.
[15] Orden Ministerial de 7 de enero de 1932. Gaceta de Madrid nº 9, 9 de enero de 1932, p. 237.

En suma, se ha documentado en qué consistía ese título de "Ingeniero aerotécnico", concedido en España, por primera vez, en 1913; también se han descrito las características fundacionales de la institución aeronáutica civil que impartía ese tipo de enseñanzas y concedía esos títulos, la *Escuela Nacional de Aviación*; y se ha recordado que en 2013 debería conmemorarse el Centenario de la obtención del título por parte de cinco ingenieros españoles, título que, al menos en el caso de Julio Adaro Terradillos, sería revalidado por el de "Ingeniero Aeronáutico" con efectos del 31 de diciembre de 1931.

Agradecimientos

Esta investigación se ha realizado en el marco del Proyecto FFI2012-33998, "Política de la ciencia, institucionalización y epistemología en la constitución de un contrato social para la ciencia en España, 1900-1968", del Ministerio de Economía y Competitividad.

Bibliografía

ALONSO, L. (1915) "La Escuela Nacional de Aviación". Summa. Revista Selecta Ilustrada Quincenal, Año I, Núm. 4 (1º de diciembre 1915), 57-59.

BENGOECHEA, L. (dir.) (1988) Historia de la Aviación española. Madrid: IHCA.

FUENTE VÉLEZ, A. (1989) "Breve historia de veinticinco años en el aeródromo de Getafe". Aeroplano. Revista de Historia Aeronáutica, nº 7, 48-74.

GOMÁ ORDUÑA, J. (1946) Historia de la Aeronáutica Española, Vol. I. Madrid: Prensa Española.

GONZÁLEZ-BETES, A. (1988) "El sesenta aniversario de la Ingeniería Aeronáutica". Aeroplano. Revista de Historia Aeronáutica, nº 6, 109-116.

GONZÁLEZ REDONDO, F. A. (2003) "El Centro de Ensayos de Aeronáutica: Ciencia, Técnica y Sociedad". En González de Posada, F. (ed.): Leonardo Torres Quevedo. Conmemoración del sesquicentenario de su nacimiento, pp. 111-133. Madrid: Sociedad Estatal de Conmemoraciones Culturales.

GONZÁLEZ REDONDO, F. A. y GONZÁLEZ DE POSADA, F. (2012) "En torno a los orígenes de la Aeronáutica española". Llull. Revista de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas, Vol. 35, nº 75, 221-228.

SALAS LARRÁBAL, J. (1993) La Aeronáutica Española y de Ultramar. Madrid: AENA.

SÁNCHEZ CARMONA, J. R. (1988) "Datos históricos sobre el Aeródromo de Cuatro Vientos". Aeroplano. Revista de Historia Aeronáutica, nº 6, 42-63.

SORIANO OCAÑA, A. (1995) "Aeródromos, aeropuertos y bases aéreas 1911-1995". Aeroplano. Revista de Historia Aeronáutica, nº 13, 70-85.

YUSTA VIÑAS, C. (2011) "La Aviación Militar española, nacimiento y desarrollo inicial". Aeroplano. Revista de Historia Aeronáutica, nº 29, 18-65.

BLANCO ABELLÁN, M. (coord.) (2014) *Enseñanza e Historia de las Ciencias y de las Técnicas: Orientación, Metodologías y Perspectivas.* Barcelona, SEHCYT, p. 79.

LOS CURSOS DE CIENCIAS DE L'*ÉCOLE NORMALE* DEL AÑO III (1795) VISTOS POR SUS ALUMNOS

Pere GRAPÍ VILUMARA
Centre d'Estudis d'Història de les Ciències (UAB)
pgrapi@gmail.com

Resumen

A finales del siglo XVIII la revolución francesa impulsó cambios drásticos en la enseñanza a todos los niveles. Los ideales de la revolución, el convencimiento de que el conocimiento de las ciencias favorecía el desarrollo de las capacidades intelectuales más que la enseñanza literaria y la contribución de la gente de ciencias para atender las urgentes demandas de la nación, situaron la enseñanza de las ciencias en una situación de privilegio de la que nunca hasta entonces había disfrutado. La puesta a punto de los llamados "cursos revolucionarios" inauguró una nueva metodología para la enseñanza que se implantaría en nuevas instituciones como la École Polytechnique *y la* École Normale. *Esta última institución, a pesar de reunir las luminarias de la ciencia del momento (Laplace, Lagrange, Berthollet, Haüy, Monge y Daubenton) entre su profesorado no acabó de cuajar en sus objetivos pedagógicos. Una de las innovaciones pedagógicas de esta escuela fueron las sesiones de debates entre alumnos y profesores. Este artículo presenta un análisis de las sesiones de debate de los cursos de física, química y historia natural impartidos por Haüy, Berthollet y Daubenton, respectivamente.*

Summary

In the late eighteenth century the French Revolution prompted drastic changes in education at all levels. The ideals of the Revolution, the belief that scientific knowledge favoured the development of intellectual abilities rather than literary education and the contribution of gents of science to assist the urgent demands of the nation, placed science teaching in a privileged position from which it never had hitherto enjoyed. The development of so-called "revolutionary courses" inaugurated a new teaching methodology that would be implemented in new institutions such as the École Polytechnique *and the* École Normale*. The latter, in spite of bringing together the luminaries of science of that time (Laplace, Lagrange, Berthollet, Haüy, Monge and Daubenton) in its teaching staff was not successful in their educational goals. The debate sessions between students and teachers were one of the educational innovations of this school. This article presents an analysis of the debate sessions of the physics, chemistry and natural history courses taught by Haüy, Berthollet and Daubenton, respectively.*

Palabras clave: Enseñanza de las ciencias, École Normale, cursos revolucionarios.

Key words: Science teaching, École Normale, revolutionary courses

La creación de una "escuela revolucionaria". La *École Normale* del año III

Desde el verano de 1793 el todopoderoso *Comité de Salut Public* dirigía el gobierno de Francia haciendo frente al estado de emergencia nacional desatado después de la ejecución de Luis XVI. Una de las primeras medidas tomadas por la Convención para atender la gran demanda que había de salitre y de pólvora, fue el establecimiento de unos *cours révolutionnaires sur la fabrication des salpêtres, des poudres et des cannons*. A esta primera experiencia docente "revolucionaria" la siguieron otras similares, una de éstas fue la llamada *École Normale* del año III. Ésta fue una escuela pensada, básicamente, para asegurar la formación de los maestros que la nación necesitaba. La idea era organizar unos cursos para formar a aquellas personas seleccionadas desde todos los departamentos del país.

Los cursos durarían como mínimo cuatro meses, tras los cuales los alumnos volverían a sus departamentos de origen, donde se dedicarían a formar a los nuevos maestros en las propias escuelas normales locales. A falta de espacios adecuados, los cursos se inauguraron el 20 de enero de 1795 en el anfiteatro del *Museum d'Histoire Naturelle*.[1] El reglamento de la escuela preveía que todas las sesiones fuesen transcritas por estenógrafos y revisadas por los profesores, para luego ser impresas y distribuidas a los alumnos. Los textos de los cursos fueron editados el mismo año III bajo el título de *Séances des Écoles Normales recueillies par les sténographes et revues par les professeurs.*[2]

La experiencia pedagógica de la *École Normale* no resultó exitosa y la Convención decidió poner fin a sus actividades el 19 de mayo de 1795. En definitiva, la enseñanza en la *École Normale* se convirtió en una enseñanza de grado superior, donde se explicaron los logros conseguidos por las ciencias hasta el momento y en la que pocos alumnos pudieron ser capaces de asimilarlos. La verdadera novedad de la efímera vida de la *École Normale* fue que nunca, hasta entonces, las ciencias habían tenido una audiencia tan amplia con un nivel superior al elemental [CROSLAND, 1992, p.40].

Los debates de la *École Normale*. Un exponente de su carácter "revolucionario"

Los cursos de la *École Normale* fueron revolucionarios no sólo por el contexto sociopolítico que les tocó vivir o por ser un exponente más de un método "revolucionario" que intentaba acelerar la formación de los futuros maestros, sino que lo fueron, también, por su voluntad innovadora en el terreno de la pedagogía. La actividad docente de la escuela se repartía entre las lecciones diarias de las diferentes materias, las conferencias y los debates. Cada día se impartían tres lecciones de materias diferentes. Las conferencias estaban destinadas a la lectura y posterior discusión de libros elementales de las escuelas primarias.

En las sesiones de debates se pretendía que los alumnos expusieran en público y delante de sus profesores, sus reflexiones, dudas, objeciones o pidieran aclaraciones sobre las lecciones impartidas previamente. Las intervenciones de los alumnos podían ser orales, durante un debate, o por escrito para ser respondidas por los profesores en una sesión posterior. A su vez, los profesores podían posponer la respuesta a las intervenciones de los alumnos para la siguiente sesión o bien incluirlas en el diario de la escuela.[3] Estos debates, al igual que las lecciones, se debían estenografiar y publicar en el diario de la escuela distribuido entre los profesores y los alumnos. Entre las ciencias, la física fue la disciplina que presentó mayor número de debates, diez, por solo dos de química y uno de historia natural. A continuación se citan, por orden cronológico, los títulos de los debates de los cursos de física, química e historia natural (Tabla 1).

---

[1] El número de estudiantes inicialmente inscritos no fue menor de 1200 y algunas fuentes lo elevan a 1500. Es imposible que todos estos estudiantes pudieran asistir simultáneamente a las sesiones de los cursos dada el limitado aforo del anfiteatro de aproximadamente 600 plazas.

[2] Estas *Séances* fueron reeditadas entre 1795 y 1797 incluyendo, además de las lecciones (seis primeros volúmenes), los debates. (Imprimerie du Cercle Social, París, 8 vols.). Entre 1800 y 1801 (Año IX) apareció una segunda reimpresión en 13 volúmenes. Esta edición incluía nuevas lecciones que no fueron impartidas en su momento: *Analyse de la Mécanique celeste de Laplace*, texto de Biot, *Leçons d'agriculture de Thous* (vol. 7); *Suite des leçons* de Daubenton y el texto de Lacépède (vol. 8); *Suite des leçons* de Berthollet y de Thous (vol.9) y *Sur le calcul des fonctions* de Lagrange (vol.10). La última reimpresión se realizó en 1808 con el título *Cours des sciences et arts par des professeurs célèbres* (Testu, París) con motivo de la refundación de la escuela como la *École Normale Supérieure.*

[3] Aunque también podían omitir la respuesta [LATOUR, 1836, 2, p.42].

1[F]. Sobre las propiedades generales (29 enero)

2[F]. Sobre la igualad de les masas. El peso, la densidad y los cristales (30 enero)

1[HN]. Sobre los intermediaros posibles entre plantas y animales (6 febrero)

3[F]. Sobre el programa del curso. Los cristales, El aire – fluido elástico (14 febrero)

1[Q]. Sobre la nomenclatura, las leyes de las afinidades y el flogisto, y el calórico. (15 febrero)

4[F]. Respuestas a preguntes escritas. Sobre la determinación de la unidad de pesos, la unidad lineal (24 febrero)

2[Q]. Sobre el calor y la luz. (25 febrero)

5[F]. Calórico y dilatación. Acciones diversas del calórico (6 marzo)

6[F]. Sobre el experimento con la marmita de Papin. Los higrómetros (16 marzo)

7[F]. Preguntas sobre los higrómetros y presentación de experimentos a cargo de Lefevre-Ginaeu (26 marzo)

8[F]. Experimentos con la máquina d'Atwood (5 abril)

9[F]. Experimentos sobre el peso de del aire (15 abril)

10[F]. Respuestas a las preguntes escritas y a los experimentos (25 abril)

Tabla 1. Los debates de los cursos de física [F] , química [Q] e historia natural [HN].

El decreto con el reglamento y el programa de la escuela contempló las sesiones de debate como un exponente más de una revolución en la enseñanza. Ésta ya no podía continuar siendo el resultado de una sola persona si no del esfuerzo simultáneo tanto de todos los profesores como de los alumnos:

> Unas veces [los alumnos] preguntaran al profesor; otras veces el profesor les preguntará a ellos; otras veces se establecerán discursos entre los alumnos y el profesor, entre los alumnos y los alumnos, entre los profesores y los profesores. [DUPUY, 1994, p.102]

Por el concurso de todos estos esfuerzos se esperaba que las ciencias se enriquecieran de unos resultados fruto de una lenta maduración y de una pronta creatividad. No obstante, la realidad no fue demasiado complaciente con estos buenos deseos. A medida que avanzaban los debates, el trato excesivamente familiar en relación con los profesores se transformó en cierta falta de respeto. Sin embargo, junto a unos alumnos que presentaban objeciones ridículas o reflexiones triviales, había otra parte importante de alumnos que manifestaban su reprobación a estas conductas. Entre estos últimos, los que deseaban intervenir se quejaban de la falta de tiempo y se impacientaban si el profesor no les concedía la palabra. En este contexto puede entenderse que los profesores adoptaran posiciones muy particulares ante los debates. En relación a los de ciencias, tal y como se ha mencionado anteriormente, Haüy dedicó los últimos cuatro debates de su curso de física a la realización de experimentos, Berthollet tan solo impartió dos debates de su curso de química y Daubenton solo uno de su curso de historia natural [DUPUY, 1994, p. 150-154].

Los debates de los cursos de física, química e historia natural

El desigual uso que René-Juste Haüy (1743-1822), Claude-Louis Berthollet (1748-1822) y Louis Jean-Marie Daubenton (1716-1800) dieron a los debates de sus cursos de física, química e historia natural respectivamente, ha sido contextualizado en el apartado anterior. Los documentos a nuestro alcance de estos debates son los textos estenografiados publicados a partir del 1795 y que, en principio, nos permiten acceder a determinados aspectos de estos debates, tales como: la metodología didáctica empleada en los cursos, las controversias generadas, y la tipología de las confusiones y las aclaraciones suscitadas en el desarrollos de los

debates.[4]

Tradicionalmente, se ha apuntado como una de las dificultades para justificar el limitado éxito de la *École Normale* la falta de experiencia docente de los profesores titulares. Todos ellos se consideraban primeras figuras de las ciencias del momento, los cuales se dedicaron no tanto a enseñar los conocimientos elementales de las ciencias que practicaban sino, más bien, a difundir cómo ellos las practicaban.[5]

No es pues extraño que estos profesores fueran criticados por usar una metodología más bien deductiva, a la usanza de la época, que inductiva mediante la cual se establecían de entrada los principios generales de un tema para luego intentar hacerlos evidentes a través de ejemplos concretos. El contenido de las lecciones impartidas resultó excesivamente avanzado para la mayoría de los alumnos aunque para unos pocos resultase elemental, como en el caso de Antoine Libes que consideraba el contenido del curso de física inapropiado para el nivel exigible a una escuela - como la *École Normale* - que se había impuesto unos objetivos educativos ambiciosos difíciles de cumplir tanto por la duración prevista de los cursos como por la composición de su audiencia. Efectivamente, la diversidad del alumnado de la escuela fue la otra gran dificultad que explicaría el incumplimiento de sus objetivos.

Los alumnos de la *École Normale* procedentes de los diferentes departamentos del país formaron un colectivo bastante heterogéneo. Los más jóvenes, entre veintiún y veinticinco años, eran los menos numerosos. Más de la mitad de alumnos tenían entre treinta y sesenta años, y sus perfiles intelectuales y profesionales eran diversos: funcionarios, clérigos, militares que esperaban incorporarse a la vida civil ejerciendo de maestros, profesores y jueces del Antiguo Régimen.

No sería prudente sobrevalorar el valor didáctico de los debates tanto en relación a la diversidad intelectual de la audiencia como por el hecho, bastante común, de que los alumnos más participativos suelen ser también los mejor preparados. De hecho, los perfiles académicos y profesionales que se conocen de algunos de los alumnos que intervinieron en estos debates confirmarían esta última consideración.

Una de las críticas recurrentes de los cursos de ciencias era la de haber supuesto en los alumnos la adquisición previa de determinados conceptos o hechos. Así, en el curso de física se dieron por conocidos los principio de la hidrostática en relación al funcionamiento del areómetro y en el caso del curso de química esta crítica tuvo un alcance especial en relación a la nueva nomenclatura de la química que Berthollet supuso suficientemente conocida por parte de la audiencia. Se plantearon controversias sobre la homogeneidad de los materiales y su porosidad; la existencia de organismos intermediarios en la naturaleza en los que puedan coexistir características de los animales y los vegetales, o de éstos y los minerales; y sobre la variación de la afinidad química en función de la concentración y la existencia de puntos de saturación en las combinaciones químicas.

No obstante, la mayoría de las intervenciones de los alumnos estuvieron dedicadas a pedir aclaraciones y profundizaciones tales como la contraposición entre los conceptos de “densidad” y de “peso”, y su proporcionalidad; la formación de los cristales y su hipotética reducción a poliedros regulares mediante una división mecánica *ad infinitum*; la independencia de la forma de una variedad cristalina de su lugar de

[4] Los textos de estos debates se han consultado a partir de dos fuentes: Primera, la edición de los años 1800 – 1801: *Séances des Écoles Normales recueillies par des sténogrphes et revues par les professeurs. Nouvelle édition. Débats. Paris, Imprimerie du Cercle Social, 3 vols.* Segunda, la reedición crítica de los cursos de física, química e historia natural [GUYON, 2006]. A continuación se citan las referencias bibliográficas de todos los debates de dichos cursos en ambas fuentes.
Séances des Écoles Normales. Débats. Volumen 1. Debates del curso de física: 23-28, 55-62, 134-143, 233-244, 335-340, 374-381, 433-438, 470-475. Debates del curso de química: 152-165, 245-250. Debate del curso de historia natural: 92-97. Volumen 2. Debates del curso de física:3-14, 14-22.
L’École Normale de l’an III. [GUYON, 2006]. Debates del curso de física: 64-65, 66-68, 76-79, 88-91, 100-101, 110-112, 121-123, 130-132, 140-143, 152-155. Debates del curso de química: 275-279, 286-288. Debate del curso de historia natural: 429-431.

[5] A continuación se citan los profesores de los distintos cursos. Matemáticas: Lagrange, Laplace, Geometría: Monge; Física: Haüy; Historia Natural: Daubenton, Química: Berthollet; Agricultura: Thous, Geografía: Buache, Mentelle; Historia: Volney; Moral: Bernardin de Saint-Pierre, Análisis del conocimiento: Garat , Arte de la palabra: Sicard; Literatura: la Harpe, Economía política: Vandermonde.
Los cursos de Laplace, Lagrange y Monge han estado reeditados en la edición crítica: *L’École Normale de l’an III. Leçons de mathématiques. Édition anotée des cours de Laplace, Lagrange et Monge avec introduction et annexes.* Dhombres, J., Belhoste, B., Dahan-Dalmedico, A., Laurent, R., Dunod, París, 1992. Véase también [DHOMBRES, 1980].
Las ediciones críticas de los cursos de Haüy, Berthollet y Daubenton han sido reeditadas como *L’École Normale de l’an III. Leçons de Physique, de Chimie, d’Histoire Naturelle. Édition annotée des cours de Haüy, Berthollet et Daubenton*, Paris, Éditions Rue de Ulm. Véase [GUYON, 2006]. Sobre el curso de química de Bertollet véase [GRAPÍ, 2003].

cristalización; la localización de los dos tipos de electricidad; la falta de proporcionalidad entre la dilatación de la columna de mercurio de un termómetro y el tiempo; la diferencia entre el antiguo "flogisto" i el "calor latente"; la ausencia del calórico en la clasificación de las sustancias simples; la cuantificación de las tablas de afinidad para conseguir una visión reduccionista de la química; la diferencia entre el calórico y la luz; la imposibilidad de calcular la cantidad total de calor de un cuerpo; la confusión entre la "sensación" de calor y la "acción" del calor sobre un cuerpo o contraejemplos como algún caso en el que no se observaba la desaparición de alguna propiedad característica de una substancia cuando reaccionaba para forma un nuevo compuesto.

Aparentemente, ni en las lecciones ni en los debates del curso de química se menciona la realización de experimentos. Sin embargo, el testimonio de Raymond Latour - alumno de la escuela con conocimientos de química – permite afirmar todo lo contrario [LATOUR, 1836, 2, p. 43]. En principio las sesiones de debates no estaban pensadas par la realización de experimentos. No obstante, los últimos cuatro debates del curso de física se dedicaron a este menester. Esta parte experimental estuvo cargo de Louis Lefèvre-Guineau, profesor de física en el Collège de France, bajo la supervisión de Haüy. Para llevar a cabo los experimentos se trajeron instrumentos de otras instituciones como el mismo *Collège de France*, la *Agence des poids et mesures*, el *Conservatoire des arts et métiers* y la *Commission des travaux publiques.*

Conclusiones

Los textos de los debates de los cursos de física, química e historia natural de la *École Normale* han permitido que afloraran los puntos de vista de algunos de sus alumnos sobre determinados aspectos de estos cursos. No obstante, estas valiosas aportaciones no deberían hacernos perder de vista que sobre estos debates, y en general sobre las sesiones docentes de la escuela, incidieron diversos factores que afectaron a su versión textual. Así fue, probablemente, porqué las sesiones de los debates tuvieron un desarrollo alterado por las actitudes de una parte de los alumnos que afectaron forzosamente la predisposición de los profesores en su dedicación a los debates, las intervenciones de alumnos y profesores, y la labor de los propios estenógrafos para recoger las intervenciones de todos ellos. A todo esto debe añadirse el sesgo que suponen las intervenciones de unos alumnos que seguramente eran de los más aptos. Por otra parte, los textos estenografiados fueron revisados por los profesores por lo cual la intervenciones de los alumnos y las respuestas de los profesores siempre podían ser moduladas según los intereses de estos últimos. Así pues, la información aportada por estos debates debería contrastarse con otras fuentes, tales como las gacetas que se publicaban en aquellos días en París y que informaban de la vida diaria de la *École Normale* o las anotaciones de aquellos alumnos de la escuela que más tarde decidieron plasmar sus vivencias en la escuela en algún texto autobiográfico.

No obstante, dado que no siempre es posible disponer de documentos que reflejen los puntos de vista de las audiencias presenciales de los cursos de una institución de enseñanza, conocer las intervenciones de los estudiantes en relación a los cursos de ciencias de la *École Normale* ha permitido realizar una primera valoración de los contenidos que se enseñaron, de cómo se enseñaron y de las reflexiones de los estudiantes que participaron en los debates.

Bibliografía

CROSLAND, M. (1992) *Science under Control. The French Academy of Sciences. 1795-1914*, Cambridge, UK, Cambridge University Press.

DHOMBRES, J. (1980) "L'enseignement de mathématiques par la *méthode révolutionaire*. Leçons de Laplace à la École Normale de l'an III". *Revue d'Histoire des Sciences*, 33, 4, 315-348.

DUPUY, P. (1994) *Le centenaire de l'École Normale, 1795-1895. Édition du bicentenaire, 1994 (1895)*. Paris, Presses de l'École Normale Supérieure, 1-209.

GRAPÍ, P. (2003) "*L'École Normale* de l'any III. La Torre de Babel al *Jardin des Plantes*. Experiència pedagògica i innovació científica en el curs de química de Berthollet", *Actes de la VII Trobada d'Història de la Ciència*

i de la Tècnica, Barcelona, Publiacions IEC, 201-206

GUYON, E. [dir], (2006) L'*École Normale de l'an III. Leçons de Physique, de Chimie, d'Histoire Naturelle. Édition annotée des cours de Haüy, Berthollet et Daubenton.* Paris, Éditions Rue d'Ulm.

LATOUR, R. (1836) *Souvenirs d'un oisif*. Lyon, Chez Ayné fils; Paris, Isidore Person, 2 vols.

BLANCO ABELLÁN, M. (coord.) (2014) *Enseñanza e Historia de las Ciencias y de las Técnicas: Orientación, Metodologías y Perspectivas.* Barcelona, SEHCYT, p. 85.

ESTUDIO DE ALGUNOS DOCUMENTOS ADMINISTRATIVOS Y CIENTÍFICO-DOCENTES RELATIVOS AL NACIMIENTO DEL INSTITUTO DE SEGUNDA ENSEÑANZA DE MURCIA (ETAPA 1837-1857)

Carlos LÓPEZ FERNÁNDEZ
Profesor Titular del Area de Hª de la Ciencia, Universidad de Murcia

Resumen

En 1837 nace el Instituto Provincial de Segunda Enseñanza de Murcia como fruto de las nuevas orientaciones políticas liberales. Inicialmente fue sostenido con fondos de la desamortización de Mendizábal, los cuales, aunque teóricamente suficientes, por su especial naturaleza (tierras de cultivo, inmuebles urbanos, casas rurales, censos, etc…) eran de difícil gestión. A la vez, el Instituto hubo de desenvolverse en un ambiente político más bien hostil. Todo ello hizo que durante sus primeros años (1837-1857) el centro viviera una etapa bastante complicada. Pese a todo, la eficaz labor de sus directivos y profesores consiguió que finalmente se asentara. Asimismo, y como muestra de la labor docente desarrollada en el Instituto, destacan los contenidos de los exámenes finales de sus primeros cursos académicos. Tales contenidos muestran un claro sesgo hacia lo puramente teórico y memorístico, aunque cabe exceptuar los relativos a algunas asignaturas procedentes de la 'Real Sociedad Económica de Amigos del País' (Agricultura y Mecánica y Delineación).

Abstract

In 1857 the Provincial Secondary School of Murcia is born as a result of the new liberal tendencies of the time. It was originally held with the funds of Mendizabal's confiscation. These were funds of difficult management due to their particular nature (growing lands, real state, cottages, census, etc.). At the same time, the school had to get along with a hostile political environment. All of that leads the institute in its early years (1837-1857) to a complicated stage. In spite of this, the good work of the teachers and board of directors got its establishment. The academic contents of the final examinations in the early stages are a good indication of the teaching work done in the school. Those contents show an obvious turn to a theoretical and rote learning, besides some exceptions related to some subjects coming from 'The Royal Economical Society of Friends of the Country' (Agriculture, Mechanics and Delineation)

Palabras clave: Instituto Provincial de Murcia, siglo XIX, aspectos administrativos y científico-docentes

Keywords: Provincial Secondary School of Murcia, XIX th century, administrative and scientific-teaching aspects.

1. Aspectos administrativos: creación del centro, recursos económicos y docencia

El Instituto de Murcia surge a raíz de las primeras iniciativas de los gobiernos liberales actuantes tras el aciago reinado de Fernando VII, y en concreto a partir del Plan del Duque de Rivas (Gaceta de Madrid, 4-8-1936). A instancias de la Dirección General de Estudios, el entonces Jefe Político de la Provincia (A. Alvarez de Sotomayor) nombrará en septiembre de 1837 una Comisión de notables a fin de proveer de local y profesorado al nuevo Instituto Provincial de Segunda Enseñanza de Murcia, creado por R.O. de 5-10-1837. Los comisionados ejercerán funciones hasta los primeros meses del año siguiente [Libro de Actas de la Comisión para el establecimiento del Instituto de Segunda Enseñanza, 1837-38], logrando que se habilite el antiguo Colegio de Teólogos de San Isidoro y eligiendo profesorado para las cátedras de Filosofía, Geografía e Historia, Gramática Latina, Historia Natural, Matemáticas, Física y Química. Las clases darán comienzo el 8 de enero de 1838, y muy pronto pasarán a impartirse también enseñanzas de Francés, de Agricultura y de Mecánica y Delineación, estas dos últimas por traslado de sus titulares desde la Real Sociedad Económica de Amigos del País.

Durante la etapa aquí considerada, de 1837 a 1857, serán varios los profesores encargados de las citadas cátedras. Hasta 1841 la mayor parte de ellos lo harán de forma interina, aunque a lo largo del período 1842-46 serán varios los que vayan ganando las oposiciones pertinentes. Dichos profesores fueron: Francisco Sandoval (Filosofía), Antonio Alix (Geografía e Historia), Santiago Soriano y Nicolás Ibáñez (Latín), Manuel Alarcón y Angel Guirao (Historia Natural), Facundo Gimeno, Francisco Alíx, José Mª Brost y Lope Gisbert (Matemáticas), Joaquín de Toledo, Isidoro Martín y Ramón Baquero (Física y Química). Por su parte, los incorporados desde la 'Real Sociedad Económica de Amigos del País' de Murcia fueron José Echegaray Lacosta (Agricultura) y Francisco de Vallespinosa (Mecánica y Delineación). Sin duda un excelente plantel, algunos de ellos bien conocidos en el ámbito nacional. Además, salvo los dos últimos, que pasados unos años se trasladaron a Madrid, el resto permaneció en Murcia todo el tiempo lo que dotó de una deseable estabilidad a la labor docente.

Para el sostenimiento del centro, y a solicitud del Jefe Político, le fueron adjudicados una serie de bienes excluidos expresamente del proceso desamortizador [Segura Artero, 1987]. Estos provenían, aparte del ya aludido Colegio de Teólogos de San Isidoro, de los Conventos de la Trinidad y San Francisco (Murcia) y del Colegio de la Purísima Concepción (Lorca). Todos ellos aportaban a través de sus propiedades, vínculos y fundaciones, una nutrida cantidad de fincas urbanas, casas rurales, tierras de cultivo (regadío y secano) y censos convencionales y enfitéuticos. Además, también aportaban algunas almazaras y molinos de río e incluso la cesión de algunas plazas para oficios de tipo administrativo (escribano y procurador). Este importante cúmulo de recursos alcanzaba un valor de capitalización de casi 1.640.000 reales, siendo capaz de generar unas rentas anuales cercanas a los 85.000. No obstante, a nadie se le escapa la dificultad que conllevaba el gestionar bien dichos recursos. Asimismo, varios herederos de los titulares vinculares entraron en pleito con el centro, al entender que los vínculos otorgados en su día por sus allegados lo fueron por motivos 'piadosos' y que éstos nunca hubieran visto con buenos ojos el que fueran destinados sus bienes (en última instancia) al sostenimiento de una institución gubernamental y laica.

Por otra parte, la Comisión vino a nombrar como primer director al propio Alvarez de Sotomayor, pero al ser trasladado éste en marzo de 1838 a otra provincia pasó a ejercer la jefatura del centro uno de los comisionados más activos, el canónigo de la catedral Pedro Andrés Alonso-Builnes. Le acompañarán como directivos Rafael Mancha (Secretario) y José Carles (Administrador). Pero además, al poco de constituirse, el Claustro elige una Junta Económica a fin de ayudar a los directivos en la compleja gestión material de los bienes del centro. Estuvo formada por los profesores Ramón Baquero, Manuel Alarcón, Francisco Alix e Isidoro Marín. Con este equipo a la cabeza, el Instituto fue gestionando con dificultad (pero a la vez con aprovechamiento) sus singulares recursos.

En general, y a lo largo de toda la etapa estudiada, desde el punto de vista funcional la marcha del centro fue bastante aceptable. Así, se convocaron con regularidad las reuniones de Claustro y se elaboraron puntualmente los dos Reglamentos exigidos desde 1838 por la Dirección General de Estudios [Hernández Pina, 1983]: el de régimen de enseñanzas (o Reglamento Académico) y el de administración e inversión de rentas (o

Reglamento Administrativo); a la vez, se empezaron a dotar las diferentes cátedras con material bibliográfico y de laboratorio. Todo ello a pesar de algunos otros inconvenientes sobrevenidos, como la propia indefinición institucional del centro (convertido en Universidad Literaria durante el curso 1840-41), algunos casos de inestabilidad en su personal administrativo (Administrador y Secretario fueron destituidos durante la etapa esparterista) y la competencia de otras instituciones a la hora de captar alumnado (Seminario de San Fulgencio y Real Sociedad Económica de Amigos del País). En este terreno, es sin embargo destacable que la matrícula del Instituto durante los siete años para los que hay datos [Segura Artero, 1987] alcanzó una media de 220 alumnos, y parece también obligado señalar que tras esos dubitativos primeros años, el centro vivió luego otras etapas de esplendor y notable proyección social [López Fernández, 2001 y 2005].

2. Aspectos científico-docentes: las preguntas de examen

Sabido es que en ámbito legal-educativo el Plan Rivas, vigente entre 1836 y 1845, dejaba muy abierta la organización docente y administrativa de los centros de enseñanza. A partir del último año citado entrará ya el Plan Pidal, el cual tendrá un carácter bastante más unificador y hará ganar terreno al estado en cuestiones tan cruciales como la ordenación docente, fijación del 'curriculum' y selección del profesorado. Contrariamente, durante la vigencia del Plan Rivas, los profesores tenían plena libertad para establecer el programa de su asignatura, el cual, una vez elaborado por el docente sólo debía de ser aprobado por el Claustro y exhibido.

A su vez, respecto a evaluación, cada profesor tenía que publicar una lista con 100 peguntas relativas a su asignatura, en la cual, es de suponer, el docente recogía aquellos contenidos y aspectos de la disciplina que consideraba más relevantes. En el acto del examen eran luego sorteadas 14 de dichas preguntas, debiendo ser todas ellas contestadas de forma escrita por el alumno. Sin duda, y según la metodología descrita, el análisis de esas cuestiones de examen puede constituir, perfectamente, una muestra representativa de la labor docente que se desarrollaba (día a día) dentro del Instituto.

A tal efecto, en el Anexo incluido al final quedan recogidos los exámenes de la convocatoria de Junio de 1843 para cinco asignaturas: Química, Historia Natural, Matemáticas, Agricultura y Mecánica y Delineación. Revisando primero la prueba de Química, llama ante todo la atención es que sólo haya cuatro cuestiones (las 1, 4, 9 y 14) con cierta dimensión práctica, referentes a la preparación de compuestos; para contestarlas el alumno bien podía recurrir a ideas adquiridas en eventuales demostraciones prácticas realizadas durante el curso. Por contra, las diez cuestiones restantes están claramente centradas en la mera regurcitación de unos conocimientos teóricos relativos a propiedades, clasificación y métodos de obtención industrial para determinados compuestos químicos. Vemos que lo memorístico prima entonces sobre lo práctico.

Una situación análoga, e incluso todavía más acusada, surge ante el examen de Historia Natural, el cual no sólo es que se dirige de nuevo en su totalidad a conocimientos memorísticos, sino que además la mitad de sus cuestiones (las 1, 3, 4, 5, 8, 11 y 12) son de pura sistemática zoológica. Teniendo en cuenta que en el Instituto había ya materiales adquiridos sobre animales y plantas, y lo fácil que resultaba, por otra parte, programar observaciones de ámbito histórico-natural en una ciudad rodeada de huerta como Murcia, parece que esa insistencia en centrarse en unos contenidos meramente 'librescos' estaba poco justificada.

Respecto a la prueba de Matemáticas la situación es aún (si cabe) más criticable, pues en esta disciplina para sacar al alumno de lo rutinario y memorístico se dispone del planteamiento y resolución de problemas. Sin embargo, sólo se observan cuatro cuestiones (las 3, 6, 8 y 13) relativas a nociones sobre trigonometría y resolución de triángulos en las que se fuerza al alumno a realizar un cierto razonamiento para responder. Las diez restantes se limitan a hacerle escribir diversas fórmulas sobre áreas, volúmenes y ecuaciones, o a dar las características generales de algunos elementos geométricos (prismas y cuerpos 'redondos').

Pero la tónica cambia cuando nos fijamos en las otras dos disciplinas, Agricultura y Mecánica y Delineación, cuyos catedráticos procedían (según ya se dijo) de la Real Sociedad Económica de Amigos del País, y que parecían entonces tener más arraigada idea de trasmitir unos conocimientos utilitaristas. Así, en la prueba de Agricultura, la mitad de las cuestiones (las 1, 6, 8, 10, 11, 13 y 14) tienen un marcado carácter

práctico. Es muy posible que a la hora de responderlas los alumnos recordasen las observaciones realizadas en el campo de prácticas agrícolas de que disponía el centro. Destaca, además, que algunas cuestiones aludan a aspectos tan importantes para la economía local como la cría y explotación del gusano de seda.

Por lo que respecta a la prueba de Mecánica y Delineación, en la misma predominan también las cuestiones prácticas. Así, en ocho de ellas (las 1, 3, 5, 6, 7, 8, 12 y 14) huyendo del recurso a pedir simples definiciones y descripciones se fuerza al alumno a usar los instrumentos de dibujo para hacerle abordar diversas situaciones de carácter geométrico. Cierto que en las otras seis cuestiones se a vuelve a pedir meras definiciones, pero ahora se hace al menos bajo una redacción más precisa y cuidada que en otras disciplinas de tendencia más memorística.

3. Anexo: Exámenes del Instituto Provincial de Murcia (Junio, 1843):

Asignatura: Química

1. Clorato de potasa, su preparación y aplicaciones -
2. Clasificación de las aguas minerales según M. Henooy y modo de reconocer los gases que pueda haber disueltos en ellas
3. Acido hidrosulfúrico
4. Acción del ácido nítrico sobre los metales -
5. Propiedades generales de los ácidos y sus divisiones
6. Clasificar los carbones con arreglo a sus propiedades desinfectantes
7. Fabricación de la hoja de lata y procedimientos para nacararla
8. Platino
9. Reconocimiento de las sales de hierro -
10. Extracción y usos del ácido sulfuroso
11. Exponer los procedimientos de la extracción del cloro
12. Fabricación y reconocimiento de las adulteraciones de la barrilla (sosa común)
13. Caracteres y aplicaciones del bismuto
14. Preparación y usos del agua oxigenada -

Asignatura: Historia Natural

1. Cómo se forman las clases en el sistema de Linneo, cuántas ha establecido y qué nombres tienen -
2. Qué son los estambres y de cuántas partes se componen
3. Qué caracteres son los propios a cada uno de los órdenes de los reptiles -
4. Cuáles son las especies más notables entre los radiarios -
5. Qué son los peces y cómo se dividen -
6. Qué es el cáliz y qué es la corola
7. Como se divide la cabeza, el tronco y las extremidades
8. Qué especies son las más notables en el orden de los roedores -
9. A los carniceros qué caracteres les aplicaremos
10. Qué son los huesos, de qué se componen y para qué sirven
11. Qué son los bimanos y cuántos géneros y especies encierra ese orden -
12. Cómo se forman los órdenes en las trece primeras clases y cuántos tienen la clase didinamia y tetradinamia -

13. Qué es el corazón y qué funciones ejerce

14. Qué es Botánica, con qué otro nombre se conoce, cuáles son las partes en que se divide su estudio y cuáles son sus utilidades

Asignatura: Matemáticas

1. Cómo se halla el volumen de una zona esférica
2. Dar a conocer las líneas trigonométricas
3. Resolver un triángulo rectángulo conocidos los dos catetos -
4. Hallar el área lateral de un prisma
5. De los logaritmos
6. Que el seno de un arco es mitad de la cuerda del arco duplo -
7. Hallar la fórmula general para resolver las ecuaciones completas de segundo grado
8. Cómo se forman las tablas de las líneas trigonométricas -
9. Cómo se halla el volumen de un tronco de cono
10. Comparación de los cuerpos redondos
11. De los prismas
12. Hallar el volumen de una pirámide
13. Cómo se restablece el radio en las fórmulas trigonométricas -
14. Qué es tronco de pirámide y cómo se halla su superficie

Asignatura: Agricultura

1. De la estaca o plantón -
2. Del uso de las margas
3. Del cultivo de la vid
4. De la influencia de la luz en la vegetación
5. Del cultivo del olivo
6. De la cría del gusano de la seda -
7. De la alternativa o sucesión de cosechas
8. De la elección de las semillas -
9. De la preparación de los estiércoles y su aplicación a los terrenos
10. De los semilleros, planteles y camas calientes -
11. De las ramas de los árboles, su división y grosor -
12. De la relación de la agricultura con las demás ciencias
13. Del cultivo y ventajas de la morera de Filipinas -
14. Del arado y demás instrumentos agrícolas -

Asignatura: Mecánica y Delineación

1. Formar las diferentes clases de proporciones que hay y manifestar la propiedad fundamental de cada una de ellas -
2. A qué se llama cuerpo poliedro, cuántos son los cuerpos regulares y su distinción
3. Demostrar que la suma de dos lados de un triángulo es mayor que el tercero -
4. Ideas generales del cono, cómo se origina y cuál es su superficie y volumen

5. Dado un triángulo construir un cuadrado equivalente -
6. Determinar donde se halla el centro de gravedad de un sistema de cuerpos -
7. Demostrar lo que sucede cuando desde un punto cualquiera del lado de un triángulo se tira una paralela a la base -
8. Demostrar que si dos fuerzas son desiguales, la resultante se debe aproximar más o debe formar con ella un ángulo menor que con la otra -
9. Cuál es el momento de una fuerza con relación a un punto
10. Cuál es el momento de una fuerza con relación a una línea y a un plano
11. Cómo se dividen los números denominados
12. Construir la moldura que se llama gola recta -
13. Cuántas máquinas hay o resultan combinando el movimiento rectilíneo continuo con los demás
14. Formar una curva por intersecciones de líneas rectas -

4. Bibliografía:

HERNANDEZ PINA, F. (1983) *El primer centro oficial de segunda enseñanza en Murcia, Murcia, Universidad de Murcia.*

LIBRO DE ACTAS DE LA COMISIÓN PARA EL ESTABLECIMIENTO DEL INSTITUTO DE SEGUNDA ENSEÑANZA (1837-1838). Archivo Histórico de la Región de Murcia, serie Cultura, referencia DIP 7322/1, legajo.

LÓPEZ FERNÁNDEZ, C. (2001) "El Instituto Provincial de de Segunda enseñanza de 1837 a 1936: profesorado y estudios". En: C. López Fernández. *Ciencia y enseñanza en algunas instituciones murcianas de 1850 a 1936.* Murcia, Universidad de Murcia.

LÓPEZ FERNÁNDEZ, C. (2005) "Proyección científica del Instituto Provincial de Segunda Enseñanza". En: M. Valera (ed.). *Ciencia e Instituciones Científicas en la Región de Murcia (1750-1936)*. Murcia. Fundación Séneca. Agencia Regional de Ciencia y Tecnología, 137-160.

SEGURA ARTERO, P. (1987) "La etapa de fundación (1837-1857)". En: Jiménez Madrid (ed.) *El Instituto Alfonso X el Sabio: 150 años de historia*. Murcia. Editora. Regional, 51-88.

BLANCO ABELLÁN, M. (coord.) (2014) *Enseñanza e Historia de las Ciencias y de las Técnicas: Orientación, Metodologías y Perspectivas.* Barcelona, SEHCYT, p. 91.

LA RENOVACIÓN DE LA ENSEÑANZA DE LA GEOGRAFÍA EN EL INSTITUTO DEL CARDENAL CISNEROS DE MADRID HACIA 1912[1]

Leoncio LÓPEZ-OCÓN
Instituto de Historia- Centro de Ciencias Humanas y Sociales-CSIC

Resumen

El objetivo de esta comunicación es ofrecer nuevos elementos de conocimiento sobre la enseñanza de la geografía en los institutos españoles a principios del siglo XX. Entre 1900 y 1910, aproximadamente, se produjo un interesante movimiento de renovación metodológica de la enseñanza de esa disciplina escolar, poco conocido aún. Un grupo de profesores de instituto diseñó nuevos instrumentos didácticos para favorecer la enseñanza de la geografía, entre los que destacaron nuevos manuales, y sobre todo atlas escolares. En este texto se presenta uno de ellos. Se trata del Atlas de Geografía especial de España *publicado en 1910 por José Esteban y Gómez, catedrático de Geografía e Historia del Instituto del Cardenal Cisneros de Madrid. Ese Atlas tuvo una amplia circulación. En sus dos ediciones posteriores, de 1912 y 1917, su autor introdujo modificaciones en sus contenidos. Fue utilizado por numerosos alumnos, como Juan Manuel de Villodas y Revilla, cuando hizo segundo de bachillerato en el Instituto del Cardenal Cisneros en 1912. Su cuaderno de ejercicios prácticos de geografía de España, basado en el mencionado atlas, se puede consultar en el sitio web www.ceimes.es. Se sostiene en la comunicación que el atlas de José Esteban y Gómez muestra la profunda interrelación entre la geografía y la estadística hacia 1910. Se plantea asimismo que un análisis detallado de ese instrumento didáctico permitirá profundizar en el estudio del papel desarrollado por la enseñanza de la geografía en la configuración de la identidad nacional en sectores de la sociedad española durante los inicios del siglo XX.*

Abstract

The aim of this communication is to provide new elements of knowledge about the teaching of geography in Spanish institutes in the early twentieth century. Between 1900 and 1910, approximately, there was an interesting methodological movement to renew that teaching school discipline, little known yet. A group of high school teachers designed new educational tools to improve the teaching of geography, among which there were new manuals, and especially school atlas. In this text is presented one of them. It is the Special Geography Atlas of Spain published in 1910 by José Esteban y Gómez, Professor of Geography and History of the Institute Cardinal Cisneros in Madrid. That Atlas had a wide circulation. In two subsequent editions of 1912 and 1917, the author introduced changes in its contents. It was used by many students, like Juan Manuel de Villodas y

[1] Este texto se inscribe en el marco del proyecto de investigación *Educación "integral" para los jóvenes bachilleres: cambios promovidos por la JAE en la enseñanza secundaria (1907-1936)*[HAR2011-28368], financiado por la Secretaría de Estado de Investigación del Ministerio de Economía y Competitividad del Gobierno de España.

Revilla, when he did second high school at the Institute Cardinal Cisneros in 1912. Its practical workbook of geography of Spain, based on the aforementioned atlas, is available on the website www.ceimes.es.

This communication argues that the atlas of José Esteban y Gómez shows the deep relationship between geography and statistics in 1910. It also presents a detailed analysis of this teaching tool that will allow further study of the role played by the teaching of geography in shaping national identity in sectors of Spanish society during the early twentieth century.

Palabras clave: Geografía, Instituto del Cardenal Cisneros, atlas escolares.

Keywords: Geography, Institute Cardinal Cisneros, school atlases.

Hace tiempo Alberto Luis Gómez (1985) elaboró un importante trabajo sobre la geografía en el bachillerato español. En él analizó el escaso peso específico de la geografía en los planes de estudio de la enseñanza secundaria española y su concepción como una disciplina al servicio de la historia por parte de los historiadores. Prestó atención a la imagen que tenían los propios geógrafos españoles en el umbral del siglo XX sobre la situación en la que se encontraba su disciplina. Centró su interés en dos movimientos de renovación pedagógica –la Institución Libre de Enseñanza y las escuelas del Ave María impulsadas por el sacerdote Andrés Manjón- que facilitaron el "aggiornamento" en la enseñanza de la geografía al defender una enseñanza intuitiva en contacto con la naturaleza. Y expuso los esfuerzos realizados a partir de 1900 para difundir innovaciones en el campo de la metodología y de la didáctica geográfica por profesores de Instituto como Rafael Ballester y Castell, y por integrantes de la Escuela de Estudios Superior del Magisterio, creada en 1909 [GÓMEZ, 1985, pp. 75-146]. Esa investigación se ubicó en el marco de un programa de investigaciones impulsado durante más de una década por Horacio Capel y su grupo de investigación para estudiar la vinculación de la geografía con el sistema escolar que generó investigaciones variadas [CAPEL *et al.* 1983, 1985; CAPEL-SOLÉ-URTEAGA, 1988, MELCÓN, 1995].

En este conjunto de valiosos trabajos llama la atención la poca importancia concedida a los instrumentos didácticos usados para enseñar geografía en los que desempeñan una importancia fundamental los mapas. La geografía es una ciencia que presta especial atención a la visualización de las representaciones espaciales, y puede ser concebida como un discurso visual del mundo [DRIVER, 2OO3, SÁNCHEZ, 2008; HOLLMAN, 2010].

A continuación vamos a intentar mostrar cómo uno de los logros más visibles de la renovación de la educación geográfica que se produjo en las aulas de bachillerato a principios del siglo XX se manifestó en la elaboración de diversos atlas escolares. Este material no ha sido aún bien estudiado por los historiadores de la ciencia y de la educación en nuestro medio académico a diferencia de otros. Así en el ámbito norteamericano Susan Schulten ha mostrado la importancia de esos materiales junto a otros muchos instrumentos para estimular en los Estados Unidos el imaginario geográfico [SCHULTEN, 2011].

El objetivo de esta comunicación es, en efecto, presentar las características de un atlas de geografía especial de España producido por uno de los profesores del Instituto del Cardenal Cisneros, el catedrático de Geografía e Historia, José Esteban y Gómez, contextualizarlo y efectuar una somera valoración de su importancia pedagógica.

Pero antes de abordar cada una de estas cuestiones quisiera destacar que este singular objeto científico y educativo, revelador de la articulación existente en la sociedad española de la década de 1910 entre geografía y educación, surgió ante nosotros al desarrollarse el programa de I+D CEIMES, financiado por la Comunidad de Madrid [LÓPEZ-OCÓN, 2011; LÓPEZ-OCON Y OSSENBACH, 2012].

El contexto de producción de un atlas escolar

Entre el 3 de diciembre de 1910, año que en otros lugares he calificado de "annus mirabilis" de la ciencia española [LOPEZ-OCON, 2007, p.70], y el 7 de marzo de 1911, diversos periódicos y revistas se hicieron eco de la aparición de un singular libro que no era común en el panorama editorial. Alguien con las iniciales E.B.M. que resultaba ser Eugenio Bartolomé y Mingo, el director de *La Escuela Moderna*, una de las revistas más importantes para la historia de la educación española e hispanoamericana [MONTES, 2003] reseñaba la obra así:

En forma apaisada y elegantemente presentado con todas las galas del buen gusto, nos ofrece un hermoso y bien pensado trabajo geográfico el laboriosísimo profesor de esta asignatura en el Instituto arriba mencionado.

Precede a la obra un concienzudo prólogo, en el cual justifica la necesidad y la importancia del estudio de la Geografía en todas partes, señaladamente en nuestro país, empezando por el estudio de su suelo en su integración geológica, orográfica, hidrográfica, mineralógica y meteorológica, para deducir en consecuencia la riqueza del país en producción mineral y vegetal; su estado político, histórico y administrativo en lo económico, judicial, eclesiástico, militar, marítimo y universitario; cultura popular y analfabetismo; población española y su modo de ser en lo heráldico, monumental, pintoresco, regional y colonial; terminando con el estudio de la Guinea ecuatorial…

Penetrado el culto profesor Sr. Esteban y Gómez de que la intuición sensible es la base en que radica todo conocimiento real y positivo, pone a disposición del alumno una colección de 30 cartas geográficas magistralmente hechas, dibujadas con todo primor, e intercalando en ellas notas, cifras, signos, datos; en suma: todo cuanto se necesita para formar en lo posible concepto claro de esta materia, ya que no pueda hacerse el estudio en vivo viajando y observando los fenómenos en donde se verifican.[2]

Ese "laboriosísimo" profesor, nacido en 1833 se había formado en las aulas de la Universidad Central durante la década de 1860, en la que obtuvo el título de doctor en Filosofía y Letras.[3] Inició su actividad intelectual en la década de 1870 ejerciendo como crítico musical de la *Revista Contemporánea*, vector del positivismo en España.[4] Durante largo tiempo simultaneó su labor musicológica con sus clases como profesor del Instituto del Cardenal Cisneros, primero como profesor auxiliar, nombrado sin sueldo en 1870, y por concurso en 1877, y ya en el período de entresiglos, fue ascendido, a catedrático de Geografía e Historia, jubilándose en 1918.[5]

Desde 1903, al implantarse el plan de estudios impulsado por el ministro conservador Gabino Bugallal, uno de los más longevos en la historia de la enseñanza secundaria española pues estuvo vigente hasta 1926,[6] José Esteban y Gómez impartía durante tres horas semanales cuatro asignaturas: Geografía general y de Europa en primer año; Geografía especial de España en segundo año; Historia de España en tercer año e Historia Universal en cuarto año.

Ese veterano profesor, que se comprometió con la cultura liberal durante el Sexenio democrático tras haber iniciado su formación en seminarios castellanos durante la época de Isabel II, diseñó específicos instrumentos didácticos para cada una de las asignaturas que impartió en el último tramo de su carrera docente. Así para la Geografía general y de Europa elaboró el correspondiente programa y un manual, cuya tercera

[2] E.B. y M [Eugenio Bartolomé y Mingo], reseña de Atlas de Geografía especial de España, para el estudio de esta materia por los alumnos de Institutos, Escuelas y demás centros de enseñanza. Su autor es D. JOSÉ ESTEBAN Y GÓMEZ, catedrático numerario de Geografía e Historia en el Instituto del Cardenal Cisneros.- Madrid, 1910. Imprenta de Eduardo Arias, San Lorenzo, nº 5, *La Escuela Moderna*, 1 enero 1911, págs. 79-80. Otras noticias sobre este Atlas aparecieron en "Notas bibliográficas" del *Heraldo Militar* de 3 de diciembre de 1910 y en la entrada "Libro notable" de *El Liberal* de 7 de marzo de 1911.

[3] Archivo Histórico Nacional, Universidades, 806, expediente 2 [1864-1867]; Universidades, 6497, exp. 11. [1864-1876]

[4] Ver por ejemplo "Un acontecimiento musical. Representación de "La hija de Jephté", [de Ruperto Chapí] en el Teatro Real, *Revista Contemporánea*, junio-julio 1876, tomo IV, pp. 113-121. La ópera se estrenó el 11 de mayo de 1876. La crítica fue firmada el 17 de mayo; "Crónica musical. *La Estrella del Norte* [de Meyerbeer], en el teatro de la Opera, y los conciertos en el Circo de Rivas", *Revista Contemporánea*, 30 marzo 1877, tomo VIII, pp. 247-256.

[5] Más información sobre su trayectoria vital en *Instituto de Enseñanza Media. Cardenal Cisneros. I Centenario (1845-1945)*, Madrid, 1946, pp. 77-78 y 137-137 donde se señala que "estudió cinco cursos de Humanidades y Filosofía en los Seminarios de Sigüenza y Toledo y dos cursos de Sagrada Teología en la Universidad Central".

[6] Una relación de materias de los planes de estudio que componen el bachillerato (1836-1970) en GÓMEZ 1985 en anexo I: 279-316. Los cuadros horarios de los planes de estudio que componen el bachillerato (1836-1970) en *ibid*., anexo II: 317-349.

edición publicó en 1918[7]. Pero la asignatura a la que dedicó mayor esmero fue la de segundo de bachillerato: la de Geografía especial de España. El programa comprendía 39 lecciones agrupadas en una lección preliminar y cuatro secciones: España física (8 lecciones); España económica (7 lecciones); Geografía política (4 lecciones) y Geografía descriptiva (19 lecciones).

El programa se cerraba con una advertencia en la que se señalaba que los alumnos que cursasen esa asignatura, - cuya edad debía de estar en torno a los doce años- , tenían que presentar en el acto del examen "los trabajos de *ejercicios gráficos* adaptados a nuestro ATLAS DE GEOGRAFÍA DE ESPAÑA".[8]

Este era el *Atlas* elogiado por el director de *La Escuela Moderna* Eugenio Bartolomé y Mingo. José Esteban y Gómez, su autor, según expuso en un prólogo fechado en Brihuega el 7 de septiembre de 1910, lo concibió a modo de ensayo para cubrir una laguna en el sistema educativo como era la carencia de Atlas adecuados a la enseñanza de la geografía especial de España, a diferencia de los muchos que había para el aprendizaje de la geografía universal, algunos de calidad. Estaba formado por 30 mapas que ofrecían una amplia y multidimensional representación gráfica del país con el objeto de que profesores y alumnos profundizasen "en el estudio geográfico de España en sus diferentes aspectos y relaciones".

Para su elaboración José Esteban y Gómez movilizó una ingente información dispersa "en libros, revistas, folletos y documentos de todo género". Y procesó mucha información estadística elaborada por el Ministerio de Instrucción Pública y Bellas Artes, -cuestión sobre la que volveremos más adelante-, cuyo jefe de estadística al crearse el ministerio en 1900 fue Fernando Araujo Gómez (1857-1915), catedrático de francés en el Instituto del Cardenal Cisneros, y compañero de claustro de José Esteban y Gómez.

Cabe considerar además la publicación de este atlas escolar como un colofón de un movimiento, poco conocido hasta ahora, de renovación de la enseñanza de la geografía que se produjo en la primera década del siglo XX, en el que participaron activamente diversos profesores de instituto de bachillerato como el ya mencionado Rafael Ballester, (1901, 1908) y los catedráticos Leopoldo Pedreira Taibo [ALVAREZ y PEDREIRA, 1903] y Eduardo Moreno López (1907 y 1908).

Los autores de esos trabajos, fundamentalmente Rafael Ballester, insistieron en ciertas cuestiones que pudieron influir en la labor docente de José Esteban y Gómez. Destacaré tres: la importancia de la geografía física como fundamento de la enseñanza geográfica, la consideración de que la *carta geográfica* era la base misma de la enseñanza, expandiéndose en las aulas el empleo del mapa mural y el trazado del mapa en el encerado en presencia del alumno, y el énfasis en ofrecer información estadística para que los alumnos dispusiesen de elementos de conocimiento de los recursos de todo género, principalmente económicos, existentes en sus sociedades.[9]

La circulación de un material didáctico y el aprendizaje de la geografía de España por el alumno Juan Manuel de Villodas.

El *Atlas de Geografía especial de España para el estudio práctico de los alumnos de esta asignatura en los institutos, escuelas y demás centros de enseñanza* de José Esteban y Gómez tuvo una amplia circulación. En

[7] *Programa de Geografía General y de Europa* por D. José Esteban y Gómez, catedrático numerario de esta asignatura. Adaptado al texto del autor, Madrid, Librería General de Victoriano Suárez, 42 Preciados, 1912. En la primera lección dedicada a cuestiones preliminares se exponía el concepto y plan de la geografía definiendo a la ciencia geográfica como "la ciencia que tiene por objeto el conocimiento de la Tierra considerada en sí mismo y con relación al hombre". (BNE VC/911-35). En 1918 el impresor Velasco, con domicilio en marqués de Santa Ana, 11 duplicado, editó la tercera edición de sus *Lecciones de Geografía general y de Europa* con una llamada de atención del autor en la que señalaba que había que esperar al final de la *gran guerra* "para formular el plan completo de la *Sociogeografía* con los mapas y gráficos políticos correspondientes de todas las Naciones y Estados del mundo, que hoy se hallan en el más crítico período de su transformación político-social.".

[8] He consultado en la Biblioteca Nacional de España (V 2521-38) la edición de 1912 del *Programa de Geografía Especial de España* por D. José Esteban y Gómez, Madrid, Librería General de Victoriano Suárez, C/Preciados 48.

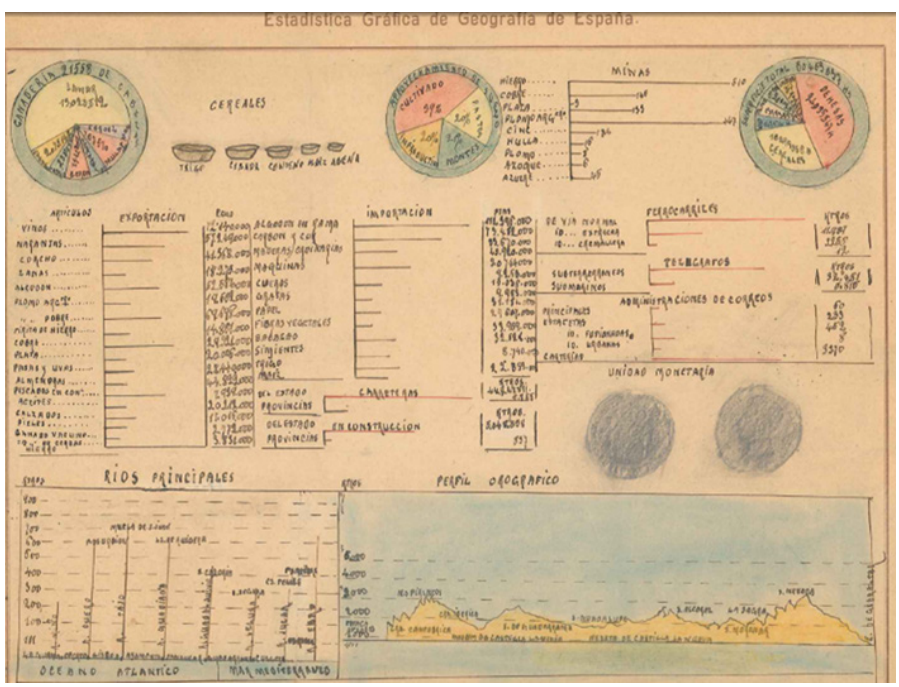
[9] He abordado estas cuestiones más en detalle en diversas entradas en Jaeinnova: cuaderno de investigación sobre las reformas educativas y científicas de la era de Cajal. [Blog Internet]. Madrid. Leoncio López-Ocón. 2013 enero-mayo [citado 2013/mayo/20]. Disponible en http://jaeinnova.wordpress.com. Me refiero en particular a las entradas tituladas: "Desde Valldemosa Mateo Obrador presenta en 1901 a un profesor innovador" [2013 10 febrero], "Lecturas de un profesor de geografía en la Mallorca de 1901" [2013 16 febrero], "La importancia del mapa para un metódologo de la enseñanza de la geografía" [2013 24 febrero], "Geografía moderna en las aulas del instituto de Ourense hacia 1907" [2013 10 marzo].

1912 se hizo una segunda edición y en 1917 una tercera. En esta última el autor del Atlas ofrecía explicaciones de cada uno de los 30 mapas, proporcionando cuantiosa información extraída del censo de 1910[10], analizada en varios volúmenes del *Anuario estadístico de España.*[11]

Por ejemplo la carta nº 7 dedicada a dar cuenta de la gea española, particularmente de las minas y aguas minerales, estaba acompañada de una explicación genérica en la que indicaba que para el estudio de la riqueza mineral y de las aguas minero-medicinales España se dividía en cuatro regiones, y de abundantes datos sobre la producción minera, correspondientes al año 1914, que eran los más recientes que tenía disponibles, tanto en el ramo de laboreo como en el de beneficio.

Efectuó esta labor informativa con un doble objetivo: "a fin de que los alumnos tengan una orientación segura en el estudio, y al mismo tiempo les sirva de norma para los trabajos gráficos, en los que tendrán que hacer algunas rectificaciones, ya que a nosotros no nos ha sido posible alterar los datos antiguos en las planchas que se han empleado en esta nueva edición".

El Atlas estaba encaminado pues para que los alumnos se ejercitasen en trabajos de estadística gráfica sobre la geografía de España, tanto en su parte física, como política y humana. Así lo podrá comprobar quien consulte el cuaderno de ejercicios prácticos del alumno del Instituto del Cardenal Cisneros Juan Manuel de Villodas y Revillas, adquirido en una librería de viejo de Madrid por nuestro compañero Fermín del Pino, y visible en el sitio web www.ceimes.es.[12] Su último mapa es una síntesis de las pretensiones de su profesor quien incitó a sus alumnos para que a través de un "coup d'oeil" tuviesen ante sí las principales características físicas del país, fundamentalmente orográficas e hidrográficas, así como los principales indicadores cuantitativos de sus estructuras económicas. En efecto mediante un lenguaje gráfico basado en ejes de coordenadas cartesianas o en representaciones circulares el alumno tenía ante sí una representación sintética, y visual de conjunto, rápidamente perceptible, inteligible y memorizable, de los recursos agropecuarios y minerales españoles, y del sistema de comunicaciones del país.



[10] El censo de la población de España en 31 de diciembre de 1910 se publicó en tres volúmenes.
[11] Para actualizar su *Atlas de geografía especial de España* José Esteban y Gómez probablemente consultó los *Anuarios estadísticos de España*, editados en 1912,1915 y 1916.
[12] En www.ceimes.es/museo_virtual/cardenal_cisneros/cuadernos/villodas_revillas

No sabemos los contenidos geográficos que fue capaz de asimilar este alumno del Instituto del Cardenal Cisneros pero sí podemos constatar que al hacer sus ejercicios prácticos, rellenando 32 mapas mudos, se esmeró en seguir las recomendaciones de su profesor, preocupado por inculcar en los jóvenes bachilleres una cultura de la precisión, que provenía de la era del positivismo. En efecto José Esteban y Gómez advertía lo siguiente "los alumnos deberán llenar las Cartas con las líneas, accidentes geográficos e inscripciones del Atlas a la vista en la mejor forma posible, y con colores si el alumno puede y lo estima conveniente, procurando la mayor claridad en la letra, así como exactitud en la nomenclatura de cada mapa". Juan Manuel de Villodas usó una amplia gama de colores al hacer sus ejercicios, y cuidó que sus leyendas fuesen claras, exactas y precisas.

También ese catedrático del Instituto del Cardenal Cisneros instaba a que los alumnos llenasen los mapas mudos "con los datos y signos correspondientes, tomados del texto, de obras consultadas al efecto, o de las explicaciones del Profesor relativas a nuestra estadística particular". Esa insistencia en el uso de la estadística gráfica remite a la importancia que tuvieron los números y la construcción de series estadísticas como modo de representación de los Estados nacionales en la Europa del siglo XIX y principios del siglo XX, como mostrase, por ejemplo, para el caso italiano Silvana Patriarca (2003).

Conclusiones

Las tres ediciones (1910, 1912, 1917) del *Atlas de Geografía especial de España* de José Esteban y Gómez y el cuaderno de *Ejercicios prácticos de Geografía especial de España* adaptados al plan del mencionado Atlas de ese catedrático numerario de la asignatura en el Instituto del Cardenal Cisneros, elaborado por el alumno Juan Manuel de Villodas y Revillas constituyen excelentes materiales para conocer un momento particular del proceso de institucionalización educativa de la Geografía en España. En él el Instituto del Cardenal Cisneros desempeñó un papel singular, pues, tal y como reveló el norteamericano W.L. Joerg en el informe que hizo a la *American Geographical Society* ese centro educativo fue el único en el que se separaron las enseñanzas de la geografía y de la historia según un real decreto de 1914 [JOERG, 1922, p. 455].[13]

Muestran esos materiales la interrelación de la geografía con ciencias conexas como la estadística, que experimentó un importante desarrollo en el seno de la sociedad española en la década de 1910.

Finalmente ofrecen un testimonio elocuente para profundizar en el estudio, iniciado entre otros, por Jacobo García Alvarez y Daniel Marías (2002), de las complejas relaciones que se establecieron a lo largo del siglo XX entre la enseñanza, el estudio del territorio y la socialización de la identidad nacional.

Bibliografía

ALVAREZ SEREIX, R. PEDREIRA TAIBO, L. (1903) *La enseñanza de la Geografía*, conferencia dada en la Real Sociedad Geográfica de Madrid por – el día 15 de diciembre de 1903, Madrid, Imprenta de los hijos de M.G.Hernández.

BALLESTER, R. (1901) *Estudio sobre la enseñanza de la geografía,* Palma de Mallorca, Tipografía de Felipe Guasp.

BALLESTER, R. (1908-1909) *Investigaciones sobre Metodología Geográfica,* (tesis doctoral leída en la Universidad Central el14 diciembre 1907), Madrid. Publicada también en *Boletín de la Instrucción Pública de la República Argentina*, tomo III, nº 10, diciembre 1909, 63 pp.

CAPEL, H et al., (1983) *Ciencia para la burguesía. Renovación pedagógica y enseñanza de la geografía en la revolución liberal española, 1814-1857*, Barcelona, Edicions de la Universitat de Barcelona.

Un resumen de este informe en el blog Jaeinnova, citado en nota 8, en la entrada "Informe de 1921 sobre la geografía española del norteamericano Joerg" [2013 30 enero].

CAPEL, H. et al. (1985) *Geografía para todos. La geografía en la enseñanza española durante la segunda mitad del siglo XIX*, Barcelona, Los Libros de la Frontera, 1985.

CAPEL, H., SOLÉ, J., URTEAGA, L. *El libro de geografía en España* (1808-1939), Barcelona-Madrid, Universidad de Barcelona-C.S.I.C.

DRIVER, F. (2003) "On geography as a visual discipline", *Antipode*, vol. 35, págs. 227-231

GARCÍA ALVAREZ, J. y MARÍAS MARTÍNEZ, D. (2002): "Nacionalismo y educación geográfica en la España del siglo XX: una aproximación a través de los manuales de bachillerato", Documentos de Traballo. Xeografía. nº 11, (Servicio de Publicacións da Universidade de Santiago de Compostela), pp. 1-38.

GÓMEZ, A.L (1985) *La geografía en el bachillerato español*, Barcelona, Edicions de la Universitat de Barcelona

HOLLMAN, Verónica (2010) "Imágenes cartográficas del mundo e imaginarios geográficos en la geografía escolar en Argentina", *Educaçao Temática Digital,* vol. 11, nº 2, pp. 165-187

JOERG, W.L.G. (1922), "Recent geographical work in Europe", *Geographical Review*, American Geographical Society, vol. 12, nº 3, pp. 431-484.

LOPEZ-OCON, L. (2007) "Enseñar a investigar: la influencia de Cajal en los laboratorios de la JAE", *Revista de Educación,* número extraordinario, pp.67-89.

LÓPEZ-OCÓN, L. (2011) "A modo de presentación. El programa CEIMES: un programa colectivo sobre las dinámicas y las prácticas educativas en los Institutos de Enseñanza Secundaria del Madrid liberal (1845-1936)", *Arbor*, vol. 187, nº 749, pp. 453-463.

LÓPEZ-OCÓN, L y G. OSSENBACH (2012) "Una aproximación multidisciplinar a lugares de la memoria de la enseñanza secundaria desde el programa de I+D CEIMES", en L. López-Ocón, S. Aragón y M, Pedrazuela, eds., *Aulas con memoria. Ciencia, educación y patrimonio en los institutos históricos de Madrid (1837-1936)*, Doce Calles, Aranjuez-Madrid, pp. 13-34.

MELCÓN, J. (1995) *Renovación de la enseñanza de la Geografía en los orígenes de la España Contemporánea,* Madrid, Ediciones de la Universidad Autónoma de Madrid/Instituto de Ciencias de la Educación.

MONTES MORENO, S. (2003) *La Escuela Moderna. Revista pedagógica hispano-americana (1891-1934): la construcción del conocimiento pedagógico en España*, Barcelona, Ediciones Pomares.

MORENO LÓPEZ, E. (1907), *Atlas escolar o colección de cartas de estudio para uso de los alumnos de Geografía general y de Europa de los Institutos de Segunda Enseñanza y de todos los alumnos de Geografía en los distintos centros de enseñanza,* Barcelona, Tipografía El Anuario de la Exportación.

MORENO LÓPEZ, E. (1908) *Fundamentos de la Geografía. Ensayo de un compendio científico de Geografía general,* Barcelona, Tipografía El Anuario de la Exportación.

PATRIARCA, Silvana (2003) N*umbers and Nationhood: Writing Statistics in Nineteenth-Century Italy,* Cambridge University Press.

SÁNCHEZ, Antonio (2008) "Ciencia y cartografía en el mundo moderno: el dominio de la cultura visual", *Asclepio*, vol. LX, nº 1, enero-junio, págs.281-312

SHULTEN, Susan (2001) *The geographical imagination in America, 1880-1950,* University of Chicago Press

BLANCO ABELLÁN, M. (coord.) (2014) *Enseñanza e Historia de las Ciencias y de las Técnicas: Orientación, Metodologías y Perspectivas.* Barcelona, SEHCYT, p. 99.

EL ASCETISMO DE LA RAZÓN. LA PEDAGOGÍA CARTESIANA DE BERNARD LAMY

Francisco A. MARCANO TRUJILLO
Departamento de Humanidades, Universidad Metropolitana, Caracas-Venezuela.
fmarcano@unimet.edu.ve

Resumen

En el año de 1683 Benard Lamy (1640-1715 miembro prominente del círculo de los malebranchistas, publicó la primera edición de una obra sobre la educación científica Entretiens sur les Sciences*, destinada a ejercer una prolongada influencia, no solo en su Francia natal, sino en otros países europeos... En este ensayo Lamy hace una decidida defensa de la nueva filosofía científica, teniendo como marco de referencia el cartesianismo reformado común entre los colaboradores cercanos de Malebranche, todo ello expresado en un leguaje de un encendido ascetismo de raíz agustiniana. La presente ponencia, parte de una investigación más amplia sobre este personaje y otros miembros del círculo malebranchista y su contribución a la revolución matemática del siglo XVII, se centrará en analizar la obra en mención poniendo especial énfasis en los aspectos de la misma más directamente relacionados con las ciencias físico-matemáticas y el lugar especial que la enseñanza de estas disciplinas ocupa en el ideario educativo promulgado por Lamy.*

Sumary

In 1683 Bernard Lamy(1640-1715), prominent member of the circle of malebranchists, published the first edition of a study on scientific education entitled Entretiens sur les Sciences *destined to exert a prolonged influence, not only in his native France but also in other European countries. In this work, Lamy strongly defends the new scientific philosophy referring to the renovated cartesianism, common among Malenbranche's close collaborators. Throughout the book, Lamy expresses his ideas with a profound ascetic style of Augustinian origin. The present paper, forms part of a broader study on Bernanrd Lamy as well as other members of the Malebranche's circle and their contribution to the mathematical revolution of the seventeenth century. This article will analyze the book mentioned above and it will place an emphasis on aspects directly related to physics and mathematics. It will also focus on the special place that the teachings of these disciplines has in the educational ideology promulgated by Lamy.*

Palabras claves: Ciencia y jansenismo, método cartesiano, algebraización

Keywords: Science and jansenism, cartesiam method, algebraization

I. Introducción

En el número correspondiente al siete de enero de 1704 del *Journal des Savants,* un árbitro anónimo al referirse a la aparición de la tercera edición de les *Elemens de Mathematique ou Traitè de la Grandeur* del sacerdote oratoriano Bernard Lamy, publica un extenso juicio laudatorio que vale la pena citar en su totalidad pues resume a cabalidad la alta estima de que ya gozaba nuestro autor como maestro avezado de matemáticas y otras ciencias y artes, tanto sagradas como profanas, en la República de las letras:

> "Las reimpresiones que se hacen de estos Elementos aquí en Holanda señalan cuán útil ellos son. No sabemos de un libro que proporcione un acceso más fácil a las matemáticas que éste. Encontramos en su autor a un maestro hábil que se acomoda a las características de aquellos que se inician, a quienes toma, por decirlo de alguna manera, de la mano y los conduce, paso a paso, entrando con ellos hasta en las más pequeñas dificultades y proporcionándoles en cada momento la razón de los pasos que les hace hacer. Un gran número de matemáticos deben a esta obra sus primeros conocimientos y se puede afirmar que si él no ha llevado los asuntos tratados tan lejos como en otras obras de la misma naturaleza, al menos se puede decir que es él el que más ha contribuido a hacer de esta ciencia algo común."[1]

Pero, ¿quién fue este maestro singular, digno de motivar tan encendidos elogios? Nacido en 1740 en la ciudad de Mans y muerto 75 años más tarde en Rouen, su vida transcurre casi completa en la segunda mitad del gran siglo francés. Contemporáneo de Leibniz (1646-1716), Newton(1642-1727) y, sobre todo, de su colega y compañero de congregación, Nicolás Malebranche (1638-1716), de cuya persona y obra filosófica se sentirá muy próximo, el padre Lamy vivirá muy de cerca las vicisitudes políticas, literarias y científicas de su época. Pero si algo movió la pasión por el conocimiento y las ciencias en él, ese algo fue, sin duda, su afán de enseñar. En efecto, al analizar críticamente su obra teniendo como único criterio la novedad, encontramos que hay muy poco de original en ella[2]. Aún en el caso de su más conocido aporte a la ciencia, la formulación de la ley del paralelogramo de fuerzas, la gloria de su descubrimiento tuvo que compartirla con Varignon, no sin antes tener que sortear ciertas sospechas de plagio, de las que, afortunadamente, salió airoso.[3] Ciertamente, no es allí donde debemos indagar para explicar la razón de su fama y el prestigio de su obra entre sus contemporáneos de la que son prueba irrebatible las numerosas ediciones y reediciones de sus escritos. La razón de esto debe buscarse, más bien, en la faceta pedagógica y de vulgarización de sus tratados, pues es sin duda en ella donde su genio brilla con más fuerza y su influencia se hace más notable.

Lamy dedicó buena parte de sus afanes educativos a redactar un número considerable de tratados en las más diversas disciplinas del conocimiento y algunas de sus reflexiones pedagógicas se encuentran repartidas en los prólogos de estas obras, pero consciente de la importancia de este asunto, destinó quizás su obra más singular "*Les Entretiens sur la Sciences*"[4] a recoger sus pensamientos sobre el tema.

2. El fin último de todo conocimiento: Lograr un corazón recto y un espíritu justo

Inicia Lamy su primer *entretien* afirmando que todos los hombre han sido creados para conocer la verdad, pero el pecado nos ha alejado de ella y, por lo tanto, de Dios. Es por tal razón que conquistarla se hace tan difícil, "ella (la verdad) es el sol de nuestra alma, y sin ella nos vemos sumidos en espesas tinieblas que nos impiden la visión del camino por el cual deberíamos andar para encontrarla"[LAMY. *Entretiens*, p.37].

---

[1] Este pasaje del *Journal des Savants*, del 17 de enero de 1704. está citado como nota de los editores en: *Entretiens sur les Science*, Lamy, Bernard, (1966) p. 391.

[2] Para más datos biográficos sobre Lamy ver: Girbal, F., *Bernard Lamy, Étude Biographique et Bibliographique* (1964), hasta la fecha el estudio más completo consagrado a a vida y obra de Lamy, Desafortunadamente para nuestros fines, contiene poca información sobre sus actividades en el campo de las ciencias físico-matemáticas.

[3] Para mayor información sobre esta controversia ver: Costabel, P., *Varignon, Lamy, et le parallélogramme des forces* (1966).

[4] Como era común entre sus contemporáneos, para Lamy el término Science tenía una connotación más amplia a la que usualmente posee actualmente. Science para nuestro autor, es todo conocimiento reglado por principios, y, en este sentido, puede aplicarse tanto a las ciencias físico matemáticas y naturales, como a las humanidades, por eso los Entretiens incluyen consejos para el estudios de disciplinas pertenecientes a estas dos ramas del del saber. Curiosamente, deja fuera consideraciones acerca de la enseñanza de las ciencias jurídicas y de la medicina.

Este camino, arduo y oculto, hace que la mayoría de los hombres abandonen su búsqueda y se contenten con los objetos sensibles, cuyo conocimiento "se acomoda mejor con esa debilidad del espíritu que proviene del pecado, y que nos vuelve, de cierta manera, incapaces de elevarnos a la contemplación de las cosas espirituales" [LAMY, *Entretiens*, p.37]. No es necesario ser muy perspicaz para percibir que el planteamiento inicial de Lamy, y como tendremos oportunidad de verlo más adelante, el de toda la obra, se enmarca claramente dentro de la tradición platónica-agustiniana. Todo esto nos pone de inmediato ante dos temas que serán constantes en la reflexión de Lamy; por una parte, el conocimiento y su adquisición tiene una dimensión moral que no puede ser soslayada; y por la otra, que esta apropiación de la verdad debe hacerse no con cualquier método, sino con el adecuado, el que nos muestre cómo ésta habita en nuestro interior. Por esta razón la verdadera ciencia debe mostrarnos cómo conseguir un corazón recto (el orden moral) y un espíritu justo (el orden intelectual). Ambos fines están indisolublemente unidos, uno no se puede obtener sin el otro, y ambos nos conducen al ideal antropológico que se encuentra detrás de todas estas reflexiones: la realización de la idea del *Honnete Homme Chrétien*, el buen hombre cristiano, a través del cultivo de las letras y las ciencias.

3. Del método de la razón eurística al método de la razón didáctica

Para Lamy, al igual que para sus mentores filosóficos Descartes y Malebranche, la ciencia es una sola porque la razón también lo es. Por lo tanto, la razón debe guiar toda indagación sin importar el objeto específico que el espíritu tenga ante sí, lo que es válido tanto para las matemáticas como para la teología, pues "uno no es menos teólogo por descollar en matemáticas" [LAMY, *Entretiens*, p.60] y viceversa. En la práctica, sin embargo, hay que reconocer ciertas restricciones a este impulso por conocerlo todo, pues la vida es corta y la capacidad de nuestro espíritu limitada. Ahora bien, lo que realmente importa aquí es que la razón que ordena y relaciona todos los saberes debe también reglar el método para su adquisición. La curiosidad sin método no permite ni la búsqueda ni la conquista de la verdad. Vemos así que el método que promulga y defiende Lamy para enseñar y aprender no es, en último instancia, muy diferente al método cartesiano de la evidencia, en el fondo es el mismo. Para la adquisición de la verdad no existe atajos y por lo tanto, para que su apropiación sea real y permanente, un auténtico maestro debe hacer repetir a sus alumnos todo el proceso que conduce a su descubrimiento y que tan excelentemente ha sido descrito en la obra del filosofo, especialmente en las *Regulae*; pero pensamos que por razones didácticos y afinidad espiritual, Lamy, como introducción al método, recomienda en su lugar, la *Logique ou L´Art de Penser*, mejor conocida como Lógica de Port Royal, compuesta Antoine Arnauld y Pierre Nicol, ambos figuras muy destacadas del movimiento de Port Royal y la *Recherche de la Verité*, de su compañero oratoriano Nicolas Malebranche.

La lógica de Port Royal es una lógica de la evidencia y ésta se muestra principalmente en el primer momento del proceso cognitivo: la apercepción. Efectivamente, Lamy siguiendo muy de cerca el pensamiento de Descartes y sus discípulos, va a decir que en propiedad solo son dos las operaciones o facultades del espíritu: la apercepción y el consentimiento. "Uno no se equivoca en absoluto mientras solo se consienta aquello que es claro"[LAMY, *Entretiens*, p. 81], y llega a equiparar el error con el pecado. Ambos son desviaciones de nuestra propia naturaleza creada, pues en el momento en que "la claridad de una verdad golpea nuestro espíritu no podemos dudar"[LAMY, *Entretiens*, p.82]. Dudamos cuando consentimos que esa primera impresión sea asociada a algo diferente y esto sucede porque no nos atenemos a un método que conduzca nuestra voluntad por buen camino.

Sin embargo, lo que resulta más original en su pensamiento pedagógico es que Lamy presenta como última referencia metodológica su propia obra *Les Elemens de Mathématique ou Traité de la Grandeur,* que ni es una lógica al uso ni tampoco un tratado de metodología. Pero este tratado, sobre todo su tercera edición, ha sido concebida, dice nuestro autor, de "tal forma que pueda servir de lógica; es decir, que con ella uno pueda aprender la manera de conducirse en la investigación de la verdad" [LAMY, *Entretiens*, p.104]; pues en lo que se refiere al método de estudio, es mejor servirse de libros en los cuales se desciende al detalle y se aplique el espíritu de la lógica a cosas particulares y concretas.

4. El valor propedéutico de las matemáticas y el concepto de magnitud

A lo largo del texto que hemos venido reseñando, su autor no se cansa de recordarnos que el fin último y más importante de todo estudio no es otro que el hacernos de un corazón recto y de un espíritu justo, y para ello no hay forma más conveniente que leer cada día a un autor exacto, es decir, un libro de matemáticas [LAMY, *Entretiens*, p.217]. Las matemáticas, en efecto, son entre todas las ciencias, las más adecuadas para ejercitar el espíritu. Por ello sus estudio debe ser la base de una formación completa e iniciarse desde la más temprana juventud, pues son ellas "tan abstractas y alejadas de otras ciencias"[LAMY, *Entretiens*, p.216] que las personas de edad, para obtener algún provecho de su estudio, deben darse por entero a ella y sacrificar mucho tiempo. Aclarado el valor pedagógico de las matemáticas, Lamy pasa a explicar en qué consiste esta ciencia cuyo objeto primordial es el concepto de magnitud (*grandeur*). Vale la pena detenerse aquí pues, aunque se trata de un contexto didáctico, la manera como Lamy introduce, define y justifica el uso de este concepto tiene consecuencias mucho más profundas de las que aparentemente presenta un concepto tan sencillo y general.

> "Magnitud es todo aquello que puede ser aumentado o disminuido. Las propiedades más simples y generales de la magnitud es que una magnitud puede agregarse a otra o puede agregarse a ella misma las veces que se quiera, lo que se denomina multiplicar. Que de una magnitud dada se puede sustraer una igual o más pequeña y suprimir esta igual o más pequeña tantas veces como ella está contenida en la más grande, lo que se denomina dividir." [LAMY, Entretiens, p.217 y ss.]

Ciertamente, *prima facie* esta definición no hace otra cosa que explicitar el contenido de un concepto ya utilizado por muchos anteriormente. Por ejemplo, Descartes en la regla XIV de las *Regulae* dice que "magnitud" es lo que lleva consigo el más o el menos. Ahora bien, lo que otorga originalidad a la definición de Lamy son las consecuencias epistemológicas y hasta ontológicas que de ella desprende. Todo lo que se hace y sucede en el mundo se produce por adición, sustracción, multiplicación o por división. Por consiguiente, la idea magnitud no solo constituye el elemento básico del estudio de las matemáticas y, por extensión, de todas las ciencias, sino que bajo este concepto, sigue diciendo Lamy, se puede entender no solamente los cuerpos, y sus tres dimensiones, como principalmente había hecho la matemática clásica, sino también el movimiento, los sonidos, que no son más que movimientos del aire, el tiempo, el peso, la velocidad y en general, todo las entidades finitas que puede aumentar o disminuir según un grado. Incluso podemos incluir entidades espirituales bajo este concepto, puesto que podemos considerar en su perfección grados diferentes. Es por tal razón, opina nuestro autor, que a esta parte de la matemática se le puede denominar con toda justeza Matemática universal, o la clave para comprender las otras partes de las matemáticas.[LAMY, *Entretiens*, p.218]

No deja de antojársenos en el pasaje anterior escuchar un eco del famosísimo pasaje de *Il Saggiatore de Galileo*, pero es ahora la idea de magnitud (*Grandeur*) la que pasa a ejercer, en el gran libro de la naturaleza, la función que antes Galileo atribuía a las figuras geométricas: la de ser el elemento básico mediante el cual descifrar la naturaleza y lograr su dominio. Y no es porque las figuras geométricas no pudieran cumplir con este cometido, pues de hecho así había sucedido durante los dos mil años anteriores, sino porque, piensa Lamy volviendo a sus consideraciones pedagógicas, esta parte de las matemáticas no es la más apropiada para formar el espíritu, principal objeto de la educación. Es cierto que los cuerpos que considera la geometría están desprovistos de color, de sabor y de cualquier otra cualidad sensible, pero aún siguen adheridos a la imaginación sensible, y la imaginación, al igual que nuestros sentidos, "es una gran fuente de error" [LAMY, *Elemens*, p.XVII]. Por eso la geometría, aún siendo una parte importantísima de las matemáticas, no puede recomendarse al que se inicia[5].

No es difícil adivinar que detrás de este cuestionamiento general a la geometría como puerta de acceso principal a las matemáticas se esconde un ataque a una geometría con nombre y apellido: la de Euclides y sus Elementos, el autor y la obra que por espacio de dos mil años había sido la principal puerta de acceso a las matemáticas. Esta crítica a Euclides, algo por lo demás bastante común durante los siglos XVI y XVII[6], Lamy la

[5] En esta desconfianza hacia visualización geométrica como fuente de conocimiento y, sobre todo en el caso de Lamy, como método pedagógico, no deja de percibirse la profunda influencia de Descartes y su desconfianza metodológica de los datos de los sentidos.

[6] Para una extensa relación crítica de autores europeos que cuestionaron la autoridad de Euclides durante los siglos XVI y XVII ver: Malet, A. *Euclid´s Swan Song.*

va a sostener argumentando que en los Elementos solo se considera un tipo especial de magnitud: la extensión de los cuerpos, y que, además, ésta magnitud en particular es más complicada y, por lo tanto, más difícil de tratar que la magnitud en general [LAMY, *Elemens*, p.XVI y ss.]. Por otro parte, las obra de los geómetras antiguos pecan contra el principio de orden natural que debe presidir toda obra matemática que pretenda servir de guía confiable para la formación del espíritu. Muy especialmente Euclides incurre en este defecto constantemente ya que "parece proponer las verdades que enseña como ellas se presentan fortuitamente, pues las que pertenecen a materias diferentes se encuentran mezcladas sin distinción" [LAMY, *Elemens*, p. XIII]. Por ello Lamy se cuida especialmente de que en su obra todos lo temas sean tratados con orden y en su lugar para que ésta sea tenida, para quienes la lean, por "un modelo de claridad por la certeza de las demostraciones que contiene" [LAMY, *Elemens*, p.XIX]. Además, al desprenderse el espíritu del estudio de cosas sensibles, su tratado lo dispone mejor para concebir y abordar temas más abstractos y espirituales. En relación a esto es destacable el comentario que hace Lamy cuando afirma, olvidándose aparentemente de Descartes, que con mucha frecuencia los más grandes geómetras no son buenos metafísicos pues no pueden concebir lo que es propio de los seres espirituales como Dios, el alma y los ángeles [LAMY, *Elemens*, p. XVII]. La lectura de su tratado facilita, por lo tanto, el introducirse en los temas de que tratan las matemáticas de una manera más fácil, ordenada y segura, ayudando, además, a sortear "las espinas que la rodean"[LAMY, *Elemens*, p.X] y que habían hecho que tantas mentes jóvenes huyeran a su mera mención, circunstancias que los viejos tratados, lejos de atenuar, habían acrecentado.

Por supuesto, el concepto de magnitud no solo presenta la ventaja epistemológica de ser más general que cualquier otro, especialmente el de extensión geométrica de los cuerpos; además, su naturaleza aritmética lo hace especialmente apto para el manejo algebraico. Esta afirmación implica una idea de número radicalmente diferente a la utilizada por Euclides. Para Lamy, a diferencia del griego para quien los números son colecciones de unidades, éstos no son otra cosa que "nombres que expresan las partes que se conciben dentro de… la magnitud" [LAMY, *Elemens*, p.4]. Entre estas partes están incluidas, por supuesto, las fracciones y, en especial, las fracciones decimales, y en todo ello se asume la existencia del continuo cuyas partes pueden ser, en principio, numéricamente identificadas. Así pues, la Aritmética de Lamy asume como un axioma, es decir, simplemente lo enuncia sin probarlo, que "las cantidades discretas o números comprenden las cantidades continuas, y que todo lo que se enseña de las primeras se puede igualmente aplicar a estas últimas" [LAMY, *Elemens*, p.5]. Esto permite especialmente definir la igualdad de razones o proporciones como la igualdad del cociente resultante de la división entre el antecedente por el consecuente. Que existan casos en que esto no puede ser expresado como razones de números finitos, es una crítica irrelevante puesto que las consecuencias que se desprenden de la igualdad de razones no requieren del conocimiento exacto de cómo los términos de cada razón contienen a la otra. Aunque para Lamy la exactitud aquí no es necesaria, para acallar posibles críticas propone un procedimiento aproximativo que recuerda a la *anthyphairesis* de los griegos. De acuerdo a este procedimiento la igualdad de dos razones *(b:c)* y *(d:f)* se sigue cuando el resto en la división *b/c,* dividido en tantas partes iguales como se desee, digamos 1000, se demuestra que está contenido en *c* tantas veces como el resto de *d/f,* dividido por el mismo número de partes, está contenido en *f*, y así hasta el infinito [LAMY, *Elemens*, p.16 y ss]. Este tipo de procedimiento no es una invención de Lamy, de hecho eran muy comunes entre los matemáticos cercanos a Malebranche como Jean Prestet (1648-1691) y Charles-René Reyneau (1656-1728) quienes compartían con Lamy la idea de la superioridad epistemológica de las magnitudes aritméticas sobre las magnitudes extensas y la identificación de las magnitudes en general con su expresión numérica. Gracias en parte a la labor de ellos, están ideas se fueron imponiendo paulatinamente hasta convertirse en un conocimiento tácito a mediado del siglo XVIII, pese a que críticos eminente como Isaac Barrow no cejaron de señalar sus inconsistencia, cosa por lo demás cierta ya que la definición de igualdades infinitas expresadas mediante el concepto de magnitud aritmética encierra una circularidad argumental que solo pudo resolverse satisfactoriamente con la fundamentación lógica de las matemáticas infinitas ocurrida en siglo XIX[7]. Entrar de

[7] Para Barrow, es evidente que la razón entre dos cantidades no puede ser determinada asumiendo simplemente que sus términos son cantidades expresables numericamente, pues resulta obvio que en el caso de ciertas magnitudes matematicas cruciales, como por ejemplo, la razón entre la circunferencia y su diámetro, esta cantidad solo puede determinarse como una razón.. Ver: Malet A. *Euclid´s Swan Song*.p.213.

lleno en estos tecnicismos nos alejaría del objeto principal de esta comunicación, pero no cabe duda de que el enfoque algebraico abstracto alejado de la representación geométrica promulgado por esto autores, a pesar de su frágil fundamentación, abrió las compuertas para que nuevas vías fueran exploradas en las ciencias exacta [MALET, *Euclid´s Swan Song*, p. 330 y ss.].

Ahora bien, Lamy de alguna manera intuía el artificio que encerraba sus demostraciones, pues casi al final del prólogo de sus *Elemens* señala que así como su obra ayuda a conocer, comprender y demostrar todas estas verdades, enseña también a valorar la grandeza y dignidad del alma humana y como ella, el alma, fue creada para cosas grandes. Pero al igual que muestra el alcance del espíritu, nos enseña también sus límites, porque su Tratado contiene "demostraciones claras y convincentes de que una magnitud finita es divisible hasta el infinito"[LAMY, *Elemens*, p.XXI]. Aunque esta infinitud es en sí misma incomprensible, sin embargo conocemos sus propiedades y relaciones, "lo que demuestra que hay verdades que son igualmente ciertas, pero incomprensibles" [LAMY, *Elemens*, p.XXI]. Esto nos enseña, a su vez, que no debemos sospechar de las verdades de la religión, aunque no las comprendamos completamente, para concluir reafirmando el doble objetivo de su tratado, servir de iniciación a las ciencias y dirigir el espíritu y el corazón de los discípulos, pues no es otro el principal objetivo que se debe proponer todo maestro [LAMY, *Elemens*, p.XXI].

Bibliografía

COSTABEL, P. (1966). "Varignon, Lamy, et le parallélogramme des forces". *Archives internationales d'histoire des sciences*, no.74-75 (Jan.-June, 1966), 103-124.

GIRBAL, F. (1964). *Bernard Lamy* (1640-1715), *Étude Biographique et Bibliographique*, Presses Universitaires de France, Paris.

LAMY, B. (1966). *Entretiens sur les Science, Édition critique par François Girbal y Pierre Clair,* Presses Universitaires de France, Paris.

LAMY, B. (1731) *Elemens des Mathematiques ou Traite de la Grandeur en General.* Cinquiéme Edition, Pierre Witte, Paris.

MALET, A. (2012). "Euclid's Swan Song: Euclid's Elements in Early Modern Europe". En: P. Olmos (edt.) *Greek Science in the Long Run: Essays on the Greek Scientific Tradition (4th c. BCE-17th c. CE)*, Cambridge Scholars Publishing, Cambridge, 205-235.

ROBINET, A. (1960). "Jean Prestet ou la bonne foi cartésienne (1648-1691". *Revue d´histoire des sciences*, no. 13, 95-104.

ROBINET, A. (1960). "Le groupe malebranchiste, introducteur du calcul infinitesimal en France". *Revue d´histoire des sciences*, no. 13, 293-308.

ROBINET, A. (1961). "La philosophie malebranchiste des mathématiques". *Revue d´histoire des sciences*, no. 14, 205-254.

BLANCO ABELLÁN, M. (coord.) (2014) *Enseñanza e Historia de las Ciencias y de las Técnicas: Orientación, Metodologías y Perspectivas.* Barcelona, SEHCYT, p. 105.

LA ENSEÑANZA DE UN OBJETO MATEMÁTICO: UNA PRIMERA APROXIMACIÓN A LA EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LA *REGLA DE L'HÔPITAL*

Emilia PALMA VILLALÓN
Universidad Politécnica de Madrid
Francisco A. GONZÁLEZ REDONDO
Universidad Complutense de Madrid

Resumen

El objeto matemático conocido como Regla de l'Hôpital *es un teorema que se introduce en los Institutos en segundo curso de Bachillerato y se demuestra en la Universidad en el primer curso de las titulaciones de Ingeniería. Enunciado por Jean Bernoulli en 1694, impreso por primera vez en el* Analyse des infiniments petits *de Guillaume de l'Hôpital en 1696. Presente en los libros de texto para la enseñanza de la Matemática desde el siglo XVIII, su enunciado y demostración han ido evolucionando en paralelo a cómo lo ha hecho el conjunto del Cálculo infinitesimal a lo largo de su historia, convirtiéndose en un objeto matemático-educativo que merece ser historiado. Dado que esta tarea puede emprenderse desde diferentes perspectivas, en este trabajo se presenta una primera aproximación al estudio de la presencia y enseñanza del teorema en los libros de texto de Matemáticas publicados entre 1696 y 1829, que se conservan en la Biblioteca Histórica de la UCM.*

Abstract

The mathematical object known as l'Hôpital's Rule*, is a theorem introduced in second year of High Schools, while its proof is presented during the first year of the Engineering degrees at University. It was first stated by Jean Bernoulli in 1694 and published for the first time in 1696 in Guillaume de l'Hôpital's* Analyse des infiniments petits*. It can be found in text-books for the teaching of Mathematics since the eighteenth century, and its statement and proof have evolved in parallel to the evolution of Infinitesimal Calculus as a whole, becoming an educational-mathematical object whose history is worth knowing. As this can be done from many different perspectives, in this paper a first approach is advanced to the presence and the teaching of the theorem in those Mathematics text-books published between 1696 and 1829 which are preserved in the Historical Library of the UCM.*

Palabras clave: Regla de l'Hôpital, Jean [Johann] Bernoulli, Cálculo Infinitesimal.

Keywords: l'Hôpital's Rule, Jean [Johann] Bernoulli, Infinitesimal Calculus.

1. La historiabilidad de la Regla de L'Hôpital

En este trabajo se realiza una primera aproximación histórico-educativa al objeto matemático que se conoce como *Regla de L'Hôpital*, un teorema que se introduce en los Institutos en segundo curso de Bachillerato y se demuestra en la Universidad en el primer curso de las titulaciones de Ingeniería. Resuelve el problema de una función que viene expresada como cociente de dos funciones, *f(x)/g(x)*, y en un valor determinado *a* tanto el numerador como el denominador *f(a) = g(a) = 0*, dando lugar a lo que se conoce como una *indeterminación* del tipo cero partido por cero: 0/0. En su enunciado actual, la *Regla* dice que el valor de ese cociente en ese punto, f(c)/g(c), bajo ciertas condiciones (que *f* y *g* sean derivables en un intervalo abierto que contenga *c*, etc.) es el mismo que el del cociente entre sus derivadas en ese punto, *f'(c)/g'(c)*.

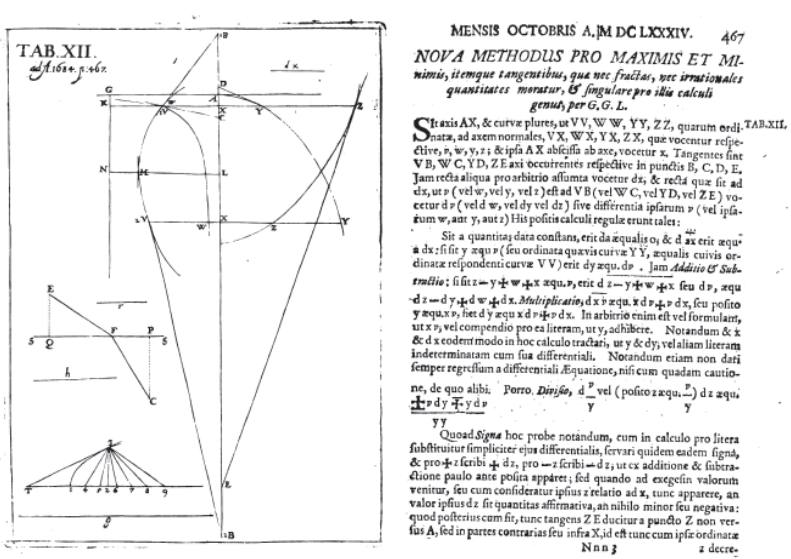
El teorema es de gran utilidad para resolver este tipo de indeterminaciones, por lo que no hay ningún estudiante de Ingenierías que no lo conozca y utilice. En los libros de texto actuales más utilizados, como, por ejemplo, el de Larson [2010, p. 570], se introduce la *Regla de l'Hôpital* recurriendo a la noción de límite: si el límite de *f(x)/g(x)* cuando *x* tiende a *c* produce la forma indeterminada 0/0, entonces, de nuevo bajo ciertas condiciones, $\lim_{x\to c}\frac{f(x)}{g(x)}=\frac{f'(c)}{g'(c)}$.

En suma, el problema (la *indeterminación*) se salva calculando la derivada del numerador, que se denota con una "prima" (como superíndice), aplicándola al valor concreto *c* y dividiéndola por la derivada del denominador en el mismo valor. En la *Regla* hay involucrados diferentes conceptos matemáticos, introducidos por algunos de los más importantes matemáticos de la historia, para los que se han utilizado unas notaciones muy concretas.

En efecto, la *Regla de l'Hôpital* es una proposición enunciada por primera vez por Jean Bernoulli (1667-1748) en una carta enviada por éste el 22 de julio de 1694 a Guillaume [Marqués] de l'Hôpital (1661-1704). La demostración de Bernoulli se basaba en la idea de *diferencial*, introducida diez años antes, en 1684, por Gottfried W. Leibniz (1646-1716) en la revista *Acta Eruditorum.*

Allí definía la *differentia*, la diferencia (que, si la variable era indeterminada, denominaba *sua differentiali, su diferencial*), y la denotaba colocando una "*d*" delante de la variable [LEIBNIZ 1684, Figura 1]:

> "Jam recta aliqua pro arbitrio assumta vocetur *dx*… ut *v*… vocetur *dv*… sive *differentia* ipsarum *v*… Notandum … ut *y* & *dy*; *vel aliam literam indeterminatam cum sua differentiali*".


TAB. XII.

MENSIS OCTOBRIS A. M DC LXXXIV. 467

NOVA METHODUS PRO MAXIMIS ET MINIMIS, itemque tangentibus, quæ nec fractas, nec irrationales quantitates moratur, & singulare pro illis calculi genus, per G. G. L.

Fig. 1. Acta Eruditorum, 1684. Se puede observar la recta dx y el nombre de differentia dx de Leibniz.

La *Regla* en sí no se publicaría hasta 1696, en el primer libro de texto escrito sobre Cálculo diferencial, el *Analyse des Infiniment Petites por l'Intelligence des Lignes Courbes* del aristócrata-matemático francés conocido en el país vecino como el Marquis de l'Hospital, en aquellos momentos con 's' muda, antes de que su familia adoptara el circunflejo: l'Hôpital[1]. Aunque la invención no fuera suya, la *Regla* lleva el nombre del primer autor que publicó un libro de texto incluyendo la misma, como ocurre con el *Teorema de Taylor,* otra proposición muy conocida que lleva el nombre de Brook Taylor (1685-1731), quien lo publicó por primera vez, aunque no fuera éste su descubridor sino James Gregory (1638-1675).

Los *infinitamente pequeños*, concepto derivado de la idea de *diferencial*, resultaban una herramienta muy eficaz y fácil de utilizar, radicando el problema teórico-conceptual en la propia existencia de estos *infinitamente pequeños* [L'HÔPITAL, 1696]: "aquella cantidad aumentada que hace que no cambie y se pueda tomar la cantidad"; es decir, en notación actual, $x+dx=x$.

En todo caso, con su libro el Marqués hizo que el nuevo Cálculo diferencial, desde la perspectiva introducida por Leibniz, comenzara su difusión durante el siglo XVIII por gran parte de Europa, prácticamente salvo en Inglaterra, debido a las disputas entre Newton, Leibniz y sus respectivos seguidores por la adjudicación de la prioridad en el descubrimiento del nuevo Cálculo. Por tanto, la evolución histórica de la *Regla*, de su enunciado, de su demostración y de su enseñanza, está totalmente relacionada con la evolución del *Cálculo diferencial,* en general, y de la fundamentación de los conceptos involucrados, en particular.

Nos encontramos, por tanto, ante un objeto matemático introducido y enseñado desde hace ya más de trescientos años, en cuyo enunciado y demostración han participado diferentes ilustres matemáticos del pasado, y que ha evolucionado hasta hoy, en el siglo XXI, cuando se sigue enseñando y utilizando por su claridad y utilidad; una herramienta educativa en cuya historia se ha dado entrada a personalidades como Leibniz, Newton, los Bernoulli, Taylor, Euler, Lagrange, etc.; un objeto matemático historiable, es decir, que tiene historia y merece ser historiado [GONZÁLEZ REDONDO, 2002] y que sigue mereciendo la atención de los historiadores [BLANCO, 2008; BRADLEY, 2013].

Pero estudiar la presencia y evolución de la *Regla de l'Hôpital* en los libros de texto de Cálculo diferencial a lo largo de la historia, desde 1696 hasta el presente constituye un objeto de estudio demasiado amplio y denso. Por tanto, se ha decidido limitar las dimensiones del campo a investigar, en esta primera fase, a los libros de texto conservados en la *Biblioteca Histórica* de la UCM que fueron editados entre 1696 y 1829, fijando como límite temporal superior el año en que se publicó el *Curso Completo de Matemáticas Puras* del capitán José de Odriozola.

Éste es el tema del Trabajo Fin del Máster en Estudios Avanzados en Pedagogía que está haciendo la primera de las firmantes de estas páginas en la Facultad de Educación de la UCM, bajo la dirección del segundo firmante, y del que esta comunicación constituye un avance de sus líneas generales.

2. Primer enunciado y primera demostración de la regla: Jean Bernoulli, 1694

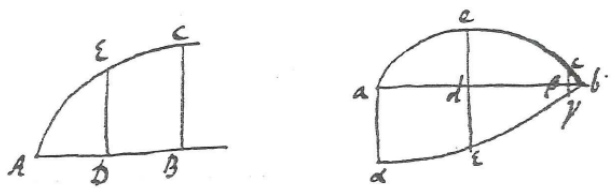
Jean Bernoulli nace en 1667 en Basilea (Suiza) y muere en 1748 en esa misma ciudad, en cuya Universidad trabajó como profesor de matemáticas durante 40 años. Hablaba en alemán, escribía en latín en las revistas, se carteaba en francés con l'Hôpital y en alemán con Leibniz, por lo que se le conoce, indistintamente, por Johann, Jean, Johan o Joannes.

A Bernoulli se debe el primer enunciado y la primera demostración de la *Regla*, que se encuentran en una carta [Figura 2], fechada el 22 de junio de 1694, que escribió al Marqués de l'Hôpital:

> Probl. Dada una curva que viene expresada por una fracción igual a y, que en cierto caso tiene el numerador y denominador iguales a cero, se pide el valor, es decir, la cantidad de la aplicada y.

[1] De hecho, en vida el Marqués escribía su nombre con una 's'. Sin embargo, el idioma francés ha omitido desde entonces la 's', que era muda, y ha añadido el acento circunflejo a la vocal precedente. Aunque en los *Elogios a los Académicos*, Bernard Le Bovier de Fontenelle (1657-1757) ya escribe su nombre con circunflejo [FONTENELLE, 1714], en la edición de 1716 del *Analyse* se mantiene la 's' en L'Hôspital, mientras que en la edición de 1768 ya podemos leer el actual L'Hôpital. Él firmaba las cartas como "le M. De Lhospital".

Probl. Etant donné une courbe dont la nature s'exprime par une fraction egale à y, qui en certain cas a le numerateur et le denominateur egaux à zero: on en demande la valeur, c'est à dire la grandeur de l'appliquée y.



Sol. Soit AEC la courbe donnée, $AD = x$, $DE = y$, $AB =$ à une constante telle que BC devient egale à une fraction dont le numerateur et le denominateur sont egaux à zero; pour trouver donc la grandeur de l'appliquée BC, je construis sur le méme axe adb deux autres courbes aeb et $\alpha\varepsilon b$ de telle nature qu'ayant pris des abscisses egales à AD, ad, les ordonnées de soient en raison du numerateur de la fraction generale qui exprime les ordonnées DE; et de soient en raison du denominateur de la meme fraction: cela etant fait il est clair que de divisé par $d\varepsilon$ peut etre supposé egal à DE; le probleme se reduit donc à trouver la valeur de de divisé par $d\varepsilon$ au cas que ab est egal à AB; or je vois que dans ce cas de et $d\varepsilon$ evanouissent parce que les deux termes de la fraction evanouissent, et ainsi les deux courbes aeb et $\alpha\varepsilon b$ se coupent au point b: Il n'y.a donc qu'à prendre les dernieres differentielles βc, $\beta\gamma$, dont l'une divisée par l'autre me marquera la grandeur cherchée de BC: C'est ce qui me fournit cette regle generale[13]) *Pour avoir la valeur de l'appliquée de la dite courbe au dit cas, il faut diviser la differentielle du numerateur de la fraction generale par la differentielle du denominateur, le quotient, apres avoir fait x egal à la supposition de AB, sera la grandeur de BC.*

Fig. 2. Carta de Jean Bernoulli al Marqués de l'Hôpital, de 22 junio de 1694.

La demostración de Jean Bernoulli está basada en los *diferenciales* de Leibniz, *dv*, que Benoulli llama *differentielle* en francés. En la carta [Figura 2] dibuja, por una lado, la curva *AC*, que es la aplicada de la fracción, y, por otro, dos curvas, en las que una representa el numerador, *aeb*, que corta al eje en el mismo punto $b = \beta$; y la otra el denominador, $\alpha\varepsilon\beta$, que igualmente corta al eje en el mismo punto $b = \beta$ cuando x vale AB. Es decir, son dos curvas que en el mismo valor valen cero. Con las ideas de que dos cantidades son iguales cuando se diferencian en una cantidad infinitamente pequeña, el comportamiento en b o en un punto cercano es el mismo:

> "No hay más que tomar las últimas diferenciales βc, $\beta\gamma$, donde la una dividida por la otra nos dará la cantidad buscada *BC*" [BERNOULLI, 1934, p.235].

Y proporciona la regla general, que traducimos a partir del texto en cursiva que puede leerse al final en la Fig. 2: "Para tener el valor de la aplicada de dicha curva en este caso, hace falta dividir la diferencial del numerador de la fracción general por la diferencial del denominador; el cociente, después de hacer x igual a AB, será la cantidad BC".

3. La primera edición impresa de la Regla: el Analyse de l'Hôpital, 1696

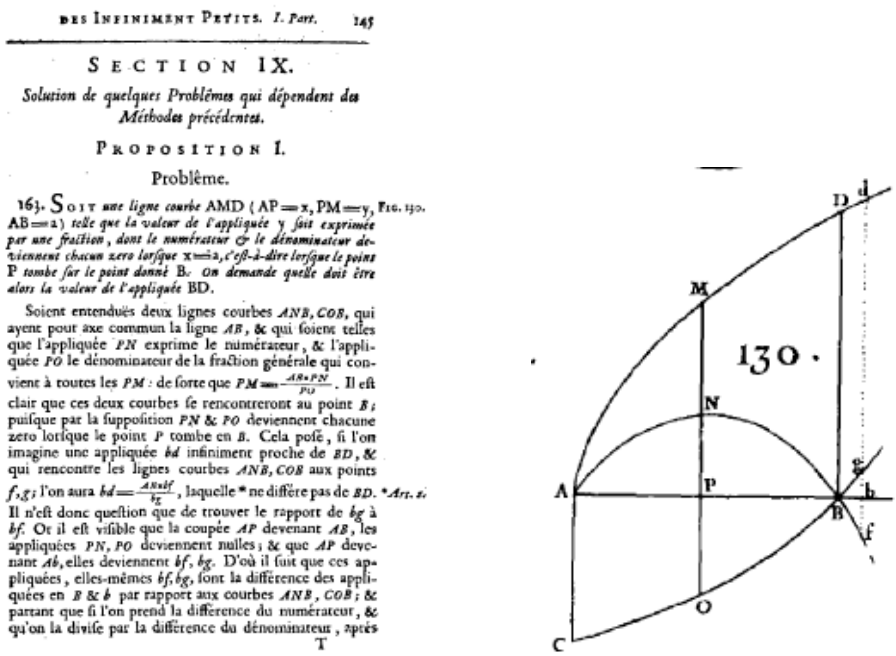
La *Regla* aparece por primera vez impresa en el libro *Analyse des Infiniment Petits, pour l'Intelligence des Lignes Courbes*, escrito en 1696 por el Marqués de l'Hôpital, libro que, en palabras de Boyer [1946, p. 163]: "The Analyse des infiniment petits represents the first systematic treatment of the calculus".

Guillaume-François-Antoine de l'Hôpital, "chevalier, marquis de Sainte-Mesme & de Montellier, comte d'Entremonts par sa femme" [ANSELME & SIMPLICIEN, 1733, p. 437] nace en París en 1664 en una familia noble. Desde joven se le dan bien las matemáticas y, como su padre Anne-Alexandre de l'Hôpital, comienza una

carrera militar, que tuvo que dejar por problemas de visión. En París, en 1691, en el círculo de Malebranche, conoce a los hermanos Bernoulli, Jean y Jacques, y consigue que Jean Bernoulli le dé lecciones sobre el nuevo Cálculo, introducido por Leibniz, durante 1691-92, primero en París y, posteriormente, en sus posesiones en Ouques [BLANCO, 2008]. En 1694 el Marqués le propuso enviarle un sueldo de "300 livres", siempre y cuando no comunicase sus resultados a otros y se los enviase a él, quedando autorizado para hacer con los resultados lo que quisiera [BERNOULLI, 1934, p. 201].

En todo caso [Figura 3], la gráfica de l'Hôpital incluye las tres curvas con otra notación que se impondrá: minúsculas para cantidades infinitamente pequeñas frente a las mayúsculas de las "grandeurs". De hecho, ya existen varios trabajos de diferentes autores que analizan la parte que se debería a Bernoulli en el *Analyse*. Entre ellos pueden mencionarse el de Blanco [2008] y el más reciente de Bradley [2013]. En ambos se rechaza la reclamación de Bernoulli sobre todo el libro.

> "we must vigorously reject Bernoulli's strident claim of February 1707 and recognize l'Hôpital's significant role in crafting a textbook of the first order" [BRADLEY, 2013, p. 24].



DES INFINIMENT PETITS. I. Part. 145

SECTION IX.

Solution de quelques Problêmes qui dépendent des Méthodes précédentes.

PROPOSITION I.

Problême.

163. SOIT *une ligne courbe* AMD (AP = x, PM = y, AB = a) *telle que la valeur de l'appliquée* y *soit exprimée par une fraction, dont le numérateur & le dénominateur deviennent chacun zero lorsque* x = a, *c'eſt-à-dire lorsque le point* P *tombe ſur le point donné* B. *On demande quelle doit être alors la valeur de l'appliquée* BD. FIG. 130.

Soient entendués deux lignes courbes *ANB*, *COB*, qui ayent pour axe commun la ligne *AB*, & qui ſoient telles que l'appliquée *PN* exprime le numérateur, & l'appliquée *PO* le dénominateur de la fraction générale qui convient à toutes les *PM*: de ſorte que $PM = \frac{AB \times PN}{PO}$. Il eſt clair que ces deux courbes ſe rencontreront au point *B*; puiſque par la ſuppoſition *PN* & *PO* deviennent chacune zero lorſque le point *P* tombe en *B*. Cela poſé, ſi l'on imagine une appliquée *bd* infiniment proche de *BD*, & qui rencontre les lignes courbes *ANB*, *COB* aux points *f*, *g*; l'on aura $bd = \frac{AB \times bf}{bg}$, laquelle * ne différe pas de *BD*. Il n'eſt donc queſtion que de trouver le rapport de *bg* à *bf*. Or il eſt viſible que la coupée *AP* devenant *AB*, les appliquées *PN*, *PO* deviennent nulles; & que *AP* devenant *Ab*, elles deviennent *bf*, *bg*. D'où il ſuit que ces appliquées, elles-mêmes *bf*, *bg*, ſont la différence des appliquées en *B* & *b* par rapport aux courbes *ANB*, *COB*; & partant que ſi l'on prend la différence du numérateur, & qu'on la diviſe par la différence du dénominateur, après

* *Art.* 5.

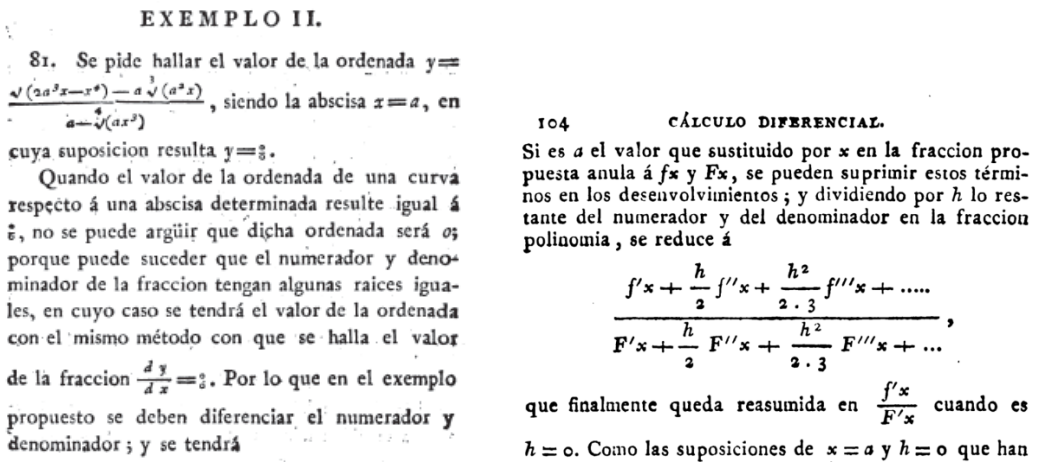
T

Fig. 3. Enunciado y demostración del Teorema de l'Hôpital en el Analyse de 1696.

4. El teorema en los libros de texto de la biblioteca historica de la UCM

De entre los diferentes libros de texto localizados en la *Biblioteca Histórica* de la UCM, y a modo de ejemplos, nos ha parecido oportuno referirnos a dos tratados donde aparece la *Regla*, que se publican en España, por autores que trabajan en España pues sirven para entender el estado del Cálculo diferencial y cómo se expresaba en sus respectivos tratados la *Regla de l'Hôpital*. El primero, de 1795, se debe al italiano Pedro Giannini, y aparece en su *Curso Matemático para la enseñanza de los caballeros cadetes del Real Colegio Militar de Artillería*, estudiado recientemente por Navarro Loidi [2013]; el segundo, como contraste, sería el *Curso completo de Matemáticas Puras* de José de Odriozola (1829) [NAVARRO Y VELAMAZÁN, 2006]. Y hemos traído a colación estos dos tratados para ilustrar en este trabajo, tal como puede verse leyendo directamente a los respectivos autores en los textos reproducidos en la Figura 5, cómo en el primer libro se sigue recurriendo a

los procedimientos del *Analyse*, ¡casi un siglo después!, mientras que en el segundo texto se observa cómo han llegado ya a España las nuevas formas de afrontar el Cálculo diferencial con las ideas de Lagrange tal como éste las introdujo, desde sus clases en París, en su *Theorie des Fonctions Analytiques* [1795].



EXEMPLO II.

81. Se pide hallar el valor de la ordenada $y = \frac{\sqrt{(2a^3x - x^4)} - a\sqrt[3]{(a^2x)}}{a - \sqrt[4]{(ax^3)}}$, siendo la abscisa $x = a$, en cuya suposicion resulta $y = \frac{0}{0}$.

Quando el valor de la ordenada de una curva respecto á una abscisa determinada resulte igual á $\frac{0}{0}$, no se puede argüir que dicha ordenada será 0; porque puede suceder que el numerador y denominador de la fraccion tengan algunas raices iguales, en cuyo caso se tendrá el valor de la ordenada con el mismo método con que se halla el valor de la fraccion $\frac{dy}{dx} = \frac{0}{0}$. Por lo que en el exemplo propuesto se deben diferenciar el numerador y denominador; y se tendrá

104 CÁLCULO DIFERENCIAL.

Si es a el valor que sustituido por x en la fraccion propuesta anula á fx y Fx, se pueden suprimir estos términos en los desenvolvimientos; y dividiendo por h lo restante del numerador y del denominador en la fraccion polinomia, se reduce á

$$\frac{f'x + \frac{h}{2}f''x + \frac{h^2}{2.3}f'''x + \ldots.}{F'x + \frac{h}{2}F''x + \frac{h^2}{2.3}F'''x + \ldots},$$

que finalmente queda reasumida en $\frac{f'x}{F'x}$ cuando es $h = 0$. Como las suposiciones de $x = a$ y $h = 0$ que han

Fig. 5. Curso Matematico de Giannini (1795), y Curso Completo de Odriozola (1829)

5. Consideraciones finales

En resumen, leer los escritos originales de los autores clásicos y descubrir su forma de razonar resulta un gran placer y es iluminador para la comprensión de los conceptos matemáticos modernos. En el estudio de la evolución histórica del enunciado y la demostración de la *Regla de l'Hôpital* se observa lo que fue ocurriendo, a su vez, con la evolución histórica del Cálculo diferencial en su conjunto a lo largo del siglo XVIII: la utilización del Álgebra para fundamentar los conceptos del Cálculo[2], alejándolo de la Geometría. En el caso de la *Regla de l'Hôpital*, a partir del estudio de los libros conservados en la *Biblioteca Histórica* de la UCM se constata la progresiva perdida de la idea geométrica, sencilla y visual inicial de Jean Bernoulli, aunque se fuese ganando en su fundamentación y su generalización.

En suma, se ha avanzado un campo de investigación en torno a un objeto historiable, sobre el que seguiremos trabajando.

Bibliografía

ANSELME, P. y SIMPLICIEN, P. (1733) *Histoire genealógique et chronologique de la Maison Royale de la France,* Tomo 7. París, Compagnie de libraires associez.

BERNOULLI, J. (1934) *Der Briefwechsel von Johan Bernoulli.* Ben I. Ed. Birkaäuer. Basel.

BLANCO ABELLÁN, M. (2008) "On how Johann Bernoulli's lessons on differential Calculus were communicated in eighteenth-century France and Italy". En J. Simon et al. (eds.) *Beyond Borders Fresh Perspectives in History of Science*, pp. 113-140. Cambridge Scholars Publishing.

BOYER, C. B. (1946) "The First calculus text book". *The Mathematics Teacher,* 39, 159-167.

[2] Funciones analíticas que se pueden desarrollar en serie de potencias: "$f(x+i) = fx + f'xi + \frac{f''x}{2}i^2 + \frac{f'''x}{2.3}i^3 + \frac{f^{IV}x}{2.3.4}i^4 + \&c.$" Llamando a f_x la función primitiva y a las $f'x, f''x, \&c.$ funciones derivadas" [LAGRANGE, 1795, p. 14].

BRADLEY, R. E. (2013) "De l'Hôpital, Bernoulli, and the genesis of Analyse des infiniment petits". *British Society for the History of Mathematics Bulletin,* 28 (1), 16-24.

FONTENELLE, B. (1714) *Oeuvres diverses de M. de Fontenelle.* París.

GONZÁLEZ REDONDO, F. A. (2002) "Sobre la naturaleza histórica de la Matemática y su enseñanza". *Arbor*, 173, 203-223.

LAGRANGE, L. (1795) *Theory des Fonctions Analytiques*. París, L'Imprimerie de la Rèpublique.

LARSON, R., EDWARDS, B. H. (2010) *Cálculo 1, de una variable*. México, McGraw Hill.

LEIBNIZ, G. W. (1684) "Nova Methodus pro Maxima et Minimus". *Acta Eruditorum*, 467-473.

L'HÔPITAL, G. F. A. (1696) *Analyse des infiniments petits pour l'Intelligence des lignes courbes*. París, L'Imprimerie Royale.

NAVARRO LOIDI, J. y VELAMAZÁN GIMENO, M. A. (2006) "El militar José Odriozola y su contribución a la ciencia en España en el siglo XIX". En Pérez-Bustamante, J. A. et al. (coords.) *Actas del IX Congreso de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas*, Vol. II, pp. 925-937. Cádiz.

NAVARRO LOIDI, J. (2013) *Don Pedro Giannini o las Matemáticas de los artilleros del siglo XVIII.* Segovia, Asociación Cultural "Biblioteca de Ciencia y Artillería".

PALMA-VILLALÓN, E. (1986) "El primer libro de texto de Cálculo Infinitesimal. El *Analyse* del Marqués de L'Hôpital". Tesina de Licenciatura. Madrid, Facultad de CC Matemáticas (UCM).

REBEL, O. J. (1934) "Der Briefwechsel Zwischen Johann (I.) Bernoulli und dem Marquis de l'Hospital in Erlauternder Darstellung". Heidelberg, Inaugural-Dissertation.

BLANCO ABELLÁN, M. (coord.) (2014) *Enseñanza e Historia de las Ciencias y de las Técnicas: Orientación, Metodologías y Perspectivas.* Barcelona, SEHCYT, p. 113.

ESTABLECIMIENTO DE LAS PRIMERAS CÁTEDRAS CIENTÍFICAS DE LA UNIVERSIDAD DE BARCELONA DURANTE EL TRIENIO LIBERAL

Carles PUIG-PLA
Centre de Recerca per a la Història de la Tècnica (ETSEIB-UPC)
Universitat Politècnica de Catalunya

Resumen

Durante el Trienio Liberal (1820-1823) tuvo lugar un primer y efímero restablecimiento de la Universidad de Barcelona. El 16 de febrero de 1822, más de un siglo después de la supresión de esta universidad por parte de Felipe V, tenía lugar en el Saló de Cent *(Salón de Ciento) del Ayuntamiento de Barcelona la apertura de la* Universidad de Segunda y Tercera Enseñanza. *Tras un sexenio absolutista, el advenimiento de Trienio constitucional, permitió la recuperación de la Universidad. En un corto período de tiempo, se organizaron y estructuraron los estudios que se habrían de impartir en la nueva institución. Este trabajo muestra cómo ello fue posible y qué tipo de establecimientos y corporaciones estuvieron implicados en la restauración de los estudios universitarios. En particular, se analizan las cátedras de carácter científico (Matemáticas puras, Física, Química, Mineralogía y Geología, Zoología,…) así como el perfil intelectual de los profesores responsables de las mismas. La experiencia acumulada en la docencia de disciplinas científicas por parte de instituciones emblemáticas como la Real Academia de Ciencias Naturales y Artes o la Junta Particular de Comercio de Cataluña que, además, contaron con el apoyo del Ayuntamiento constitucional de la ciudad, jugaron un papel fundamental en el restablecimiento de la Universidad de Barcelona.*

Abstract

During the Liberal or Constitutional Triennium (1820-1823), the first and transient restoration of the University of Barcelona took place. On February 16th, 1822, more than a century after the abolition of the university by Philip V, the opening of the Second and Third Teaching University took place in the Saló de Cent *("Hall of One Hundred") of Barcelona City Council. After six years of absolutism, the advent of the Constitutional Triennium, the recovery of the University was allowed. In a short period of time, studies that should be taught in the new institution were organized and structured. This paper shows how this was possible and the kind of institutions and entities involved in the restoration of the University. In particular, we analyze scientific chairs (Pure Mathematics, Physics, Chemistry, Mineralogy and Geology, Zoology and so on) as well as the intellectual profile of teachers responsible for them. Experience in scientific teaching from iconic institutions such as the Royal Academy of Science and Arts or the Board of Commerce of Barcelona (which also had the support of the Constitutional Council of the city) played a key role in the reestablishment of the University of Barcelona.*

Palabras clave: Universidad de Barcelona, Siglo XIX, Cátedras científicas.
Keywords: University of Barcelona, 19th Century, Scientific chairs.

Introducción

Para situar el contexto de las enseñanzas universitarias en Cataluña a principios del siglo XVIII, parece oportuno poner de manifiesto cuáles fueron las antiguas Universidades o Estudios Generales (como se denominaban entonces) del Principado de Cataluña. En este trabajo nos vamos a referir a la Universidad de Barcelona, aunque no fue ésta la universidad catalana más antigua sino que fue la de Lleida. El Estudio General de Lleida se erigió en virtud de un privilegio otorgado en Zaragoza por el rey Jaime II de Aragón el 1 de setiembre de 1300. La intención del monarca fue que Lleida representase dentro de la Corona de Aragón, el papel que jugaba Salamanca en Castilla, París en Francia, Coimbra en Portugal, etc., y, desde el inicio, funcionaron las facultades de Cánones, Leyes civiles, Medicina y Artes (Gramática, Lógica y Filosofía Natural) [LLADONOSA, 1969, pp. 3-5].

Girona consiguió tener su Estudio General en 1446 gracias al privilegio que Alfonso el Magnánimo le otorgó en Nápoles. El mismo monarca fue quien, en 1450, autorizó la fundación de un Estudio General en Barcelona, después que los "consellers" de la ciudad se lo solicitasen. Barcelona fue así la tercera universidad creada en Cataluña, y en ella se establecieron cátedras e impartieron estudios de Teología, Derecho canónico y civil, Filosofía moral y natural, las siete Artes liberales y Medicina. Por otro lado, la ciudad de Tarragona inauguró los cursos de su universidad en 1577 y, en 1599, Felipe III otorgó al Estudio de Vic la facultad de conferir grados académicos, convirtiéndolo así en una universidad literaria. En 1620, una bula del papa Pablo V transformó los estudios del Colegio de la orden de predicadores de Solsona en universitarios constituyéndose así la universidad de aquella ciudad [FOLCH, 1972, pp. 24-55]. La Universidad de Tortosa fue creada por Felipe IV en 1645 confirmando un precedente Colegio de San Jorge y Santo Domingo, aprobado por Felipe II, que impartía Artes y Teología [GEC, 2013].

En relación a Barcelona, se debe resaltar que el Ayuntamiento siempre consideró el Estudio General como la universidad de la ciudad. En 1536 los "consellers" propusieron la construcción de un nuevo edificio en La Rambla justo a la altura de la actual fuente de Canaletes. Después de una pugna con los privilegios concedidos a los médicos, los Estudios quedaron totalmente sometidos a la autoridad de la ciudad y su consejo y, en 1559, el Estudio de La Rambla se convirtió en un Estudio General de todas las Facultades (Gramática, Retórica, Artes, Filosofía, Teología, Medicina, Derecho civil y canónico) [BOSCH-GIMPERA, 1971, p. 99].

De la supresión de la Universidad de Barcelona al Trienio Liberal

Los estudios de la Universidad de Barcelona siguieron sin interrupción hasta principios del siglo XVIII, cuando tuvo lugar la Guerra de Sucesión (1705-1714) que condujo al advenimiento de los Borbones al trono de España. Después de la Guerra, en 1717 todas las universidades del Principado de Cataluña, incluida la de Barcelona, fueron suprimidas por Felipe V quien estableció una nueva universidad en Cervera, a más de 100 km de Barcelona. A partir de aquel momento, ésta sería la única universidad de Cataluña durante el resto del siglo XVIII y buena parte del siglo XIX.

Ya antes de finalizar la guerra, Cervera se había significado por su apoyo hacia los filipistas y, en 1713, la ciudad solicitó el establecimiento de la Universidad. Antoni Ganyet y Josep Roca, constituidos en verdaderos embajadores plenipotenciarios de la ciudad se desplazaron a la Corte para formular aquella y otras peticiones al monarca [DURAN i SANPERE, 1963]. Establecida la nueva universidad, los intentos reformistas de los ministros ilustrados no consiguieron, sin embargo, una secularización de la misma y un mayor protagonismo del Estado a causa de la reacción de los sectores eclesiásticos y el hecho que, en la práctica, el claustro universitario estuviese dominado por las órdenes religiosas. Salvo honrosas excepciones, la dinámica de la Universidad inició

una lenta agonía que la llevaría a convertirse, en las primeras décadas del siglo XIX, en un bastión de la reacción antiliberal [PRATS, 1993, p. 36].

En muchas ocasiones se puso de manifiesto el interés de la ciudad de Barcelona por recuperar la Universidad, especialmente a principios del siglo XIX. Sabemos por ejemplo, que en 1811, durante la Guerra de la Independencia, un miembro de la Junta de Comercio de Cataluña, escribió una memoria para unos comisionados que la ciudad había enviado a París, expresando la necesidad de tener una universidad [SOLDEVILA, 1938, p. 122]:

> Il est de la plus imposante nécessité inster [sic] pour avoir a Barcelone une Université, et une Académie, où barré le superflu des questions inutiles, se fixent les talents dans la recherche de ce qui est solidement utile: de cette manière se perfectionneraient les manufactures du pays, et pourront sans doute se mettre en concurrence des autres quelconques, et fomenter encore plus l'Industrie et le Commerce.

Después de la Guerra, el 19 de abril de 1816, el Ayuntamiento acordó elevar una solicitud a Fernando VII pidiendo el traslado de la Universidad de Cervera a Barcelona, con el beneplácito y la protección del general Castaños [BOSCH-GIMPERA, 1971, p. 103] aunque sin éxito pues, en menos de un mes, el 15 de mayo, la solicitud fue denegada: "no hay razón de justicia ni de utilidad pública para privar a la Ciudad de Cervera de su Universidad" [SOLDEVILA, 1938, p. 135].

Cuando el teniente coronel Rafael del Riego proclamó la restauración de la Constitución de Cádiz (*La Pepa*) en Cabezas de San Juan (Sevilla) el 1 de enero de 1820 y poco después Fernando VII tuvo que convocar las Cortes y jurar la Constitución se inició un nuevo período de la historia de España, el Trienio Liberal (1820-1823), que propició que las aspiraciones de Barcelona por recuperar su universidad se vieran finalmente satisfechas.

El primer restablecimiento de la Universidad de Barcelona

La instauración del sistema constitucional de 1812, impulsó la renovación de la enseñanza pública. El 29 junio de 1821 las Cortes aprobaron el *Reglamento general de Instrucción pública* que permitió la restitución de la Universidad de Barcelona. Según el *Reglamento* la enseñanza se dividía en primera, segunda y tercera (título II, art. 9); la primera enseñanza era la general e indispensable que debía darse a la infancia [...] (título II, art. 10); la segunda enseñanza comprendía aquellos conocimientos que al mismo tiempo que servían de preparación para dedicarse después a otros estudios más profundos, constituían "la civilización general de la Nación" (título III, art. 21). Esta enseñanza se proporcionaría en establecimientos a los que se dio el nombre de Universidades de provincia (título III, art. 22). La tercera enseñanza comprendía "los estudios que habilitaban para ejercer alguna profesión particular" (título IV, art.36). En la Península, las universidades que podían impartir la segunda y tercera enseñanza fueron diez, Barcelona una de ellas [REGLAMENTO, 1821, p. 8].

Sin esperar a la aprobación del reglamento provisional de la nueva universidad, el Ayuntamiento decidió empezar las clases. Así, el 16 febrero de 1822, en el *Saló de Cent* (Salón de Ciento) de la ciudad se inauguró la Universidad restaurada de Barcelona. El *Suplemento* al *Diario Constitucional de Barcelona* de aquel día anunciaba el acuerdo del Ayuntamiento de "hacer y presidir la abertura pública de las cátedras que faltan en Barcelona para el completo de la seunda [sic] y tercera enseñanza" [DIARIO, 1822], indicaba cómo matricularse y expresaba con vehemencia la alegría por la recuperación de la Universidad.

Finalmente, en noviembre el Estado aprobaba el reglamento provisional de la Universidad de Barcelona y clausuraba la Universidad de Cervera. El 30 de noviembre tuvo lugar la inauguración definitiva de la Universidad en el edificio de la Lonja. Los profesores eligieron rector a Domènec Maria Vila, vicerrector a Albert Pujol y secretario a Francesc Babot.

Las cátedras de Segunda y Tercera Enseñanza se establecieron de acuerdo con el Reglamento de Instrucción Pública. En cuanto a la Tercera Enseñanza, cinco cátedras correspondieron a la Teología y de ellas se encargó el Seminario conciliar; cuatro de Jurisprudencia civil estuvieron a cargo del Ayuntamiento y, finalmente, tres cátedras de Derecho canónico se las repartieron entre el Ayuntamiento constitucional y el

Seminario conciliar [DIARIO, 1822]. Este último, situado desde 1772 hasta 1878 en el antiguo colegio de Belén de los jesuitas, fue el único edificio que tendría la Universidad de Barcelona en su primera instauración aunque necesitó disponer de más aulas en otras cuatro instituciones de la ciudad: Academia de Ciencias Naturales y Artes, Junta de Comercio, Colegio de San Victoriano y Ayuntamiento [BADA, 1990, pp. 23-24] .

Tabla 1 - Cátedras de la Universidad de Barcelona (Segunda Enseñanza), 1822

Nº	Cátedras [(*) = de nueva creación]	Profesores	Institución
2	Gramática castellana y Lengua latina	Los del Seminario	Seminario Conciliar tridentino
1	Geografía y Cronología	Isidre Gallarda Pere Màrtir Armet	Academia *nacional* de Ciencias y Artes
1	Literatura e Historia (*)	Manuel Casamada	Ayuntamiento constitucional
2	Matemáticas puras	Isidre Gallarda Pere Màrtir Armet	Academia *nacional* de Ciencias y Artes
1	Física con su gabinete	Pere Vieta	Junta *nacional* de Comercio de Cataluña
1	Química con su laboratorio	Francesc Carbonell	Junta *nacional* de Comercio de Cataluña
1	Mineralogía y Geología	Agustí Yáñez	Colegio de San Victoriano
1	Botánica y Agricultura con su jardín botánico y terreno para la agricultura práctica	Joan Francesc Bahí	Junta *nacional* de Comercio de Cataluña
1	Zoología	Agustín Yáñez	Colegio de San Victoriano
1	Lógica y Gramática general	Domingo Moret	Ayuntamiento constitucional
1	Economía política y Estadística	Eudald Jaumeandreu	Junta *nacional* de Comercio de Cataluña
1	Moral y Derecho natural (*)	Ignasi Vidal i Pigem	Ayuntamiento constitucional
1	Derecho público y Constitución (*)	Josep Maria Tudó	Ayuntamiento constitucional

Entre las cátedras de segunda enseñanza es donde encontramos las cátedras científicas. En la tabla 1 se muestran las cátedras de Segunda Enseñanza y se destacan las de carácter científico sobre un fondo más oscuro [DIARIO, 1822].

Que las cátedras científicas estuvieran gestionadas por la Academia de Ciencias, la Junta de Comercio y el Colegio de Farmacia de San Victoriano se debió al prestigio y trayectoria histórica de estas instituciones.

La Academia de Ciencias Naturales y Artes de Barcelona (1770) fue el resultado final de una tertulia de 16 personas, interesadas en instruirse en la física experimental, que fundaron en 1764 la autodenominada

Conferencia Fisicomatemática experimental. La Academia acogió como miembros a los científicos más destacados de Cataluña y España, y también a miembros correspondientes en el extranjero. Además, después de la expulsión de los jesuitas (1767) la Cátedra pública de Matemáticas del Colegio de Cordelles (creada en 1756 y regentada por Tomàs Cerdà) pasó a la Conferencia Fisicomatemática y de ésta a la Academia. Francesc Bell se encargó de la docencia de la clase pública hasta el año 1803 y, posteriormente, Joan Gerard Fochs e Isidre Gallarda se repartieron la docencia en un ciclo de dos cursos que incluía las matemáticas y la cosmografía. A la muerte de Fochs (1821) Salvador Magriñá lo substituyó un año y después la cátedra pasó a Pere Màrtir Armet [BARCA, 2000, p. 175]. Es por ello que Isidre Gallarda y Pere Màrtir Armet aparecen como profesores de Geografía y Cronología y de Matemáticas puras.

Por otro lado, tenemos otra institución emblemática, la Junta de Comercio de Cataluña. La Junta promovió la educación técnica moderna en Cataluña creando escuelas técnicas formales, gratuitas, donde se impartieron contenidos científicos y técnicos. Desde 1770 hasta el restablecimiento de la Universidad de Barcelona, la Junta había creado ya 14 escuelas. De entre ellas, hemos de destacar aquí la Escuela de Química aplicada a las Artes (creada en 1805), la Escuela de Física Experimental (1814) y la Escuela de Agricultura i Botánica (1815) cuyos promotores y profesores respectivos fueron Francesc Carbonell, Pere Vieta y Joan Francesc Bahí.

Francesc Carbonell i Bravo (1768-1837), médico y farmacéutico, miembro de la sección de Química de la Academia de Ciencias, había estudiado en la Facultad de Medicina de Huesca y en la Facultad de Medicina de Montpellier donde conoció las ideas del químico francés Jean Anton Chaptal. Fue el primer profesor de la Escuela de Química aplicada a las artes de la Junta de Comercio, la primera escuela de enseñanza reglada de química de Cataluña inaugurada el 16 de mayo de 1805. Influenciado por Chaptal y su idea de una química aplicada a la producción agrícola y manufacturera del entorno regional, Carbonell confeccionó un programa de química supeditado a la economía catalana del momento e intentó enfocar los estudios a mejorar los tintes, la composición de los abonos y la calidad del vino y el aguardiente [NIETO-GALAN, 2009].

La Escuela de Agricultura y Botánica de la Junta estuvo a cargo del médico militar y cirujano Joan Francesc Bahí (1775-1841) que había sido catedrático de Botánica del Real Colegio de Cirugía de Burgos (1799-1802) y a él se debe la traducción al castellano de los *Elementa Terminologicae Botanicae* de Josef Jacob Plenck (1802). Bahí, que tuvo a su cargo el Jardín botánico de Barcelona, impartía clases teóricas en el otoño (morfologia, organografia y sistemática de las plantas) y clases prácticas en primavera [BERNAT, 2009]. Tanto Bahí como Carbonell, junto con el profesor de la Escuela de Mecánica de la Junta Francesc Santponç, fueron los redactores de la primera revista técnica de Cataluña editada por la Junta de Comercio entre 1815 y 1821: *Memorias de Agricultura y Artes* [PUIG-PLA, 2009a].

El tercer profesor de una cátedra científica ligada a la Junta de Comercio fue Pere Vieta. Médico cirujano, discípulo de Antoni Cibat en el Colegio de Cirugía de Barcelona, fue el promotor y primer director de la Escuela de Física Experimental creada en 1814 por la Junta de Comercio. Inicialmente Vieta siguió los *Elementos de física experimental* de Cibat, pero a los pocos años introdujo y tradujo (1818) el *Traité complet et élémentaire de physique* de Antoine Libes, que se convertiría seis años después en libro de texto oficial en España (1824) [PUIG-PLA, 2009b].

La tercera y última institución involucrada en las cátedras científicas de la Universidad es el Colegio de Farmacia de San Victoriano de Barcelona. Entre 1799 y 1808, el gobierno español había mostrado interés y preocupación por establecer una enseñanza formal de la Farmacia. Fundado antes de la Guerra de la Independencia, el Colegio no pudo empezar a funcionar, de hecho, hasta 1815. Agustí Yáñez (1789-1857), discípulo de Francesc Carbonell, obtuvo la cátedra de Historia natural en 1816 y defendió la idea de que los farmacéuticos deberían ser especialistas en Historia Natural y en Química. Fue el autor de la obra *Lecciones de Historia Natural* cuya primera edición se publicó en 1820 [CHIARLONE, 1857, p. 17].

Tenía sentido, pues, establecer las citadas cátedras científicas pues no eran en modo alguno estudios de nueva creación sino que, al contrario, aprovechaban estudios vigentes algunos de ellos con una larga trayectoria y solvencia.

Con la llegada de Los Cien Mil Hijos de San Luis en abril de 1823 y el posterior decreto del 1 de octubre de Fernando VII declarando nulos y de ningún valor los actos del gobierno constitucional, se llegaba al fin del Trienio Liberal y se daba al traste con la primera incipiente y efímera restauración de la Universidad de Barcelona. El 15 de noviembre se publicaba el edicto de la restauración de la Universidad de Cervera [SOLDEVILA, 1938, p. 159].

Consideraciones finales

Las cátedras científicas establecidas en la primera restauración de la Universidad de Barcelona no fueron, en realidad, cátedras de nueva creación. Se incorporaron a la Universidad enseñanzas científicas que ya se impartían en el seno de tres instituciones: la Academia de Ciencias, la Junta de Comercio y el Colegio de Farmacia de San Victoriano. Las cátedras se asignaron a profesores que ya impartían las mismas disciplinas. La organización establecida en la efímera universidad restaurada en 1822 sirvió de modelo para el posterior y definitivo restablecimiento de la Universidad de Barcelona que tendría lugar entre 1837 y 1842.

Bibliografía

BADA, J. (1990) "Els ensenyaments humanístics durant el segle XIX. El seminari diocesà i conciliar de Barcelona". En: D.D.A.A. *Història de la Universitat de Barcelona. I Simposium 1998*, Barcelona, Publicacions Universitat de Barcelona.

BARCA, F.X. (2000) "La Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona com a cos docent". En: NIETO-GALAN, A.; ROCA, A. (coords.) (2000) *La Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona als segles XVIII i XIX,* Barcelona, Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona/ Institut d'Estudis Catalans, 165-195.

BERNAT, P. (2009) "Millorar l'agricultura. L'Escola d'Agricultura i Botànica de la Junta de Comerç de Barcelona (1815-1851)". En: BARCA, F. *et al*. (coords.) *Fàbrica, taller, laboratori. La Junta de Comerç de Barcelona: ciència i tècnica per a la indústria i el comerç (1769-1851)*, Barcelona, Cambra Oficial de Comerç, Indústria i Navegació de Barcelona, 77-93.

BOSCH-GIMPERA, P. (1971) *La Universitat i Catalunya*, Barcelona, Edicions 62/Llibres a l'abast. Accesible on-line en *CONVIVIUM. Revista de Filosofía*, 1972, Núm. 36, 95-124: http://www.raco.cat/index.php/Convivium/article/view/76417/98623, visitada el 29.V.2013.

CHIARLONE, Q. (1857) *Biografía del Señor Don Agustín Yáñez y Girona*, Madrid, Imprenta de Manuel de Rojas.

DIARIO (1822) *Diario Constitucional, Político y Mercantil de Barcelona* (Sábado 16 de Febrero de 1822), Barcelona, Imprenta Nacional de la heredera de Dorca.

DURAN I SANPERE, A. (1963) *Felip V i la ciutat de Cervera*, Barcelona Rafael Dalmau. [Episodis de la història, vol. 42].

FOLCH, A. (1972) *Les universitats de Catalunya al tombant del segle XVII*, Barcelona, Rafael Dalmau. [Episodis de la història, vol. 161].

GEC-GRAN ENCICLOPÈDIA CATALANA (2013) "Universitat de Tortosa", accesible on-line en http://www.enciclopedia.cat/enciclop%C3%A8dies/cerca?s.q=Universitat+de+Tortosa&search-go=Cerca#.UbI3JNhYWSo , visitada el 29.V.2013.

LLADONOSA, J. (1969) *La Facultat de Medicina de l'antiga Universitat de Lleida,* Barcelona, Rafael Dalmau. [Episodis de la història, vol. 117-118].

NIETO-GALAN, A. (2009) "Aplicar la química a les arts. L'Escola de Química". BARCA, F. *et al.* (coords.) *Fàbrica, taller, laboratori. La Junta de Comerç de Barcelona: ciència i tècnica per a la indústria i el comerç (1769-1851),* Barcelona, Cambra Oficial de Comerç, Indústria i Navegació de Barcelona, 95-111.

PRATS, J. (1993) *La Universitat de Cervera i el reformisme borbònic*, Lleida, Pagès editors.

PUIG-PLA, C. (2009a) "L'influence française dans les premiers périodiques scientifiques et techniques espagnols. Les *Memorias de agricultura y artes* (1815-1821)". En: BRET, P. *et al.* (dirs.) *La presse et les periodiques techniques en Europe 1750-1950,* París, L'Harmattan.

PUIG-PLA, C. (2009b) "Divulgar la física moderna. L'Escola de Física Experimental". En: BARCA, F. *et al.* (coords.) *Fàbrica, taller, laboratori. La Junta de Comerç de Barcelona: ciència i tècnica per a la indústria i el comerç (1769-1851),* Barcelona, Cambra Oficial de Comerç, Indústria i Navegació de Barcelona, 159-181.

REGLAMENTO (1821) *Reglamento general de Instrucción Pública decretado por las Cortes en 29 de junio de 1821*, Barcelona, Imprenta del Gobierno.

SOLDEVILA, F. (1938) *Barcelona sense Universitat i la restauració de la Universitat de Barcelona*, Barcelona, Universitat de Barcelona, Facultat de Filosofia i Lletres i Pedagogia [Publicacions del Seminari d'Història, Monografies històriques, vol. IV].

BLANCO ABELLÁN, M. (coord.) (2014) *Enseñanza e Historia de las Ciencias y de las Técnicas: Orientación, Metodologías y Perspectivas.* Barcelona, SEHCYT, p. 121.

MODELOS PARA LA ENSEÑANZA DE LA OBSTETRICIA A LO LARGO DE LA HISTORIA

Dolores RUIZ-BERDÚN
Unidad Docente de Matronas de Madrid, E.U.E. Cruz Roja de Madrid
Alberto GOMIS
Universidad de Alcalá

Resumen

Los conocimientos obstétricos, aquellos relacionados con el embarazo, el parto y el puerperio, son igualmente necesarios a médicos que a matronas. De ahí que, para la instrucción de estos dos colectivos profesionales, se hayan fabricado a lo largo de la historia una serie modelos en diferentes materiales, como marfil, lana y cuero, cera y cartón-piedra. En algunos casos estos modelos se fabricaron a gran escala, como los de Gustave Ozenne y Louis Auzoux, pero en otros constituyen piezas únicas, como la máquina de Angélique Marguerite Le Boursier du Coudray y los cuadros anatómicos, en cartón-piedra, realizadas por el escultor Enrique Zofio Dávila.

En este trabajo pasamos revista a algunos de los modelos utilizados para la instrucción la obstetricia a lo largo de la historia, con especial atención a lo que recogieron algunos autores españoles, como la matrona Francisca Iracheta, la primera matrona española que escribió un texto para la enseñanza de esta profesión a sus alumnas.

Abstract

Obstetric knowledge, which related to pregnancy, childbirth and puerperium, is needed by both physicians and midwives. Hence, for the instruction of these two groups of professionals, a series of models in different materials such as ivory, wool and leather, wax and papier-mâché was manufactured. In some cases, such as Gustave Ozenne and Louis Auzoux, these models were manufactured on a large scale, but others are unique pieces, such as Angélique Marguerite Le Boursier du Coudray's machine and anatomical charts in papier-mâché, made by the sculptor Enrique Zofio Dávila.

In this paper we will review some of the models which have historically been used for the teaching of obstetrics with special attention paid to those mentioned by Spanish authors, such as the midwife Francisca Iracheta, the first Spanish midwife to write a text for teaching her students this profession.

Palabras clave: Historia de la obstetricia, Historia de las matronas.

Keywords: History of Obstetrics, History of midwives.

Introducción

En 1834 Ramón Capdevila, Secretario del Real Colegio de Cirugía de San Carlos, comisionaba a José Rodrigo para que en su viaje a París se interesase por la adquisición de diferente instrumental con vistas a la docencia en el Real Colegio. Entre éste se encontraba un *automate obstétrical* ideado por Gustave Ozenne, cuyo objeto sería la instrucción en todo lo relativo al parto a cirujanos y matronas. La comisión no tuvo el éxito apetecido, ya que el constructor francés se encontraba en esos momentos «*haciendo grandes modificaciones en su automate obstetrical ou mannequin tokomatique*», lo que le impedía calcular el valor que alcanzaría el mismo[1]. No era la primera vez que el Real Colegio de Cirugía de San Carlos se interesaba por un maniquí de partos. Existe constancia de que en 1794 el Colegio había realizado el encargo de construir un maniquí obstétrico al constructor Francisco Amich por un valor inicial de 3.000 reales de vellón[2].

Antes y después de estas fechas, otros autores y constructores idearon diversos maniquís y modelos con los que facilitar a los futuros profesionales de las Ciencias de la Salud la comprensión de todo el proceso reproductivo en la mujer. Pasamos revista, en este trabajo, a alguno de ellos, la mayoría utilizados en España.

Figura 1: Lámina de *Historia de la composición del cuerpo humano.*

Los materiales de demostración: láminas y figuras en distintos materiales

Los materiales de demostración han sido uno de los recursos más utilizados para la enseñanza de la obstetricia a lo largo de los siglos. Estaban basados en la capacidad de aprendizaje de los alumnos a través de la observación y los primeros que se desarrollaron fueron las láminas de contenido obstétrico que comenzaron a aparecer en la literatura médica. Podemos señalar como ejemplo la lámina que aparece en el folio 101 vuelto del libro *Historia de la composición del cuerpo humano*, escrito por Juan Valverde de Amusco (c.1525 –c.1587), uno de los anatomistas españoles más conocidos del Renacimiento. Se trata de la figura de una mujer embarazada con la pared abdominal y el peritoneo abiertos para mostrar la gravidez del útero. La figura central está rodeada de dibujos de la placenta humana (Figura 1). La lámina fue grabada en cobre en Roma en 1560, por Antonio Salamanca y Antonio Cafreri.

Pero, sin lugar a dudas, hubo dos obstetras ingleses, considerados por algunos autores como los padres de la Obstetricia, que se hicieron muy famosos por sus láminas obstétricas. Se trata de William Smellie (1697-1763) y su discípulo William Hunter (1718-1783). Gracias a la reproducción en láminas de disecciones realizadas a un número importante de cadáveres de mujeres embarazadas editaron unos famosos atlas, ente los que destaca *The Anatomy of Human Gravid Uterus*. Recientes investigaciones han señalado que, para poder tener suficientes cuerpos que diseccionar, estos obstetras estuvieron involucrados en asesinatos, por encargo, de embarazadas en el último mes de gestación [SHELTON, D.C., 2010][3].

[1] La contestación de José Rodrigo, fechada en París el 20 de julio de 1834 se conserva en el Archivo General de la UCM (Signatura: AH-0417). La descripción del "Automate obstétrical de M. Ozenne" en *Bulletin des Sciences Médicalles*, XXVII (1831): 110-111.

[2] El constructor reclamaba un incremento del presupuesto inicial, ya que al haber recibido la orden de modificar el primer diseño, había tenido que" inutilizar varios muelles, la matriz y otras diversas piezas": *Libro de representaciones, órdenes y respuestas, 1787-1799*. Biblioteca Histórica Marqués de Valdecilla (signatura BH MSS-928).

[3] Consideramos que una de las asignaturas pendientes que tenemos los historiadores es investigar los crímenes que se han cometido en nombre de la Ciencia.

Un tipo de material frecuentemente utilizado para los elementos de demostración fue la cera. La técnica de los moldeados de cera se perfeccionó durante el siglo XVIII, época en la que empiezan a aparecer numerosas figuras destinadas a la enseñanza de la Medicina. Entre ellas encontramos numerosas «*Venus anatómicas*», figuras de mujer, de cuerpo entero y tamaño casi al natural, recostadas sobre un lecho, con abdomen desmontable, que tras su apertura permitían la observación de los órganos internos, y que por lo general se mostraban grávidas, presentando un feto en el interior de su útero. Una de estas figuras ha sido recientemente restaurada en el *Museu d'Historia de la Medicina de Catalunya* [FERNÁNDEZ BERENGUÉ, L.; PUGÈS DORCA, M. & ZARZOSO ORELLANA, A., 2002]. También el Real Colegio de Cirugía de San Carlos tuvo una importante colección de ceras obstétricas entre las que se encuentran las que podemos observar en las figuras 2 y 3. Fueron realizadas fundamentalmente por Juan Cháez y Luigi Franceschi y hoy en día se conservan en el Museo de Anatomía «Javier Puerta» de la Universidad Complutense de Madrid [SÁNCHEZ ORTIZ, A.; DEL MORAL, N & MICÓ, S., 2012].

Figura 2: Cera obstétrica del antiguo Colegio de Cirugía de San Carlos. Dilatación completa y feto en presentación cefálica.

Figura 3: Cera obstétrica del antiguo Colegio de Cirugía de San Carlos. Feto en presentación de nalgas y nudo verdadero en el cordón umbilical.

La cera también fue el material utilizado por Enrique Zofio Dávila (1835- c. 1915) para la realización de una serie de cuadros didácticos sobre diferentes temáticas. Enrique Zofio Dávila trabajó toda su vida para la Sanidad Militar, pero también estuvo ligado al «Museo Olavide», donde desarrollo sus grandes dotes de escultor [CONDE-SALAZAR GÓMEZ, L. (2006), p. 32-34].

Figura 5: Cuadro de maniobras obstétricas de Enrique Zofio Dávila. Extracción manual de placenta.

Figura 4: Cuadro de maniobras obstétricas de Enrique Zofio Dávila. Gran extracción de segundo gemelo.

Aunque Enrique Zofio Dávila estaba especializado en las enfermedades dermatológicas, entre sus cuadros encontramos también algunas maniobras obstétricas como las que aparecen en las figuras 4 y 5 que se conservan el Museo de Historia de la Medicina de Oporto.

Otro de los materiales que fue empleado para la producción de modelos anatómicos relacionados con el campo obstétrico fue el cartón-piedra. Entre ellos, podemos incluir los modelos de Louis Auzoux (1797-1880), médico y comerciante francés, miembro del Departamento de Cirugía del Hotel Dieu de París, quien estableció un taller de fabricación de figuras anatómicas en St Aubin d' Ecrosville. Este tipo de modelos fueron llamados "clásticos" (klastos, griego – quebrantados), ya que podían ser desmontados para mostrar sus componentes.

Figura 6: Aparato reproductor y fases del desarrollo embrionario de Auzoux.

De sus talleres, que prosiguieron tras el fallecimiento de Auzoux, salieron un gran número de modelos anatómicos, de entre los que nos interesa destacar aquí una caja de madera con frente de cristal que muestra diferentes estructuras del aparato reproductor femenino así como el desarrollo embrionario en diferentes etapas (Figura 6). Las dimensiones de la caja son de 41 x 44 x 11, 5 cms. Una de estas cajas se conserva en la Facultad de Veterinaria de la Universidad de Zaragoza[4].

Los fantasmas o maniquíes obstétricos

Pero más allá de la mera observación, el objetivo de la enseñanza obstétrica fue la realización de maniobras prácticas que se asemejasen a la realidad, para lo cual se empezaron a utilizar una serie de «máquinas de parir» que simulasen el proceso del parto de la forma más verídica posible.

Uno de los primeros antecedentes sobre el uso de este tipo de ingenios tuvo lugar en Francia, durante el siglo XVIII. Una matrona llamada Angélique Marguerite Le Boursier du Coudray (1712-1789) diseñó una «máquina» con la que instruyó a las mujeres sin formación de la campiña francesa, con el fin de capacitarlas para atender partos [RATTNER GELBART, N. (1998) p. 60-61]. Dicha máquina fue autorizada por la Academia de Cirugía Francesa en 1758. Algunas de estas piezas se conservan en el Museo Flaubert de Historia de la Medicina en Rouen[5] (Figuras 7 y 8).

Figura 7: La "Máquina de parir" de Angélique Marguerite Le Boursier du Codray.

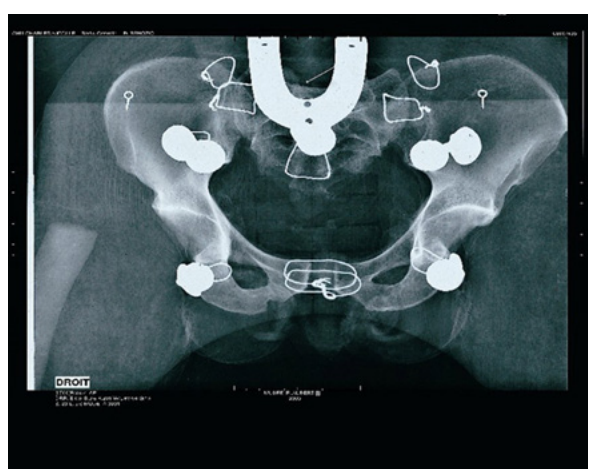


Figura 8: Radiografía que muestra el interior de de la "Máquina de parir" de Angélique Marguerite Le Boursier du Codray.

[4] Universidad de Zaragoza, Patrimonio Cultural. Número de inventario: UZ000113.
[5] http://www.musees-haute-normandie.fr/objet.php3?lang=fr&idrub=72

Otro de los pioneros en utilizar un fantasma para la enseñanza de la obstetricia fue William Smellie, del que ya hemos hablado previamente. Elizabeth Nihell, una matrona formada en Hotel Dieu de París describía en su libro *A treatise on the Art of Midwifery* «la máquina» que William Smellie utilizaba para la formación obstétrica de hombres y mujeres [NIHELL, 1760, p. 50]. El uso de los maniquís para el adiestramiento en obstetricia se fue consolidando poco a poco hasta parecer algo imprescindible. En la segunda mitad del siglo XIX, la española Francisca Iracheta escribía el que se considera primer libro escrito por una matrona para la formación de sus alumnas. El libro incluía «un patron para procurarse una pélvis artificial en que podrá ejercitarse á falta de maniquí». Desgraciadamente el libro está incompleto y el patrón es una de las partes que no se han conservado[6]. Ya en el siglo XX encontramos una evidencia de la utilización de maniquíes para la enseñanza de las matronas en la Universidad Central de Madrid. Se trata de una factura emitida por la «Casa Hartmann» de 150 pesetas en concepto de cobro de «un juego de gomas para el maniquí de partos» para la clase de matronas. La factura está fechada el 21 de junio de 1924.

En la actualidad, los maniquíes o fantasmas obstétricos han evolucionado hasta convertirse en simuladores de parto complejos y sofisticados que facilitan la enseñanza de esta profesión milenaria [GARDNER, R. & RAEMER, D.B. 2008].

Bibliografía

CONDE-SALAZAR GÓMEZ, L. (2006) «Historia del Museo Olavide» En: *Piel de cera. Olavide, San Juan de Dios y el Museo, 31-36.* Madrid: Academia Española de Dermatología y Venerología.

FERNÁNDEZ BERENGUÉ, L.; PUGÈS DORCA, M. & ZARZOSO ORELLANA, A. (2002) «La restauración de una Venus anatómica de cera». En: *Libro de Actas del XIV Congreso de Conservación y Restauración de Bienes Culturales, Valladolid, 28,29, 30 de noviembre y 1 de diciembre de 2002,* Vol. 1, 369-378. Valladolid: Excmo. Ayuntamiento de Valladolid.

GARDNER, R. & RAEMER, D.B. (2008) «Simulación en Obstetricia y Ginecología». *Obstet Gynecol Clin N Am,* 35, 97-127.

IRACHETA Y ARGUIÑARENA, F. (1870) *Exámen de matronas conforme son hoy y conforme deben ser.* Madrid, Imprenta médica de la viuda e hijos de Álvarez.

NIHELL, E. (1760) *A treatise on the Art of Midwifery.* Londres: A. Morley.

RATTNER GELBART, N. (1998) *The King's Midwife. A History a Mistery du madame du Coudray.* Berkeley: University of California Press.

SÁNCHEZ ORTIZ, A.; DEL MORAL, N & MICÓ, S. (2012) «Entre la Ciencia y el Arte. Ceroplastia anatómica para el Real Colegio de Cirugía de San Carlos (1786-1805)». *Archivo Español de Arte*, 85 (340), 329-349.

SHELTON, D.C. (2010) «The Emperor's new clothes». *J R Soc Med*, 103 (2), 46-50. Disponible en: http://jrs.sagepub.com/content/103/2/46.full

[6] Las dos únicas copias que se han localizado están en el Archivo General de la Administración (signatura AGA (05) 32/16403).

BLANCO ABELLÁN, M. (coord.) (2014) *Enseñanza e Historia de las Ciencias y de las Técnicas: Orientación, Metodologías y Perspectivas.* Barcelona, SEHCYT, p. 127.

UNA ASIGNATURA DE HISTORIA DE LA CIENCIA EN EL PLAN DE ESTUDIOS DE LA NONATA ESCUELA DE INGENIEROS ELECTRICISTAS DE ULTRAMAR (1890)

Jesús SÁNCHEZ MIÑANA
Centre de Recerca per a la Història de la Tècnica, UPC

Resumen

Esta comunicación relata brevemente la creación de la Escuela de Ingenieros Electricistas de Ultramar por el gobierno liberal de Sagasta en 1890 y su supresión en el mismo año al acceder al poder el partido conservador. Se da a conocer el esquema del plan de estudios y la comisión que lo elaboró, destacando la inclusión de una asignatura de historia de la electricidad.

Abstract

This communication briefly reports the creation of a school of electrical engineering for the colonies by Sagasta's liberal government in 1890 and its suppression in the same year with the advent of the conservative party. A scheme of the proposed curriculum is given together with the composition of the commission that designed it. The inclusion of a course on the history of electricity is emphasized.

Palabras clave: España, tecnología en el siglo XIX, enseñanza de ingeniería eléctrica.

Keywords: Spain, technology in the 19th century, electrical engineering education.

1. Introducción

Entre las primeras aplicaciones de la electricidad en el siglo XIX la telegrafía fue, sin duda, la más importante, y hubieron de transcurrir varias décadas hasta que otras –el alumbrado, la fuerza motriz– adquirieran la misma relevancia. La aplicación y desarrollo de la nueva tecnología requería personal capacitado, y las organizaciones usuarias, básicamente las prestadoras del servicio público de telegramas (estatales en Europa en su gran mayoría) y las ferroviarias para la gestión de sus tráficos, hubieron de formar sus propios técnicos. En España los primeros del Estado salieron de una escuela creada en 1852 para *reciclar* personal de la telegrafía óptica[1], con vistas al establecimiento de la primera línea eléctrica, de Madrid a Irún, que comenzó a

[1] Decreto del 6 de octubre de 1852 (*Gaceta* del día siguiente, p. 1). Para todo lo relativo a la estructura de personal de la telegrafía del Estado en España y su formación, véase OLIVÉ y SÁNCHEZ MIÑANA [2007].

funcionar en 1854. Se sabe, por otra parte, que la empresa del ferrocarril del Mediterráneo (Madrid-Alicante) mantenía en 1861 una escuela de telegrafía eléctrica[2], y es verosímil que no fuera la única.

Creado el Cuerpo de Telégrafos en 1855 y suprimida la escuela de 1852, no parece que la Dirección General correspondiente estableciera otra permanente para dar formación específica a quienes accedían por oposición mediante exámenes de conocimientos generales[3], sino que abría temporalmente una, denominada *práctica*, para que pasaran brevemente por ella los aprobados en cada convocatoria, antes de incorporarse a sus destinos. En estas condiciones se fue haciendo patente la necesidad de que el Cuerpo tuviera una cúpula facultativa especializada, y en 1864 se dispuso la creación de una *Academia Especial* del mismo, de la que saldrían ingenieros tras cursar estudios estructurados de forma similar a los de las carreras ya existentes. El centro no llegó a admitir alumnos, pues en 1866 fue suprimido por diversas razones, entre las que no faltó la oposición de otros cuerpos. Además, al mismo tiempo se degradó la capacidad técnica del de Telégrafos haciéndolo de escala única, con ingreso por la categoría más baja, de mero operador, y ascenso por rigurosa antigüedad, aunque a partir de 1876 se requiriera a los funcionarios superar exámenes de *telegrafía práctica* para acceder a los puestos más altos del escalafón.

Mientras tanto las máquinas rotatorias hacían posible la generación masiva de electricidad, la luz eléctrica se convertía en una alternativa viable a la del gas y se preveía un brillante futuro para el motor eléctrico. El campo de las aplicaciones se ensanchaba, pero nada se había avanzado en la formación de técnicos especialistas, más allá de lo que se les pudiera enseñar en las asignaturas de física de algunos centros[4]. Seguramente en el sentido de reforzar estos conocimientos, pero sin crear nuevas titulaciones, hay que entender una noticia de 1889 de que el Ministerio de Fomento pensaba "seriamente en realizar el proyecto concebido hace tiempo de que los estudios eléctricos formen parte de la carrera de ingenieros de caminos y minas, dándoles tal importancia que hasta se dice que se aumentará un año más en la carrera, el cual será dedicado a la ciencia eléctrica y sus aplicaciones"[5]. Este pensamiento, si realmente existió, no se concretó en la práctica, y tampoco prosperó al año siguiente la creación de la Escuela de Ingenieros Electricistas a la que se refiere este trabajo.

Por lo que respecta a los años inmediatamente posteriores, hay que señalar que en el curso 1891-92 comenzó a funcionar en la Escuela de Ingenieros de Minas de Madrid, una cátedra de electrotecnia[6], pero en 1893 la de Industriales de Barcelona pidió sin éxito lo mismo para ella, así como la implantación de la especialidad eléctrica en la carrera [LUSA, 2003]. En 1894 se creó el título de perito mecánico-electricista en la Escuela Central de Artes y Oficios de Madrid, y un año después se estableció el plan de estudios correspondiente[7]. En 1903 nacían dos entidades privadas dispuestas a llenar el vacío existente: en Barcelona la Real Escuela de Ingenieros Electricistas, que seguía el plan de estudios del prestigioso Institut Montefiore de Lieja, y en Valencia la Institución Internacional Electrotécnica de Julio Cervera Baviera, que ofrecía por primera vez en España enseñanzas por correspondencia.

2. Creación de la Escuela de Ultramar

Próximo a su final el *turno* de Sagasta que siguió a la muerte de Alfonso XII y ocupando Manuel Becerra y Bermúdez la cartera de Ultramar, el 29 de octubre de 1889 fue designado para la Dirección General de Administración y Fomento de ese Ministerio el antiguo telegrafista y diputado Eduardo Vincenti y Reguera. Y al

[2] Véase CARRIEDO [1861]. El autor, Felipe Carriedo y Mendoza, se titula en el libro "instructor de la escuela" de la empresa.
[3] También cubrieron plazas en el estamento de jefes del Cuerpo numerosos facultativos, sobre todo ingenieros industriales, que fueron dispensados de los exámenes.
[4] Siendo catedrático de física industrial de la Escuela de Ingenieros Industriales de Barcelona, Francisco de Paula Rojas y Caballero-Infante fue publicando a partir de 1884 los seis cuadernos de sus *Elementos de electrodinámica industrial,* recogiendo material que explicaba en sus clases. Estos cuadernos fueron la base de su posterior *Tratado* de la misma materia, obra fundamental en la enseñanza de la electrotecnia en España, de la que se hicieron ediciones hasta bien entrado el siglo XX.
[5] *Revista de Telégrafos*, 16-X-1889, p. 319.
[6] A cargo de José María de Madariaga y Casado. Véase VITAR [2004] y "Cátedra de electricidad", *Revista Minera*, 24-III-1893, p. 95.
[7] Respectivamente decretos de 13 de setiembre de 1894 (*Gaceta* del 16, pp. 958-959) y 19 de agosto de 1895 y reglamento del 20 (*Gaceta* del 23, pp. 692-695).

mes justo del nombramiento, un decreto creaba –o más bien restablecía– un negociado especial de Correos y Telégrafos en esa dependencia[8].

El decreto llevaba un largo preámbulo que pasaba revista al lamentable estado de las comunicaciones en las colonias, justificaba el nuevo negociado y adelantaba diversas medidas en estudio, como la unificación y sometimiento a la intervención del Estado de las compañías explotadoras de líneas submarinas, el tendido del cable directo entre España y las Antillas, la apertura de nuevas estaciones telegráficas, la modernización del material, la vigilancia y conservación de las líneas, e incluso algunas cuestiones, no planteadas en la metrópoli por el Ministerio de la Gobernación o resueltas en otro sentido, como la posibilidad de establecer y explotar el servicio telefónico por el Estado, el establecimiento de normas para las instalaciones eléctricas de alto potencial dedicadas al alumbrado, y también la formación de técnicos eléctricos:

> Las aplicaciones de la electricidad se multiplican de tal suerte, que es lícito esperar que ocupe pronto esta ciencia el primer puesto entre los elementos generadores de la civilización moderna; así, pues, deben ser los que a ella se dediquen, no modestos y rutinarios obreros, sino inteligentes ingenieros electricistas [...] A conseguir este elevado nivel científico se consagrará el Ministro que suscribe por lo que respecta al personal de Telégrafos de nuestras Antillas...[9]

Este compromiso dio su primer fruto con la publicación de un nuevo decreto de 3 de enero de 1890 creando la "Escuela de Ingenieros electricistas de Ultramar"[10]. También esta disposición iba precedida de una larga exposición de motivos. Según ella se pretendía "formar una sección técnica de ingenieros electricistas" en las Antillas y Filipinas porque el servicio allí, caracterizado por la utilización de cables submarinos, exigía disponer permanentemente de especialistas. Además se quería dar a los funcionarios del Cuerpo de Telégrafos de la metrópoli una oportunidad en el servicio de las colonias, proporcionándoles la formación adecuada en una "Escuela Especial", ya que hasta entonces sólo la iniciativa privada les había ofrecido "medios para aplicar sus conocimientos, haciendo justicia a sus aptitudes al colocarlos al frente de las explotaciones telefónicas y de luz eléctrica". El texto aseguraba que en España la enseñanza de la electricidad no había llegado a adquirir el "debido desarrollo", "ni aun en las escuelas de ingenieros civiles y militares, ni en las de artes y oficios", y hacía una interesante revisión de la situación de los estudios eléctricos en diversos países. Al final el ministro declaraba:

> El día, no lejano seguramente, en que se complete esta Escuela con el establecimiento de otras de mayor alcance en la Metrópoli, cabrá al Ministro que suscribe la satisfacción de aportar su contingente, facilitando y estimulando, no dificultando, más grandes empresas.

La breve parte dispositiva del decreto establecía en Madrid la Escuela, dependiente del Ministerio de Ultramar, con personal de dirección e instrucción procedente, en cuanto fuera posible, del Cuerpo de Telégrafos. La obtención del título quedaba reservada a aquellos telegrafistas que: 1º, justificaran haber aprobado a su ingreso en el Cuerpo, o en el curso de su carrera, una serie de materias básicas (aritmética, álgebra, geometría, topografía, francés, geografía, física, química y dibujo topográfico) o, en caso contrario, demostraran su suficiencia en ellas en exámenes previos a la entrada a la Escuela; 2º, siguieran después en ésta dos años de enseñanza teórico-práctica, abrazando "todas las aplicaciones de la electricidad", así como "estudios de ampliación" a determinar, y 3º, contaran con más de quince años de servicios, teniendo que esperar a cumplirlos para recibir el título quienes no lo tuvieran al término de sus estudios.

El 25 de febrero siguiente[11] se dispuso la formación de una comisión para que en el plazo de dos meses propusiera al Ministerio el reglamento y plan de estudios de la Escuela. Bajo la presidencia de Vincenti, reunía a "personas de reconocida competencia electrotécnica":

---

[8] *Gaceta*, 1-XII-1889, pp. 637-638.

[9] Conviene recordar que las colonias tenían su propio personal telegráfico, del Cuerpo de Comunicaciones de Ultramar, y que solo algunos funcionarios del Cuerpo de Telégrafos de la metrópoli prestaban allí servicio con licencia temporal.

[10] *Gaceta* del 4, pp. 30-32.

[11] *Gaceta* del 27, p. 596.

D. Francisco Pérez Blanca, inspector del Cuerpo de Telégrafos, autor de la obra titulada La Telegrafía práctica, declarada de texto para los exámenes de los jefes del cuerpo citado, e inventor del aparato telegráfico sistema dúplex, reconocido de utilidad para el servicio.

D. Casimiro del Solar, jefe de centro del Cuerpo de Telégrafos e ingeniero industrial.

D. Ángelo García de la Peña, director de sección del Cuerpo de Telégrafos, profesor de física, por oposición, que ha sido del Instituto de Huelva y con la carrera de ingeniero industrial.

D. Antonino Suárez Saavedra, director de sección del Cuerpo de Telégrafos, doctor en ciencias y director de la revista científica los Anales de la Electricidad.

D. Emilio Orduña, director de sección del Cuerpo de Telégrafos.

D. José Casas y Barbosa, director facultativo de la Sociedad Matritense de alumbrado eléctrico.

Todas ellos[12] eran, pues, jefes de Telégrafos en activo, salvo Casas, que disfrutaba de licencia en el Cuerpo. Actuaron con rapidez, no agotando el plazo de que disponían, y firmaron su dictamen sobre el plan de estudios el 7 de abril. El plan se aprobó el 10, el reglamento el 21, y por otra orden del 22 se les dieron las gracias "por el celo e ilustración" con que habían desempeñado su encargo[13].

3. Plan de estudios

Las enseñanzas de la Escuela se organizaron en cuatro años, dos de "estudios de ampliación", de contenido análogo a los *preparatorios* que entonces existían en todas las carreras de ingeniería, y dos "de aplicación". Las asignaturas de ampliación eran:

Primer año: Geometría analítica. Análisis[14]. Mecánica. Geometría descriptiva y sus aplicaciones. Dibujo.

Segundo año: Ampliación de física. Mecánica aplicada. Construcciones. Análisis químico. Elementos de termoquímica. Dibujo. Trabajo de laboratorio y prácticas.

Sobre las matemáticas la comisión se permitió una interesante matización, que no ha perdido actualidad:

Nuestro criterio en este punto, inspirándose parcialmente en prácticas que vemos establecidas con gran fruto en el extranjero, es el de reducir a términos prudentes la iniciación científica en lo relativo a la enseñanza del análisis matemático, temerosos de consagrar a una estéril gimnasia intelectual el tiempo que el alumno puede dedicar con fruto a las materias de aplicación y a las prácticas asiduas, complejas y reiteradas que la misión del Ingeniero, que no es precisamente la del sabio, requiere.

Las asignaturas de aplicación eran:

Primer año: Motores. Telegrafía. Electrotecnia. Electrometría. Proyectos. Prácticas.

Segundo año: Telegrafía. Electrotecnia. Electroquimica. Historia crítica de la electrología. Economía política y legislación. Inglés. Proyectos. Prácticas.

El dictamen justificaba estas asignaturas y daba alguna idea de sus posibles contenidos. Así, Motores no incluía los eléctricos, que se trataban en el segundo curso de Electrotecnia, que comprendía "el estudio de las dinamos [...] la teoría y uso de los transformadores, los sistemas de distribución, y [...] las aplicaciones al alumbrado eléctrico, a la transmisión de fuerzas, a la tracción y al teleferaje"[15], mientras que el primer curso se ocupaba de "la electricidad y el magnetismo, y en su concepto analítico los generadores de electricidad, fijándose especialmente en las pilas primarias y secundarias y en la inducción", así como del

[12] Véase "Apuntes biográficos" de Casas, Pérez Blanca y Suárez Saavedra, en SILVA [2007], pp. 635, 691 y 707. También SÁNCHEZ MIÑANA [2002-2003]. García Peña (1838-d. 1897) y Del Solar (1835-1920) habían ingresado en Telégrafos antes de 1860 (el segundo en 1857), Orduña (1839-d. 1903) en 1866.
[13] Sucesivamente *Gaceta* del 12, pp. 94-95, que incluye el dictamen; 22, pp. 193-194, y 23, p. 206.
[14] Análisis matemático, como aclaró en el artículo "A Industria e Invenciones" la revista *Anales de la Electricidad*, 15-V-1890.
[15] Galicismo por "téléphérage", palabra que designa el procedimiento de transporte mediante teleférico, en que los vehículos van suspendidos de un cable de tracción.

"electromagnetismo y las leyes relativas al circuito eléctrico". La telefonía se incluía dentro de Telegrafía[16]; Electrometría comprendía, además del sistema c. g. s. de unidades, "el estudio de los aparatos e instrumentos de medición, y el de los sistemas para efectuar toda clase de mensuras [sic] eléctricas"; y Electroquímica, apoyada en la Termoquímica de la ampliación, había de "versar, en su forma más práctica posible, sobre la galvanoplastia y la electrometalurgia". El dictamen también orientaba sobre el sentido de Historia crítica de la electrología, de la forma que se verá más adelante.

4. Controversia y supresión de la Escuela

La creación de la Escuela fue rápidamente contestada por el diputado Isidro Boixader y Solana, presidente de la Asociación Nacional de Ingenieros Industriales, quien con fecha 27 de enero firmó sendas exposiciones dirigidas a los ministros de Ultramar y Fomento, que publicó en un folleto ["Exposiciones...", 1890]. Además se dirigió en el Congreso a Becerra en la sesión del 3 de febrero, para criticar la medida por innecesaria y lesiva para sus representados, que, según él, ya recibían en la Escuela de su titulación la formación deseada, y anunciar una interpelación al ministro, que no parece que llegara a realizar. Otra exposición hizo poco después a Becerra en nombre de la Asociación de Barcelona, su presidente Rosendo Llatas y Riera[17]. La prensa *política* se limitó en general a dar noticia somera de estas iniciativas, mientras que algunas revistas especializadas tomaron más claramente partido, destacando la larga e interesante polémica mantenida por *Anales de la Electricidad e Industria e Invenciones,* dirigidas respectivamente en Barcelona por Suárez Saavedra y el ingeniero industrial Jerónimo Bolibar Galup. También hubo manifestaciones más equilibradas en otros ámbitos de la ingeniería que intentaban trascender la cuestión de la Escuela de Ultramar –que en el mejor de los casos solo podría hacer ingenieros eléctricos de unos pocos telegrafistas con bastantes años de servicios–, poniendo el foco en la necesidad de dar una solución general al problema de la falta de estos técnicos[18].

A finales de junio y principios de julio se nombraron profesores de la Escuela y se decidió su ubicación provisional, pero a los pocos días subía al poder el partido conservador y se produjo la correspondiente y total renovación de altos cargos. El nuevo Gobierno suprimió el centro por un decreto de 20 de setiembre, cuyo preámbulo aludía a la posible creación de otro para todo el país, que nunca llegaría a existir[19].

5. La "Historia crítica de la electrología"

Como queda dicho, la comisión redactora del plan de estudios incluyó en el cuarto y último año de la carrera una asignatura con este nombre. De ella solo se sabe lo que escribió en su dictamen:

> Materia nueva en las escuelas, que no sin cierto temor designamos con el epígrafe que precede, tanto por constituir éste un neologismo, cuanto porque el asunto no ha sido hasta el día tratado en forma didáctica. Sin embargo, aun a riesgo de no expresar nuestro pensamiento con la frase propia, y de que pueda pensarse que tratamos de señalar al futuro profesor de esta materia un trabajo de dificultad excepcional, tal convencimiento tenemos de que el examen de las grandes teorías que han dominado en la ciencia en cada época, la comparación de los métodos de investigación empleados, la apreciación exacta de la trascendencia de las hipótesis y de los descubrimientos hechos en distintas ocasiones, así como la valuación de la importancia relativa de los inventos, constituyen una materia digna de figurar en el plan de enseñanza superior electrotécnica, que no vacilamos en proponerla.

Obsérvese que, a pesar del título de la asignatura, sus proponentes le daban una gran generalidad, aunque seguramente pensaran centrarla en la física de la electricidad y sus aplicaciones técnicas. Llama la atención este intento de imbuir en los ingenieros el aprecio por la investigación básica y sus métodos, a la vez

[16] "Telegrafía" tenía todavía entonces el mismo significado y generalidad que hoy "telecomunicación", palabra acuñada ya en el siglo XX.
[17] Publicado en *Revista Tecnológico-industrial*, órgano de la Asociación, febrero de 1890, pp. 25-28.
[18] Véase "La enseñanza de ingenieros electricistas», firmado con las iniciales J. G. H., *Revista Minera*, suplemento *Ingeniería Municipal*, 24-I-1890, pp. 7-8, y "La Escuela de Ingenieros Industriales de Barcelona y la de Ingenieros Electricistas", por el ingeniero de montes Rafael Puig y Valls, *La Vanguardia*, 2-III-1890, p. 4.
[19] *Gaceta* del 28, p. 1.085.

que se les apresta a valorar críticamente las innovaciones que de ella puedan derivarse.

Resulta tentador ver la mano de Suárez Saavedra en tan pionera iniciativa. Baste recordar que había conseguido en 1876 la impresión de algunas de las memorias de Francesc Salvà i Campillo depositadas en la Academia de Ciencias de Barcelona, y su envío, junto con una biografía escrita por él, a la Special Loan Collection Exhibition de Londres [SÁNCHEZ MIÑANA, 2005, pp. 35-37], y que en 1880 había publicado una *Historia universal de la telegrafía*, primer volumen de su *Tratado* de esta materia. Quizá le secundara Casas, también con un historial como escritor, que en julio de 1890 iba a empezar a publicar la revista *La Ciencia Eléctrica*, que aparecería después con otros nombres. Menos interés mostraría seguramente Del Solar, que solamente previó algunas "conferencias" de "Historia crítica sobre telegrafía y electricidad", en un plan de estudios que dio a conocer por su cuenta poco después de que la comisión emitiera su dictamen ["Memoria...", 1890].

En todas partes los telegrafistas, primeros técnicos eléctricos, fueron conscientes de ser beneficiarios de los avances científicos que, a partir de la pila de Volta (1800) y el descubrimiento por Oersted de las interacciones entre corrientes e imanes (1820), permitieron el desarrollo de su trascendental tecnología, y lo fueron porque el proceso fue muy rápido y nítido, a diferencia de otros campos donde no se dio o tuvo lugar más lenta y veladamente. La propuesta de la asignatura Historia crítica de la electrología se sitúa en este contexto, en el que desde el principio la mayor parte de los autores que fueron escribiendo sobre telegrafía incluyeron en sus libros un relato más o menos completo de sus antecedentes. Por citar solo dos ejemplos de pioneros inventores, este fue el caso del estadounidense Alfred L. Vail, socio y colaborador de Morse [VAIL, 1845] y del inglés Edward Highton [HIGHTON, 1852].

Bibliografía

CARRIEDO, F. (1861) *Manual de telegrafía eléctrica de los ferro-carriles, descripción de los aparatos e instrucción de todo lo concerniente a este servicio*, Madrid.

"Exposiciones que con motivo del real decreto de 3 de enero de 1890 que propone la creación de la nueva escuela y especialidad de ingeniero electricista de Ultramar, dirije a los Excmos. Sres. Ministros de Ultramar y Fomento, el presidente de la Asociación Nacional de Ingenieros Industriales, en representación de la misma / Madrid / Tipografía de Gregorio Estrada / Dr. Fourquet, 7 / 1890". Ejemplar en la Associació Autonòmica Catalana d'Enginyers Tècnics de Telecomunicacions, Tarragona.

HIGHTON, E. (1852) *The Electric Telegraph: its History and Progress*, Londres.

LUSA, G. (2003) "La Escuela de Ingenieros Industriales de Barcelona y la introducción de la electricidad industrial en España (1872-1899)", *Actes de la VII Trobada d'Història de la Ciència i de la Tècnica,* Institut d'Estudis Catalans, 373-384.

"Memoria y proyecto sobre refundición de la Escuela de Ingenieros Electricistas para Ultramar en una Escuela Nacional de Telégrafos y de Ingenieros Electricistas / Valladolid [...] 1890". Folleto firmado en esta ciudad el 20 de abril de 1890.

SÁNCHEZ MIÑANA, J. (2002-2003) "Antonino Suárez Saavedra (1838-1900), telegrafista, ingeniero eléctrico y divulgador", *Quaderns d'Història de l'Enginyeria*, vol. V, 163-172.

SÁNCHEZ MIÑANA, J. (2005) *Vida y obra del doctor Salvà i Campillo / 1751-1828*, Col.legi d'Enginyers de Telecomunicació i SPOC, Barcelona.

SÁNCHEZ MIÑANA, J. y OLIVÉ, S. (2007) "De las torres ópticas al teléfono: el desarrollo de las telecomunicaciones y el Cuerpo de Telégrafos". En M. Silva (ed.) *El Ochocientos: profesiones e instituciones civiles. Técnica e ingeniería en España,* vol. V, Real Academia de Ingeniería, Institución «Fernando el Católico» y Prensas Universitarias de Zaragoza, 551-608.

SILVA, M. ed. (2007) *El Ochocientos: profesiones e instituciones civiles. Técnica e ingeniería en España*, vol. V, Real Academia de Ingeniería, Institución «Fernando el Católico» y Prensas Universitarias de Zaragoza.

VAIL, A. L. (1845) *The American Electro magnetic Telegraph: with the Reports of Congress, and a Description of all Telegraphs Known, Employing Electricity or Galvanism*, Filadelfia.

VITAR, B. (2004) *José María de Madariaga y Casado*, Laboratorio Oficial José María de Madariaga, Universidad Politécnica de Madrid.

BLANCO ABELLÁN, M. (coord.) (2014) *Enseñanza e Historia de las Ciencias y de las Técnicas: Orientación, Metodologías y Perspectivas.* Barcelona, SEHCYT, p. 135.

LOS PÚBLICOS DEL *TRATADO* Y EL *MANUAL DE QUÍMICA GENERAL* DE ANTONIO CASARES (1812-1888)[1]

Ignacio SUAY-MATALLANA
Instituto de Historia de la Medicina y de la Ciencia "López Piñero" (CSIC-UV)
igsuayma@alumni.uv.es

Resumen

La publicación de un libro de texto implica un proceso creativo que forma parte de la actividad científica y en el que participan gran número de actores. Por ello son una magnífica fuente para la historia de la enseñanza de la ciencia, así como para la historia de la ciencia y el estudio de los procesos de circulación de la ciencia. En éste artículo se estudiará el Tratado *y el* Manual de Química General *de Antonio Casares Rodríguez (1812-1888) y las posibilidades que ofrece para conocer el complejo proceso de producción y transmisión de la ciencia a un público variado y con intereses diversos.*

Abstract

The publication of a textbook is a creative process that is part of scientific activity and involves a wide range of actors. Textbooks are a great source for history scientific education as well as for history of science and the study of scientific circulation. This paper focuses on the Tratado *and the* Manual de Química General *wrote by Antonio Casares Rodríguez (1812-1888), to explore the complex process of production and transmission of science to a diverse audience with different interests.*

Palabras clave: Libros de texto, historia de la química, Antonio Casares Rodríguez.

Keywords: textbooks, history of chemistry, Antonio Casares Rodríguez.

1. Introducción

Los siglos XIX y XX han sido considerados por algunos historiadores como la edad de oro de los libros de texto [SHAPIRO, 2012, p. 99]. Aunque en ocasiones se han utilizado como meros escaparates del conocimiento

[1] Agradezco muy especialmente la ayuda y comentarios del profesor Dr. José Ramón Bertomeu. Este trabajo ha sido posible gracias al proyecto de investigación Ciencia, medicina y ley en España (1845-1940) (HAR2012-36204-C02-01/HIST) y a la estancia académica facilitada por la Dra. Katherine D. Watson en el Centre for Health, Medicine and Society de la Oxford Brookes University.

científico establecido y acumulado, en las últimas décadas los manuales de enseñanza son reconocidos como importantes elementos de la actividad científica que merecen ser objeto de estudio por sí mismos [VICEDO, 2012, p. 83].

Muchos autores de libros de texto de química son poco conocidos y resulta extraño encontrar sus nombres en diccionarios biográficos de historia de la ciencia. Sin embargo, todos ellos tuvieron que desarrollar un proceso creativo para seleccionar, organizar y estructurar los contenidos así como tomar decisiones para interpretar los fundamentos de la química [BERTOMEU-SANCHEZ, GARCIA-BELMAR, BENSAUDE-VINCENT, 2002, p. 249]. Los autores de los libros de texto debían realizar importantes esfuerzos de adaptación de los contenidos, tomar decisiones sobre la traducción de la obra, seleccionar la terminología más adecuada, añadir notas, comentarios o adiciones, afrontar controversias y negociaciones y, en definitiva, modelar su obra según los intereses de los lectores destinatarios y las características de su contexto local. Esta labor estuvo fuertemente condicionada tanto por los diversos métodos de control de los manuales (censura previa, revisión por especialistas, programas oficiales, etc.) como por su inserción en un competitivo mercado editorial [BENSAUDE-VINCENT, 2006, p. 668].

Los manuales de ciencias son un producto cultural, un agente de intercambio entre las comunidades científicas y sus contextos sociales, en el que no sólo los autores y lectores son protagonistas relevantes sino también los editores, impresores, distribuidores y vendedores, cada uno de ellos con distintos condicionantes intelectuales, publicitarios, económicos, sociales, políticos y legales [DARNTON, 2007, p. 503]. El estudio histórico de la producción, la apropiación, la adaptación y la transformación de estos manuales permite tanto analizar su papel como mediadores entre los autores y los lectores como conocer mejor esta gran diversidad de actores [SIMON, 2011]. Los libros de texto permiten estudiar también la circulación de la ciencia y considerar la adaptación de nuevas prácticas de enseñanza y de nuevos conocimientos entre los denominados “centros” y “periferias” científicas [BERTOMEU-SÁNCEZ, GARCÍA-BELMAR, LUNDGREN, PATIONITIS, 2006, p. 659].

Este trabajo considera el papel activo de los libros de texto y lo aplica al estudio del autor, los contenidos y los públicos del *Tratado Elemental de Química General* y del *Manual de Química General con aplicaciones a la industria y con especialidad a la agricultura* que publicó Antonio Casares Rodríguez (1812-1888). La elección de la obra se justifica no sólo por el interés que despierta este autor sino por el gran impacto que tuvo este libro, que fue editado en cinco ocasiones entre 1848 y 1880 y fue declarado por el gobierno durante varios decenios como libro de texto recomendado en las facultades españolas, permitiéndole acceder al importante número de estudiantes que constituían un “público cautivo”, ya que eran una importante audiencia que debía matricularse y comprar alguno de los libros que el gobierno declaraba como aptos para la enseñanza [NIETO-GALÁN, 2011, p. 184]. El artículo comenzará estudiando las características que compartía Casares con otros autores de su época. A continuación se presentarán las ediciones publicadas entre 1848 y 1880 y su relación con otros instrumentos docentes como los programas de las asignaturas. Finalmente, se compararán dichas ediciones con los programas para analizar las diferentes estrategias seguidas por Casares para dirigirse a un público diverso.

2. Antonio Casares y los autores de libros de texto de mediados del siglo XIX

El período estudiado se integra dentro de la denominada “etapa intermedia” de la ciencia española del siglo XIX que corresponde a las décadas situadas entre el periodo isabelino y la restauración (1833-1875). Durante esos años, la ciencia española se benefició de algunos cambios muy importantes: el retorno de muchos exiliados liberales, el aumento en la edición de obras científicas así como en la circulación de libros extranjeros, el crecimiento del periodismo científico y, todavía más destacable para el caso estudiado, se realizaron reformas educativas muy importantes, que condujeron al desarrollo de los institutos de segunda enseñanza, las facultades de ciencias y las escuelas especiales [LÓPEZ PIÑERO, 1992, p. 15]. La extensa trayectoria académica y la producción bibliográfica de Antonio Casares se ajustan bien a las características señaladas. Obtuvo el grado de bachiller en farmacia en 1832 y el de licenciado en 1836 en el Real Colegio de Farmacia de San Fernando de Madrid. Después de completar sus estudios con varios cursos de mineralogía

e historia natural en el Museo de Ciencias de Madrid y trabajar como ayudante segundo de la Real Botica, regresó a su Galicia natal como catedrático de química aplicada a las artes y fue nombrado en 1840 catedrático de química general en la Universidad de Santiago. En esta universidad fue también nombrado decano y rector -entre 1873 y 1888-. También destacó como experto en análisis químicos, especialmente de aguas minerales de balnearios y manantiales[2]. La producción científica de Casares es extensa y variada. Entre 1834 y 1888 publicó diferentes ediciones del *Tratado* y del *Manual*, varias traducciones de tratados franceses[3], un importante manual de análisis químico[4], dieciséis folletos de análisis químicos de aguas minerales, veintidós de contenido diverso (observaciones meteorológicas, programas académicos, etc.) y más de ochenta artículos en revistas y periódicos profesionales[5].

En la obra de Antonio Casares también pueden constatarse las principales tendencias existentes en la producción de libros de texto de química a partir de 1845. En esos años, aumentó considerablemente el número de publicaciones debido, principalmente, a la demanda que suponía la nueva enseñanza secundaria y la reforma de las universidades. Casares compartía características como la formación, la edad, la profesión o la diversidad geográfica con otros autores de manuales. Al igual que sucedía con Casares, muchos manuales de química fueron publicados en esos años por farmacéuticos jóvenes, que desarrollaron tempranamente actividades docentes, debido tanto a un relevo generacional como al esfuerzo por responder al interés del gobierno y poder añadir méritos que ayudaran a consolidar sus carreras. Además como sucedía con Casares -que vivía en Santiago de Compostela- los lugares de residencia de muchos de sus autores no se limitaban a la capital del país sino que existía una amplia diversidad geográfica[6].

3. El *Tratado* y el *Manual de Química General* y los programas de asignaturas

Los libros de texto se caracterizan por determinados formatos, tipografías y otros recursos editoriales así como por la existencia de tablas de contenidos y el empleo de herramientas didácticas, tales como tablas, esquemas o imágenes. Son obras que suelen editarse en varias ocasiones, con lo que resulta posible estudiar la evolución de sus contenidos. La comparación de las ediciones se puede enriquecer con el análisis de los programas de las asignaturas que los profesores preparaban para sus alumnos.

Antonio Casares publicó en 1848 el *Tratado Elemental de Química General* y, a partir de 1857, el *Manual de Química General con aplicaciones a la industria y con especialidad a la agricultura* que se editó en cuatro ocasiones (1857, 1867, 1873 y 1880). En los puntos siguientes se estudiarán conjuntamente ambas obras debido a la estrecha conexión existente entre ellas [CID, 2012, p. 104]. El propio autor las vinculaba en el prólogo del *Manual* de 1857 al recordar "la buena acogida" que tuvo el *Tratado* de 1848, además ambas fueron declaradas por el gobierno como libros de texto "recomendados para la enseñanza" en dieciséis ocasiones[7], una importante característica que contribuyó a aumentar el éxito de libro y el prestigio de Casares[8].

---

[2] Casares realizó numerosos análisis de aguas minerales de toda España y, en especial de Galicia, publicando más de una treintena de ellos, como por ejemplo los de Caldas de Reyes (1837), Caldas de Cuntis (1837), Arteijo (1837), Bar (1840), Santiago (1840), Loujo (1841), Carballino ((1847), Partovia (1847), Melón (1843), Verín (1848),Monzón (1852), Sousas (1854), Caldeliñas (1854), Lugo (1853 y1856), Loeches (1859), Carballo (1862), Mende (1862), Incio (1864), Burgas de Orense (1866), Azuage (1869), Caldas de Tuy (1871), Molgas (1860 y 1876), Bouzas de Rivadelago (1878), Mondáriz (1879), Cortegada (1879), Caldas de Orense (s.f.) y Oza (s.f.). [SUAY, 2012, p. 18].

[3] Las traducciones realizadas corresponden al Tratado de Farmacia Teórico y Práctico por M. Soubeiran, traducido de la tercera y última edición y adicionado por A. Casares, Madrid, Imprenta de H. Martínez, 3v., 484, 388 y 528 p. y el Tratado de Química Legal escrito en francés por Mr. Gantier de Claubry, traducido por A. Casares, Santiago, Imprenta y Litografía de D. Juan Rey Romero, 256 p., publicados en 1847 y 1857 respectivamente.

[4] El Tratado práctico de Análisis Química de las aguas minerales y potables, Madrid, Ed. Librería de D. Ángel Calleja, 271p., publicado en 1866.

[5] Principalmente en El Restaurador Farmacéutico y la Revista Sociedad Económica de Amigos del País de Santiago, de la que fue director, pero también en el Boletín de Medicina, Cirugía y Farmacia, la Revista Médica, la Revista de Ciencias Médicas y otros.

[6] Entre estos autores farmacéuticos encontramos a Antonio Casares, Rafael Sáez Palacios (1808-1883), Carlos Ferrari y Scardini (1820-1890), Juan López Chavarri (1813-1876), Manuel Rioz y Pedraja (1815-1887), Vicente Santiago Masarnau (m. 1879) y Ramón Torres Muñoz y Luna (1822-1890) [BERTOMEU SÁNCHEZ, GARCÍA BELMAR, 2000, p. 488] y [MUÑOZ BELLO, 2009, pp. 413-416].

[7] El libro de Casares fue recomendado para la enseñanza de la Química General de las facultades de Filosofía los cursos 1848-1855 y para la asignatura de Química general en las nuevas facultades de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales los cursos 1858, 1861, 1864-1867 y 1868 [VILLALAÍN, 1999, pp. 103-494].

[8] Sirva de ejemplo una de sus necrológicas dónde se afirmó que entre sus obras "descuella la que sirve de texto en muchas Universidades traducida al francés y a otros idiomas. Su tratado de química general, que es al que nos referimos, inmortalizará el nombre del sabio Sr. Casares que ha figurado entre los primeros químicos de su tiempo". "Necrológica", El Magisterio gallego: Revista de instrucción primaria, 204 (15/04/1888)

Como veremos posteriormente, el interés de Casares en dirigirse a públicos distintos implicó que, entre la edición de 1848 y la de 1880 se duplicara el número de páginas para poder incluir cada vez más contenidos teóricos y prácticos[9]. Para su organización, en vez de usar diferentes tipografías o incluir numerosas notas o apéndices, decidió elaborar un detallado índice organizado en el que se detallaban los contenidos tratados en cada capítulo[10]. Aunque a algunos autores les favorecía ser incluidos en las listas oficiales de libros recomendados, éstas suponían un elemento de control por parte del gobierno y eran rechazados por muchos profesores que veían limitada tanto su libertad de enseñanza como sus opciones para beneficiarse de las ventas de sus propios manuales [CANES, 2001, p. 366]. Otro importante mecanismo de control gubernamental eran los programas de las asignaturas, cuyo carácter prescriptivo condicionaba extraordinariamente los contenidos de las obras y marcaban a los estudiantes la forma "correcta" para leer los manuales y establecer un marco de interpretación [SHAPIRO, 2012, p. 106-108].

En el apartado siguiente estudiaremos tanto las ediciones del libro como los programas publicados en distintos momentos de la trayectoria académica de Casares (1851 y 1883) para observar sus principales cambios y su relación con los diferentes públicos.

4. Los públicos de Antonio Casares: estudiantes y artesanos

Desde finales del siglo XVIII la química contó con una audiencia muy variada que incluía desde estudiantes de medicina y farmacia -y posteriormente de enseñanza secundaria- a industriales, artesanos e interesados en cursos experimentales y demostraciones recreativas. Durante gran parte del siglo XIX muchos autores de libros de química decidieron dirigirse a distintos públicos elaborando dos tipos de obras, los libros de "principios" –que incluían mayor contenido teórico- y los libros de "recetas" –que contenían una recopilación de procedimientos empíricos [GARCÍA BELMAR, BERTOMEU SÁNCHEZ, 2003, p. 190]. Casares utilizó una estrategia similar al estructurar tanto el *Tratado* como el *Manual* en dos volúmenes diferenciados. El primero de ellos estaba dedicado a la inorgánica, mientras que el segundo volumen, dedicado a la orgánica, era más descriptivo y se asimilaba a los "libros de recetas". De esta forma Casares consiguió dirigirse tanto al importante publico "cautivo" formado por los estudiantes como a artesanos e industriales locales que, en ocasiones, le consultaban y recurrían a él como experto en asuntos tan variados como el análisis de aguas, la pirotecnia, la orfebrería o la mejora de los vinos [LOSADA, 2012, p. 61].

En los prólogos de las distintas ediciones Casares advertía que un libro de texto debía ser "metódico, claro y, en lo posible compendioso" y explicar "fenómenos capitales" y las "teorías de la ciencia", aunque también convenía "popularizar" las "aplicaciones en las artes o en la medicina" para que "adelanten" otras ciencias y "progrese" la industria [CASARES, 1848, p. V-VI]. En años sucesivos no sólo se mantuvo la división entre los contenidos eminentemente teóricos y los prácticos en dos tomos diferenciados sino que aumentaron los capítulos dedicados a la agricultura por ser "la base principal de nuestra riqueza" llegando a afirmar que esperaba que el *Manual* fuera "útil a toda clase personas, sin que por eso pueda dejar de servir de texto para la enseñanza" [CASARES, 1857, p. VI][11]. Es decir, Casares persiguió un doble objetivo ya que se esforzó en introducir los "adelantos" de la química y las teorías que formaban la "trama del edificio científico", mientras que mantuvo hasta la última edición su propósito de dirigirse también a "los que tienen que hacer aplicaciones de la ciencia a la industria" [CASARES, 1880, p. II-III]. Su interés en combinar ambos públicos implicó que la extensión del manual creciera considerablemente en las sucesivas ediciones para poder incluir cada vez más contenidos teóricos y prácticos.

[9] La evolución del número de páginas es la siguiente: 459 p. (CASARES, 1848), 688 p. (CASARES, 1857), 770 p. (CASARES, 1867), 866 p. (CASARES, 1873) y 836 p. (CASARES, 1880).

[10] El índice del Tratado de 1848 muestra únicamente la página dónde se explica cada materia, pero es reorganizado en las cuatro ediciones del Manual para facilitar su búsqueda y estructurado por capítulos.

[11] Los capítulos dedicados a la agricultura incluían cuestiones como: usos y fabricación de abonos, tipos y productos de la fermentación, conservación de sustancias orgánicas y alimentos, curtido de pieles, producción de algodón y papel, féculas y panificación, azúcar y refinación, destilación y producción de alcoholes, vinos, cervezas y sidras, grasas, ceras y jabones, extracción de colorantes, tintes y alcaloides, preparación de colas y barnices o propiedades y usos de leche, manteca, quesos y otros productos orgánicos.

La comparación entre los programas de las lecciones de química que Casares impartió en la universidad en 1851 y 1883, y los contenidos incluidos el *Tratado* y el *Manual* muestra cómo en las clases debía combinar las exigencias de los planes de estudio con los intereses de "los alumnos, que por primera vez se dedican a esta ciencia, y cuyo estudio es preparatorio para las carreras de medicina y farmacia" [CASARES, 1883, p.4].

El programa académico de 1883 tenía 73 lecciones, y su *Manual* de 1880 tenía también 73 capítulos, pero un análisis más detallado nos muestra que estaban distribuidos de forma distinta. En el programa que Casares preparó en 1883 para sus clases en la universidad dedicaba mucha más atención a la química inorgánica (57 clases) que a la química orgánica (16 clases), por lo que los contenidos teóricos tenían una gran importancia. Sin embargo, en la edición del *Manual* de 1880 el número de capítulos dedicados a la inorgánica (42 capítulos) y a la orgánica (31 capítulos) estaban más equilibrados, ya que dicho libro no sólo era utilizado por sus alumnos. Además, los contenidos se podían presentar en un orden distinto en el programa y en el *Manual*, por ejemplo en algunos casos decidió explicar en sus clases de forma individualizada algunos elementos -como el níquel y el zinc o el mercurio y el oro- que se estudiaban conjuntamente en el libro. En relación con la química orgánica, el programa de 1883 contenía la mitad de lecciones de esa materia (16) que capítulos del *Manual* de 1880 (31) debido a la eliminación de aquellos capítulos más prácticos -destinados a artesanos, fabricantes o peritos químicos y agrícolas- que se relacionaban con la fabricación de sustancias comunes.[12]

Por otra parte, la comparación del programa y el *Manual* en épocas anteriores muestra un mayor protagonismo de la física. Por ejemplo en el programa de 1851 se dedicaron varias lecciones introductorias al estudio de los fluidos imponderables, el calor, electricidad y galvanismo, cohesión y catálisis, cristalografía o las propiedades físicas del aire, dichas lecciones representaban un punto de unión entre la química y la física experimental que progresivamente fue desapareciendo [LIND, 2000, p. 132]. La comparación entre el programa de 1851 y el *Manual* de 1857 también permite comprobar cómo los contenidos destinados a los estudiantes universitarios aún no están tan definidos como en décadas posteriores, ya que en el programa se mantuvieron muchas de las aplicaciones prácticas existentes en el libro -como nociones geológicas, afinación y fundición del hierro, metalurgia del cobre y del plomo, extracción del mercurio, vidriados y porcelanas, así como las manipulaciones vinculadas a la química orgánica mencionadas anteriormente.

5. Conclusiones

La consideración de los libros de texto científicos como elementos de conocimiento activo permitiría, en otros trabajos, estudiar la importancia de la cultura visual y el uso de imágenes o grabados, analizar el impacto de la terminología y la nomenclatura, conocer el papel de los instrumentos científicos y su relación con la disposición de los espacios, comparar el uso de términos y datos históricos, estudiar la contribución del editor y las técnicas tipográficas, discutir la evolución de las prácticas docentes y la evolución del alumnado, comprobar la presencia de problemas o ejercicios, incidir en su carácter oficial como libro de texto recomendado, detallar su influencia en la formación de nuevas generaciones de científicos o comprobar el efecto del libro sobre la autoridad como profesor y como experto.

Sin embargo, este artículo ha mostrado el esfuerzo creativo de muchos autores de manuales de química situados en la "periferia" europea que no se limitaban a transferir o transmitir el conocimiento científico desde los centros "productores". A mediados del siglo XIX un número importante de autores fueron jóvenes farmacéuticos dedicados a la docencia. Para ellos la publicación de un manual no sólo podía proporcionarles importantes ventas o reconocimiento sino también posibles ventajas en su estatus docente en una época de importantes reformas en la enseñanza secundaria y universitaria.

El estudio de las diferentes ediciones del *Tratado* y el *Manual* de Antonio Casares, muestra la importancia que tenía para el autor que su obra figurara entre las recomendadas para la enseñanza por el gobierno y los esfuerzos del autor por actualizarla e introducir cambios como la progresiva reducción de los

[12] Algunos ejemplos de capítulos eliminados corresponden al de la fécula y panificación, el vino y su producción, jabones y bujías, aceites y parafinas, resinas y barnices, colorantes, principios de tintorería, sustancias albuminoideas, gelatinosas, animales y orina.

contenidos relacionados con la física experimental, algo que también sucedió en sus programas. Finalmente se ha indicado el esfuerzo de Casares para integrar a un público diverso, mientras que en su libro mantiene aplicaciones prácticas de la química destinadas a artesanos e industriales, el estudio de los programas muestra una paulatina eliminación de los aspectos prácticos con el objetivo de dirigirse a un público de estudiantes cada vez más interesado en cuestiones teóricas relacionadas con la medicina y la farmacia.

6. Bibliografía

BENSAUDE-VINCENT, B., (2006) "Textbooks on the map of science studies", *Science & Education, 15*, 667-670.

BERTOMEU SÁNCHEZ, J.R.; GARCÍA BELMAR A. (2000) "Los libros de texto de química destinados a estudiantes de medicina y cirugía en España (1788-1845)", *Dynamis*, *20*, 457-489.

BERTOMEU-SANCHEZ, J.R.; GARCIA-BELMAR, A.; BENSAUDE-VINCENT, B., (2002) "Looking for an order of things: Textbooks and chemical classifications in Nineteenth Century France", *Ambix, 49 (3)*, 227-250.

BERTOMEU-SÁNCEZ, J.R., GARCÍA-BELMAR, A., LUNDGREN, A., PATIONITIS, M., (2006), "Introduction: Scientific and Technological Textbooks in the European Periphery", *Science & Education, 15,* 657–665.

CANES GARRIDO, F., (2001), "El debate sobre los libros de texto de secundaria en España (1875-1931)", *Revista Complutense de Educación, 1,* 357-395.

CASARES RODRÍGUEZ, A. (1848) *Tratado Elemental de Química General,* Madrid, Librería de Don Ángel Calleja, 2v, 241 y 214 p

CASARES RODRÍGUEZ, A. (1851) *Programa de las lecciones de química general*, Santiago, Imp. y litografía de d. Juan Rey Romero, 9p.

CASARES RODRÍGUEZ, A., (1857) *Manual de Química General con aplicaciones a la industria y con especialidad a la agricultura*, Madrid, Librerías de D. Ángel Calleja, 2 v., 448 y 240 p.

CASARES RODRÍGUEZ, A. (1867) *Manual de Química General con aplicaciones a la industria y con especialidad a la agricultura*, Madrid, Librería de D. Pablo Calleja y Compañía, 2 v., 479 y 291 p.

CASARES RODRÍGUEZ, A. (1873) *Manual de Química General con aplicaciones a la industria y con especialidad a la agricultura*, Madrid, Librería de Pablo Calleja y Compañía, 2 v., 526 y 340 p.

CASARES RODRÍGUEZ, A. (1880) *Manual de Química General con aplicaciones a la industria y con especialidad a la agricultura*, Madrid, Librería de Pablo Calleja y Compañía, 2 v., 491 y 345 p.

CASARES RODRÍGUEZ, A. (1883) *Programa de las lecciones de química general*, Santiago, Est. Tip. De la Viuda e hijas de Mirás, 17p.

CID MANZANO, R. (2012) "O manual de química: a labor pedagóxica de Antonio Casares", *Boletín das ciencias, 75*, 101-118.

DARNTON, R. (2007) ""What is the history of books?" revisited", *Modern Intellectual History, 4, (3)*, 495-508.

GARCÍA BELMAR, A.; BERTOMEU SÁNCHEZ, J.R. (2003) "El Curso de química general aplicada a las artes (1804-1805) de José María San Cristóbal y Josep Garriga i Buach". En: BARONA, J.L.; MOSCOSO, J.; PIMENTEL, J., (eds.), *La Ilustración y las ciencias. Para una historia de la objetividad*, Valencia, Universitat de Valencia, 179-236.

LIND, G., (2000) "Chemistry in Physics textbooks, 1780-1820". En: LUNDGREN, A.; BENSAUDE-VINCENT, B., *Communicating chemistry. Textbooks and their audiences, 1789-1939*, Canton, Science History Publications, 119-139.

LÓPEZ PIÑERO, J.M. (1992) "Introducción". En: LÓPEZ PIÑERO, J.M. (ed.), *La ciencia en la España del siglo XIX*, Madrid, Asociación Historia Contemporánea, Marcial Pons, 11-18.

LOSADA SANMARTÍN, Mª. L. (2012) "Antonio Casares, una vida dedicada a ensinar, aprender, divulgar e aplicar", *Boletín das Ciencias, 75*, 55-66.

MUÑOZ BELLO, R. (2009) "Autores y traductores de libros de texto de química en España, 1788-1845", *Actes d'Història de la ciència i de la técnica, 2, (1)*, 411-418

NIETO-GALÁN, A. (2011) *Los públicos de la ciencia: Expertos y profanos a través de la historia*, Madrid, Marcial Pons, 407 p

PORTELA, E.; SOLER, A. (1992) "La química española del siglo XIX". En: LÓPEZ PIÑERO, J.M. (ed.), *La ciencia en la España del siglo XIX*, Madrid, Asociación Historia Contemporánea, Marcial Pons, 85-107.

SHAPIRO, A.R. (2012) "Training and Popularization: Regulating Science Textbooks in Secondary Education", *Isis, 103, (1)*, 99-110.

SIMON, J. (2011) *Communicating Physics: The Production, Circulation and Appropriation of Ganot´s Textbooks in France and England (1851-1887)*, London, Pickering and Chatto, 302 p.

VICEDO, M. (2012) "The secret lives of textbooks", *Isis, 103, (1)*, 83-87.

SUAY MATALLANA, I. (2012) *Análisis de aguas y controversias en la España del s. XIX: Antonio Casares, José Salgado y el balneario de Carratraca*, Valencia, Universidad de Valencia.

VILLALAÍN BENITO, J. L. (2002) *Manuales escolares en España. Tomo II, Libros de texto autorizados y censurados (1833-1874)*, Madrid, Universidad Nacional de Educación a Distancia, 646p.

BLANCO ABELLÁN, M. (coord.) (2014) *Enseñanza e Historia de las Ciencias y de las Técnicas: Orientación, Metodologías y Perspectivas.* Barcelona, SEHCYT, p. 143.

JOHN TYNDALL Y EL PROGRESO DE LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA EN ESPAÑA

José Antonio VILLAR PIÑÓN
CEHIC-UAB

Resumen

La figura del físico irlandés John Tyndall (1820-1893), insólitamente postergada en la historia de la ciencia hasta fechas recientes, ha recobrado actualidad a la luz de los trabajos de estudiosos de la época victoriana como William H. Brock, Frank M. Turner, Ruth Barton, Bernard Lightman o Ursula DeYoung. Dichos autores señalan el papel capital desempeñado por Tyndall en la configuración de la Física como disciplina científica, su afán por reformar el sistema educativo británico, su paradigmático papel como divulgador científico y su lucha por demarcar los límites entre ciencia y religión. Fruto de la investigación doctoral desarrollada actualmente en el CEHIC-UAB, analizamos las aportaciones de Tyndall al desarrollo de la educación científica en el contexto español del último tercio del siglo XIX, identificando aquellos autores e instituciones protagonistas de la circulación y apropiación del ideario científico Tyndalliano. Sus conexiones con Francisco Giner de Los Ríos (1839-1915), Luis Simarro Lacabra (1851-1921), o José Macpherson Hemas (1839-1902), revelan su impronta en la práctica pedagógica institucionista. Como divulgador científico, será referente esencial de autores regeneracionistas como José de Echegaray y Eizaguirre (1832-1916), José Rodríguez Mourelo (1857-1932), José Rodríguez Carracido (1856-1928), Enrique Serrano Fatigati (1845-1918), Francisco de Paula Rojas Caballero-Infante (1832-1909) y Eduardo Lozano y Ponce de León (1844-1927).

Abstract

The Irish physicist John Tyndall (1820-1893), surprisingly left behind in the History of Science until recently, has been recognized again in the context of the Victorian scholarly works of William H. Brock, Frank M. Turner, Ruth Barton, Bernard Lightman and Ursula DeYoung. They point out the key role played by Tyndall in the configuration of physics as a scientific discipline, his zeal in reforming British education system, broadening the scientific education, his paradigmatic role in science popularization, and his struggle to establish the limits between science and religion. This paper analyzes Tyndall´s contribution to the development of scientific education taking into account the results of the doctoral research carried out today in the CEHIC-UAB, in the Spanish context of the last third of the 19th century, identifying those authors and institutions that leaded the transit and appropriation of Tyndall´s scientific thought. His connections with Francisco Giner de los Ríos (1839-1915), Luis Simarro Lacabra (1851-1921), and Jose Macpherson Hemas (1839-1902), reveal his stamp in the pedagogic practice of the Institución Libre de Enseñanza. As scientific populariser, he will be an essential reference for "regeneracionistas" as Jose de Echegaray y Eizaguirre (1832-1916), Jose Rodríguez Mourelo (1857-1932), Jose

Rodríguez Carracido (1856-1928), Enrique Serrano Fatigati (1845-1918), Francisco de Paula Rojas (1832-1909) and Eduardo Lozano y Ponce de León (1844-1827).

Palabras Clave: Divulgación científica, Siglo XIX, Enseñanza

Keywords: Science Popularization, 19th Century, Education

1. La física como disciplina científica moderna: aportaciones de J.Tyndall

Los historiadores de la ciencia, finalmente, han reparado en el papel central desempeñado por el físico irlandés John Tyndall (1820-1893) en la consolidación de la física como disciplina científica, en su actual acepción epistemológica. A través de la original temática de sus investigaciones y de su apasionada labor de popularización de la física como área específica de investigación, Tyndall propició, una profunda mudanza en la naturaleza de las disciplinas científicas, contribuyendo decisivamente a la redefinición del concepto de ciencia, y a sustentar la imagen pública de autoridad de los científicos en la sociedad victoriana [BROCK, 1981]. En su discurso retórico están presentes tres elementos cardinales: la necesidad de situar a la ciencia como fuente primaria de todo conocimiento; su apuesta por establecer ésta como base de la educación frente a la secular tradición de las enseñanzas clásicas; y su afán por liberar la actividad científica de toda restricción impuesta por el omnipresente dogma religioso [LIGHTMAN, 2004]. Las motivaciones subyacentes al discurso tyndalliano residen en la convergencia de intereses entre los fenómenos de secularización e incipiente profesionalismo, que Tyndall comparte con otros colegas adscritos a la corriente filosófica del naturalismo científico como Herbert Spencer (1820-1903) o Thomas Huxley (1825-1895), estrechamente ligados al irlandés, en la común campaña por la educación científica [TURNER, 1980; BARTON, 1987]. Lo que caracteriza su peculiar cosmovisión de la ciencia, es el hecho de asignarle una finalidad concreta como agente social, dada la innata curiosidad científica del ser humano y la espectacular eclosión científico-técnica de la era victoriana, que demandaban una educación basada en la ciencia. En su campaña por la educación científica, Tyndall, reserva a los científicos el papel de "héroes" sociales, destinados a inocular el método científico a través de la educación, reubicándola en el centro neurálgico de la sociedad [DEYOUNG, 2011].

2. La impronta pedagógica de John Tyndall: la Institución Libre de Enseñanza

Entre los primeros socios fundacionales de la Institución Libre de Enseñanza (ILE), centro educativo privado, parauniversitario y laico, surgido a mediados de 1876, a raíz del conflicto provocado por la "segunda cuestión universitaria", figuraba el científico irlandés, John Tyndall, y ésta le había otorgado su gratitud al designarlo como primer profesor honorario [CACHO-VIU, 1962]. El 31 de marzo de 1894, el Boletín de dicha Institución (BILE) desvelaba en una reseña necrológica sin rubricar, el activo papel desempeñado por Tyndall en el diseño de la naciente institución académica, suministrando datos e informes para la creación de un centro educativo, inicialmente concebido para la enseñanza e investigación superiores. Para los institucionistas, la figura del librepensador, educador científico y divulgador de las ciencias, constituía el más genuino de sus émulos [OTERO-URTAZA, 1994]. En el artículo "Science in Spain" publicado por Giner de los Ríos en *Nature*, el año 1877, el físico irlandés es señalado como el más popular de los autores científicos extranjeros del momento; Luis Simarro, profesor de física experimental de la ILE, institución promotora de una exitosa serie de conferencias de popularización científica, parte esencial de sus principios fundacionales, es aludido por Giner de los Ríos, como el meritorio expositor público de los trabajos sobre óptica desarrollados por John Tyndall, al extremo de replicar alguno de sus ilustrativos experimentos. Las obras de Tyndall formaban parte además del material didáctico empleado en el Gabinete de Física de la Institución. Los métodos pedagógicos del irlandés, abandonando la rutina de los libros de texto, centrando los aprendizajes en los fenómenos naturales del

mundo cotidiano y el entorno físico, propiciando la actividad del alumno mediante aprendizajes autónomos y significativos, se incorporarán también a la metodología empírica institucionista, en sus novedosas "excursiones instructivas", acordes con una perspectiva didáctica de enseñanza integral. Los naturalistas vinculados a la ILE, reflejarán en sus manuales la interpretación tyndalliana de ciertos fenómenos naturales, en relación a la cristalografía, glaciología, sismología, o a la física de coloides. [BOLÍVAR & CALDERON & QUIROGA, 1895, I, p.60; ODÓN DE BUEN, 1896, I, p.435, p.498]. Kathryn Olesko, nos advierte que la historia de la educación científica es un proceso cuyo estudio es indisociable al de la propia historia de la ciencia [NIETO-GALÁN, I, p. 203].

3. Los Tyndallistas y la divulgación científica en el Ateneo de Madrid

El 14 de mayo de 1880, el diario madrileño, *El Globo*, abría su portada con un extenso artículo dedicado a glosar la figura de John Tyndall, exhortando sobre la necesidad de traducir sus obras de divulgación científica y dando cuenta de la existencia en la capital de un activo grupo de estudiosos de su obra. El creciente interés por la cultura científica se había reflejado durante los acalorados debates celebrados en el Ateneo de Madrid durante el curso de 1875-76, cuestionando si la vida de los seres organizados podía considerarse una manifestación de la transformación de la energía, a la que seguirá en el curso 1878-79, la cuestión relativa a determinar si las leyes de la materia gobiernan también el mundo orgánico. Estos debates constituyen el foco introductor del positivismo en España, originando la evolución positivista del pensamiento krausista y evidenciando la puesta en valor de la cultura científica de filiación anglosajona. En este contexto la obra de Tyndall es objeto de atención preferente en conferencias y cursos promovidos por la sección de ciencias naturales, esclarecedor ejemplo de lo que James A. Secord denominó, "Knowlegde in Transist" [SECORD, 2004]. Luis Simarro, talentoso líder del sector positivista en dichos debates, recreará algunos experimentos del físico irlandés, a propósito de la luz, en los salones del Ateneo de Madrid. El físico krausista, Enrique Serrano Fatigati, paralelamente a Tyndall, investiga de forma experimental, la influencia de ciertos factores ambientales en el origen de la vida, estableciendo una relación entre el transformismo de las especies y la generación espontánea. *La Revista de España*, recogerá el contenido de su conferencia "Física general. Constitución de la materia", pronunciada en 1880 en el Ateneo de Madrid, donde se acepta la refutación experimental de la generación espontánea, efectuada por Tyndall. El farmacéutico compostelano, Rodríguez Carracido, se convierte a partir de 1875, en asiduo lector de la Biblioteca del Ateneo madrileño, ricamente nutrida de las traducciones francesas de Tyndall, autoría del abbè Moigno. Gran dinamizador de la vida ateneísta, Carracido defiende el positivismo en los debates de 1876, y en compañía del químico lucense, Rodríguez Mourelo, edita la revista quincenal *Novedades Científicas*, en cuyas páginas comentará los trabajos de Tyndall sobre "Diatermancia en el aire" y "Fuerzas moleculares en los gases". De la intensa vida científica y cultural del Ateneo nos da cuenta Mourelo, en febrero de 1880, desde las páginas de la *Revista de Galicia*, comparando su carácter con el de la londinense Royal Society. La presencia de Tyndall es constante en las conferencias que Mourelo pronunciará a lo largo de sucesivos años en el Ateneo, ya sea en "La Materia Radiante" (1880), "El Fotófono" (1881), "Concepto de la energía (1882)", o en la "Historia y estado actual de las ciencias físicas" (1885-86). En 1883, se había ocupado de los experimentos acústicos de Tyndall al publicar *La radiofonía: estudio de una nueva propiedad de las radiaciones*. Su labor divulgativa abarca toda la versátil y dilatada actividad investigadora del sabio irlandés, ya sea en artículos de *La Ilustración Española y Americana, La Opinión, El liberal, La Revista de España, La Ilustración Artística, Revista Contemporánea, o en la revista La Naturaleza*, en cuyas páginas se recogen sendas conferencias pronunciadas por Mourelo en los salones del Ateneo de Madrid, en enero de 1894, con ocasión del fallecimiento del físico irlandés:

> "Aparte de sus dos caracteres de inventor y experimentador, fue Tyndall maestro sin segundo. Nadie le ha igualado en el arte de exponer ciencia, y como vulgarizador es el primero de la época que alcanzamos. ¿Quién como él ha comprendido el sentido eminentemente educativo de las ciencias en el siglo que corre?" [MOURELO, 1894, V, p. 26].

4. John Tyndall y la popularización de las ciencias en Cataluña

La labor de popularización científica, de Francisco de Paula Rojas (1832-1909) acompañará su periplo vital, al compás de su magisterio académico en la Escuela Industrial de Barcelona. En una necrológica de Mourelo en el año 1909, se remarca la notoriedad alcanzada por Rojas como conferenciante del Ateneu Barcelonés, sociedad que, había premiado su obra, *Termodinámica, su historia, sus aplicaciones y su importancia*, con ocasión de un certamen celebrado en 1876. Continuaba la senda divulgativa emprendida por Gumersindo Vicuña Lazcano (1840-1890) y de José Echegaray sobre esta nueva disciplina de la física. Éste último, al publicar *Teorías modernas de la física* (1873), ya se había apoyado en la obra de Tyndall sobre *El calor* (1863), para vulgarizar el principio de conservación de la energía, dentro de una estrategia de legitimación social de la física-matemática [POHL-VALERO, 2011]. En su *Termodinámica*, Rojas describe de forma mimética con la interpretación Tyndalliana, la génesis histórica del descubrimiento del principio de conservación de la energía. Tras una serie de exitosas lecciones sobre "Acústica experimental", dictadas por Rojas en el Ateneu Barcelonés en 1878, el público había asociado su imagen con la del irlandés:

> "Las ideas más exactas, los conocimientos más recientes, la precisión más exquisita en los experimentos practicados, unido todo a una manera de decir tan simpática como eminentemente original, cautivó por tres noches la atención de todos… Desde este día D. Francisco de Paula Rojas, se conquistó el nombre de el Tyndall español".
>
> [Acta de la sesión pública celebrada el 30 de diciembre de 1878 en el Atenu Barcelonés].

La pasión tyndalliana del Doctor en Ciencias, Eduardo Lozano y Ponce de León (1844-1918), se remonta a su primigenia etapa como promotor de la Sociedad de Profesores de Ciencias, que pasará a presidir a partir del año 1872. Desde las páginas de la *Revista de la Sociedad de Profesores*, colabora con artículos de divulgación científica. En el artículo titulado "Las obras de John Tyndall", recomienda la traducción de los libros del físico irlandés, como el medio más adecuado para generalizar en España los conocimientos físicos. En el artículo "¿Por qué no se popularizan las ciencias?", lamentará la ausencia en el país de autores que imiten sus ensayos científico-literarios (advierte la digna excepción de Echegaray); "El color azul del cielo" y "Orígenes del calor", evidencian el profundo conocimiento de esta trayectoria científica. Dichos artículos serán recopilados en su obra divulgativa *Estudios Físicos* [LOZANO, 1879]. Con anterioridad, el 18 de mayo de 1874, ya había dirigido una misiva a Tyndall, solicitando su plácet para nombrarlo socio honorario de la Sociedad de Profesores. En el Congreso Pedagógico de Barcelona con motivo de la Exposición Universal de 1888, Lozano presentará una ponencia en la que propugna la introducción de las ciencias físico-naturales en el currículo de la escuela primaria [COBOS, 2007]. Su campaña de popularización le lleva a impartir una serie de conferencias semanales en la escuela del Ateneo Obrero que serán recogidas en su *Manual de Física* [LOZANO, 1899], de tono didáctico y orientado a la repetición de sencillos experimentos físicos. Sus libros de texto para la divulgación de la física y la química fueron ampliamente utilizados en las universidades españolas a finales del siglo XIX y principios del XX, especialmente *Elementos de Física* [LOZANO, 1890], donde se comentan e ilustran profusamente las experiencias de Tyndall relativas a la absorción térmica de los gases, la inflexión de las ondas sonoras o la dispersión coloidal.

5. Conclusiones

En la práctica pedagógica empirista y popularizante desarrollada por Luis Simarro, en el activismo pedagógico de las excursiones instructivas dirigidas por Mourelo, y en el profundo sentimiento de la naturaleza inspirada por los naturalistas españoles vinculados a la ILE, se comprueba la impronta tyndalliana al progreso de la educación científica en España. Las numerosas experiencias prácticas de carácter didáctico presentes en los libros de texto de física más utilizados en la época, de autores como Eduardo Lozano, Bartolomé Pérez Felíu (1843-1918), o Adolph Ganot (1804-1887) [SIMON, 2011], fueron verdaderos "artefactos pedagógicos", empleados en los nacientes gabinetes de física y química. Su figura, no sólo fue un exponente de autoridad

científica enarbolada por el sector positivista durante los primeros debates en el Ateneo de Madrid, sino que sirvió como modelo expositivo a conspicuos divulgadores de la ciencia moderna, como Mourelo, Simarro, Carracido, Fatigati, Rojas, Echegaray o Lozano, coadyuvando a la progresiva configuración de la física como incipiente disciplina en el suelo peninsular.

Bibliografía

BARTON, R. (1987). "John Tyndall, pantheist: A rereading of the Belfast address". *Osiris, 3*, 111-134.

BOLÍVAR & CALDERON & QUIROGA, (1895). *Elementos de Historia Natural*. Madrid. Fontanet.

BROCK, W. H., MCMILLAN, N. D., & MOLLAN, R. C., (eds). (1981). *John Tyndall, essays on a natural philosopher.* Royal Dublin Society.

CACHO VIU, V. (1962). *La Institución Libre de Enseñanza.* Madrid. RIALP.

COBOS BUENO, J. (2007). *Eduardo Lozano y Ponce de León*. Badajoz. Depto de Publicaciones de la Diputación de Badajoz.

DEYOUNG, U. (2011). *A Vision of Modern Science: John Tyndall and the Scientist in Victorian Culture*. New York. Palgrave Macmillan.

FELLÍU B.(1896). *Tratado elemental de física experimental y aplicada.*

LIGHTMAN, B. (2004). «*Scientist as Materialist in the Periodicall Press: Tyndall´s Belfast Address*». A: Ahuttleworth et al. (eds.). *Since serialized: Representations of the Sciences in Nineteenth-Century.* Cambrigde Mass. MIT Press.

NIETO-GALÁN, A. (2011). *Los públicos de la ciencia. Expertos y profanos a través de la historia*. Madrid. Marcial Pons.

OTERO-URTAZA, E. (1994). *Manuel Bartolomé Cossío: Trayectoria vital de un educador.* Madrid. CSIC.

POHL-VALERO, S. (2011). *Energía y cultura: Historia de la termodinámica en la segunda mitad del siglo XIX*. Bogotá. Pontificia Universidad Javeriana.

LOZANO Y PONCE DE LEON, E. (1979). *Estudios Físicos,1ª edición, Teruel.* Casa Prov. Benef.

- (1890) *Elementos de Física. 2ª edición, Barcelona*, Imprenta de Pedro Ortega.

- (1899) *Manual de Física. 1ª edición. Barcelona.* Sucesores de Manuel Soler.

RODRÍGUEZ MOURELO, J. (1883). *La radiofonía: estudio de una nueva propiedad de las radiaciones. 1ª edición, Madrid*. Imprenta de Manuel G. Hernández.

SECORD, J. A. (2004). « Knowledge in transit». *Isis, 95(4),* 654-672.

SIMON, J. (2011). *Communicating Physics: The Production, Circulation and Appropiation of Ganot´s Textbooks in France and England, 1851-1887*. London. Pickering& Chatto.

TURNER, FRANK M. (1980). "Public Science in Britain, 1880-1919". *Isis 71 (4),* 589-608.

Agradecimientos

Nieto-Galán, Agustí (CEHIC¬-UAB)

Peón-Fernández, Jaime (UVIGO)

ÁREA TEMÁTICA II

INSTRUMENTACIÓN Y COLECCIONES CIENTÍFICAS EN LA ENSEÑANZA DE LA CIENCIA

BLANCO ABELLÁN, M. (coord.) (2014) *Enseñanza e Historia de las Ciencias y de las Técnicas: Orientación, Metodologías y Perspectivas.* Barcelona, SEHCYT, p. 151.

ROBERT WILHELM EBERHARD BUNSEN Y LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA EN EL SIGLO XIX. INSTRUMENTACIÓN EN EL LABORATORIO

Manuel CASTILLO MARTOS
Catedrático Emérito de Historia de la Ciencia, Universidad de Sevilla
Dolores PEÑA RUEDA
I.E.S. Leonardo da Vinci, Sevilla

Resumen

Los experimentos, los descubrimientos y los instrumentos de Bunsen ayudaron en gran medida al desarrollo de la enseñanza e investigación de la química en la segunda mitad del siglo XIX.

Abstract

Experiments, discoveries and Bunsen's instruments greatly helped the development of the teaching and research of chemistry in the second half of the 19th century.

Palabras clave: Bunsen, instrumentos, enseñanza química

Keywords: Bunsen, instruments, chemical teaching

> No se pueden ejecutar las operaciones más vulgares de la Química, sin advertir que es mucho menor el número de los descubrimientos hechos en esta facultad que el que quedan por hacer.
>
> […]Esto es un efecto necesario de los progresos de la Química moderna
>
> Louis Proust

Introducción

El año 1860 fue testigo de importantes acontecimientos en Química, entre ellos, un Congreso de Química celebrado en Karlsruhe y el inicio de la espectroscopía, técnica por la que se descubrieron elementos químicos.

El Congreso de Karlsruhe (3-5 de setiembre de 1860) al que asistieron 127 químicos europeos, es uno de los más nombrados en la historia de la química. La idea de celebrarlo fue de Friedrich August Kekulé von Stradonitz, que contó con la colaboración de Charles Adolphe Wurtz, Profesor de Química en la Escuela

de Medicina de París y posteriormente catedrático de Química Orgánica en la Universidad de la Sorbona en París, y Carl Welzein, profesor de Química en la Technische Hochschule de Karlsruhe. Entre otras cuestiones, se pretendía unificar criterios para la nomenclatura química, notación de fórmulas y masas atómicas, después que Kekulé publicara la teoría de la tetravalencia del carbono, y con ella la necesidad de reinterpretar la teoría atómica de Dalton, y aclarar la confusión que surgió después de haberse propuesto hasta 19 fórmulas para el ácido acético.

La celebración de este Congreso ha sido un parteaguas en la química: a partir de entonces comenzó a establecerse nuevas ideas, formularse teorías, idear instrumentos para al análisis químico, realizar experiencias que ayudaron a descubrir nuevos elementos químicos, en resumen, se pusieron las bases para el desarrollo ulterior de la química.

Bunsen y el desarrollo de la química en el siglo XIX

Si hay alguien con personalidad e influencia suficiente para liderar avances en química mediado el siglo XIX es Robert Wilhelm Eberhard Bunsen (Göttingen, 31 de marzo de 1811 – Heidelberg, 16 de agosto de 1899), que ha pasado a la historia de la química no solo por dar nombre a un mechero de múltiple uso en el laboratorio, sino por ser un excelente químico empírico, descubridor de elementos químicos e idear nuevas técnicas e instrumentos para los análisis químico.

Después de estudiar Geología, Química y Física en París, Berlín y Viena, se doctoró en la Universidad de Göttingen en 1830, con una tesis con el título *Enumeratio ac descriptio Hugrometrorum que inde a saussurii temporibus proposita sunt*. Cuatro años más tarde consiguió la habilitación de *Privatdozent* en la Universidad de **Göttingen**, con un trabajo analítico de un ferrociano. Al morir Friedrich Stromeyer, profesor de Química, Bunsen ocupó su plaza, desde la que impartió docencia de Química teórica acompañada con experiencias de cátedra. Al poco tiempo fue nombrado director del laboratorio y descubrió sales en las aguas minerales de Nauheim.

En 1836 marchó a la Universidad de **Kassel** para ocupar la plaza de Friedrich Wöhler, donde trabajó sobre compuestos de arsénico, cuyos resultados comentaremos.

Tres años después se instaló en la Universidad de Marburg, la más antigua universidad protestante de Alemania (fundada en 1527), donde fue primero profesor asistente y dos años después ocupar la plaza que dejó vacante Ferdinand Wurzer; al consolidarse su prestigio llegaron estudiantes e investigadores de otros países europeos para trabajar bajo su dirección.

La reputación adquirida por Bunsen hizo que en 1850 la Universidad de Halle lo llamara, pero rehusó ir porque se había aumentado el presupuesto de su laboratorioen Marburg. Sin embargo, poco después aceptó marchar a Bratislava ante la promesa de diseñar un laboratorio, pero como el edificio destinado al mismo era un antiguo monasterio sin las condiciones necesarias, permaneció solo un año. Bunsen llegó a decir:

> "Llevo aquí siete días y aún no he terminado de limpiar, más parece esto un establo que un laboratorio" [LOCKEMANN Y OESPER, 1955, pp.459-460].

A pesar de las malas condiciones en que trabajó, aisló magnesio por electrolisis, analizó el cloruro y yoduro de nitrógeno muy explosivo y desarrolló la iodometría, método volumétrico de amplia aplicación. Además se dio la buena coincidencia de conocer a Kirchhoff, de cuya colaboración surgió un importante proyecto que derivaría en la construcción de un espectroscopio, como veremos.

Gustav Kirchhoff (izqda.) y Robert Bunsen (dcha.) [http://www.answers.com/topic/robert-bunsen]

En 1852 llegó al que sería su destino definitivo, la Universidad de Heidelberg para ocupar la sede que dejaba vacante Leopold Gmelin, fallecido en 1851. Por diversos motivos esta cátedra no fue ocupada por Justus von Liebig ni por August Wilhelm von Hofmann, por lo que Bunsen pudo continuar con sus métodos de enseñanza habituales y ampliar las investigaciones, en las que estuvo ocupado hasta su retirada en 1889, diez años antes de su fallecimiento. La Universidad ha honrado su memoria al poner su nombre a un edifico dedicado a la investigación química, "Bunsens Chemisches Institut". Fue enterrado en el cementerio de Heidelberg, no lejos de las sepulturas de su predecesor Johann Friedrich Gmelin y de su sucesor Victor Meyer. El químico belga Jean Servais Stas escribió:

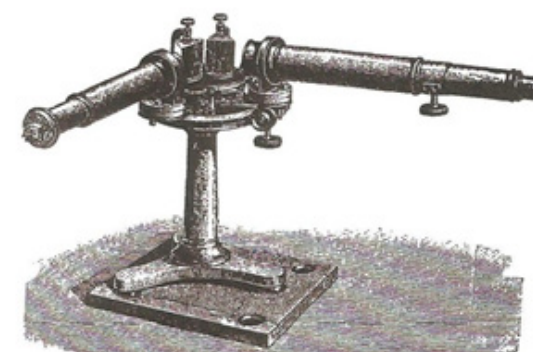
> "El gran Bunsen es el maestro de todos nosotros, porque todo lo que salió de este hombre, son obras maestras" [LOCKEMANN y OESPER, 1955, pp. 460].

Edificio del Bunsens Chemisches Institut [HEILMANN Y MÜLLER-JAHNCKE, 1999, p. 12]

Bunsen y la espectroscopía

Bunsen consigue que Kirchhoff llegara allí, y el mismo año de la celebración del Congreso de Karslruhe introducen la espectroscopía en el análisis químico, con la que descubren nuevos elementos, cuyo número permanecía en 58 desde 1844, aunque había indicios que podían existir otros en minerales pero en cantidad tan pequeña que no era posible detectarlos, pero la espectroscopía lo hizo factible, y en 1860 Bunsen y Kirchhoff descubren el cesio.

El primer espectroscopio se remonta a 1748 es el de Andreas Sigismund Marggraf, al que sigue en 1814 el de Joseph Fraunhöfer que da



Espectroscopio de Bunsen y Kirchhoff [RUSSELL. 1999, p. 325]

nombre a las líneas en espectros del sol. Kirchhoff publicó en 1859 que dichas líneas del espectro solar eran causadas por la absorción de longitudes de ondas de la atmósfera solar. Y poco después Bunsen y Kirchhoff al estudiar líneas espectrales de aguas minerales observaron que podían mejorar el análisis si las pasaban a través de un prisma antes que intentar traspasar los colores individuales por filtros, y construyeron un espectroscopio, con el que observaron las posiciones de las líneas espectrales, las cuales dependían del metal presente en la sal y no estaban afectadas por la presencia de otras sales.

Detectaron trazas de elementos desconocidos hasta entonces y descubrieron cesio (1860), rubidio y talio (1861), indio (1863), helio (1868), galio (1875), escandio (1879) y argon (1894), cuyos nombres se deben, en muchos casos, al color de las líneas espectrales.

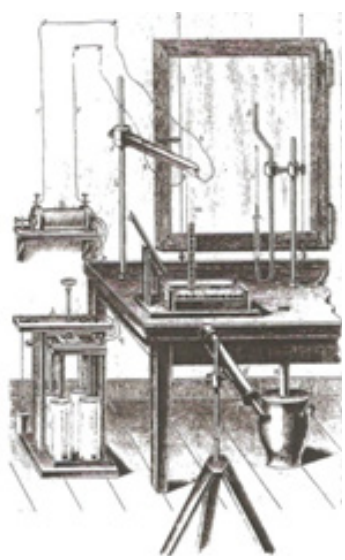
Bunsen y la química orgánica

La mayor contribución de Bunsen a la química orgánica la hizo sobre radicales orgánicos cuando determinaba el contenido de arsénico en el óxido de cacodyl. Para ello lo calentaba con clorato de potasio o nitrato de sodio [LOCKEMANN, G. y OESPER, R.E., 1955, p. 456], y obtuvo $[(CH_3)_2As]_2O$ el primer organoarsénico obtenido en el laboratorio de elevada pureza.

Bunsen y el análisis de gases

En la década de 1830 la industria alemana del hierro no era eficiente. Así, en 1838 Bunsen comenzó a investigar la composición de los gases emitidos por aquella, después que en Inglaterra con el mismo problema no consiguiera solucionarlo. Bunsen mostró la forma de determinar la gravedad específica de los gases emitidos y la extensión de su adsorción por líquidos como agua y etanol [RUSSELL, 1999, pp. 323]. Para averiguar el fenómeno de la difusión de los gases desarrolló la técnica del eudiómetro, la cual contemplaba la explosión de mezclas de gases en tubos cerrados sobre mercurio.

Una chispa eléctrica iniciaba la reacción y el volumen varía antes y después de la absorción de gas en una solución alcalina a las mismas condiciones de presión y temperatura, los resultados publicados en *Gasometric Methods* (1857) contribuyeron al desarrollo de esta materia.



Habitación acondicionada por Bunsen para el análisis de gases [RUSSELL, 1999, pp.324]

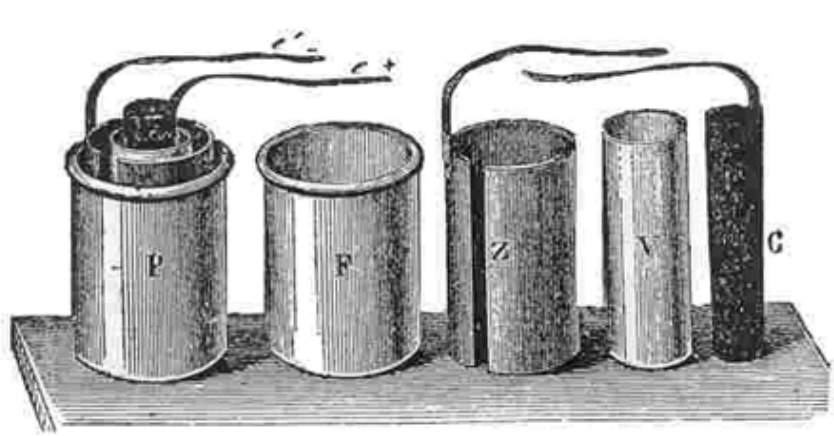
Bunsen y la electricidad

La primera pila ha sido la de Volta que consistía en pares de discos de zinc y plata separados entre sí por trozos de cartón, cuero, o tela previamente empapados en una disolución de cloruro de sodio. Esta se modificó por otra con celdas que tenían una lámina de cobre y otra de plata sumergidas en ácido sulfúrico diluido. Estas pilas podrían proporcionar más cantidad de electricidad con un potencial mucho menor que el de la electricidad estática, que hasta entonces era la única utilizada en el laboratorio.

Sir Humphry Davy desarrolla la electroquímica (nombre asignado por él mismo) cuando estudiaba la utilidad de la pila de Volta, y trataba de entender su funcionamiento. En 1801 observa el arco eléctrico y la incandescencia en un conductor energizado con una batería. De sus trabajos de electrolisis destaca la separación de metales en aleaciones, el descubrimiento en 1807 del cloro y demuestra que es un elemento químico, no un ácido, también obtiene sodio por electrólisis de la sosa cáustica, y calcio por electrolisis de una amalgama de mercurio y cal. Estos trabajos inician un nuevo campo en la enseñanza y la investigación experimental en la química.

El ácido nítrico concentrado es un poderoso oxidante que estaba presente en las pilas y rápidamente destruía las placas de zinc y cobre, para evitar esta dificultad, William Robert Grove la modifica y la pila resultante lleva su nombre [GROVE, 1839, pp.567-570].

John Thomas Cooper se dio cuenta de que el carbono podría reemplazar al platino mucho más caro en la celda de Grove [COOPER, 1840, pp.35-37], y construyó la pila que lleva su nombre con celdas de carbono y zinc, con lo cual permitía que cada batería se descargara a través de un voltímetro por un tiempo igual pero sin especificar, midiendo los volúmenes de gas electrolítico en cada caso.



Elementos constitutivos de la pila Bunsen, celdas e interconexiones

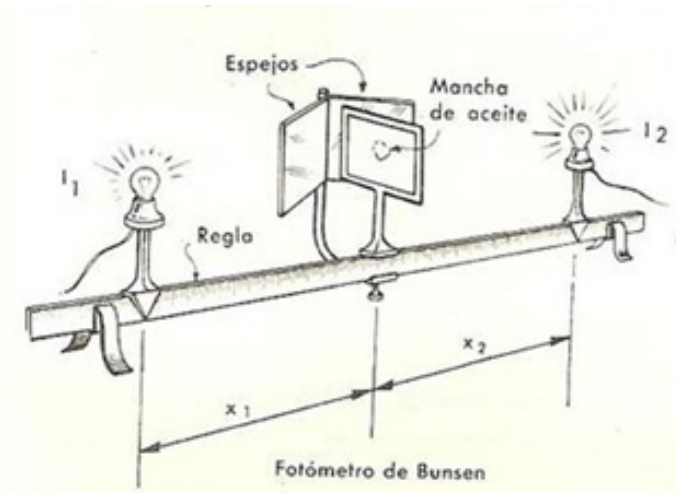
Comoquiera que el arco eléctrico requería alta corriente continua con un modesto potencial, es posible que esto indujera a Bunsen a construir una pila más eficiente, y después de una larga y difícil investigación sobre la acción química de la luz pudo construido una "máquina electromagnética", como él la llamó, con un motor impulsado por una forma de dinamo, de mayor poder y más barata que la que utilizaba la corriente eléctrica, y con la que obtuvo buenos resultados [BUNSEN, 1841, pp. 402-405, y 1843, pp. 311-313].

Esta pila está compuesta por cuatro piezas de forma cilíndrica colocados uno dentro de otro en un colector: un vaso exterior ***F*** de vidrio o de barro barnizado, un cilindro de zinc ***Z***, un vaso poroso de arcilla ***V*** y un cilindro o prisma macizo de carbón ***C***. El vaso exterior se llena de ácido sulfúrico diluido al 10% en peso, y en él se sumerge el zinc y el vaso poroso, que se llena de ácido nítrico de 36º a 40º Baumé, en el cual se introduce el carbón que es de retortas o artificial, obtenido por calcinación en un vaso de hierro de una mezcla de cok

y carbón fósil. El elemento montado, según se ve en la figura, lleva dos láminas de cobre, que constituyen los electrodos: uno, e^+, unido al carbón que es el positivo y el otro, e^-, unido al zinc que es el negativo.

Bunsen y fotómetros

En 1844 Bunsen inventó un fotómetro en el que se regulaba la intensidad luminosa, y estaba compuesto por un pie que sostiene una cartulina con una mancha de aceite, dos espejos a ambos lados de la misma y dos fuentes luminosas colocadas a una cierta distancia, una de intensidad conocida y la otra con intensidad desconocida.



Diez años más tarde, un discípulo suyo, Henry Enfield Roscoe, al estudiar los efectos de la luz sobre una reacción química, concluyó que:

- Los rayos químicamente activos se reflejan conforme a las mismas leyes que los rayos visibles.

- Con las mismas reacciones (tales como la que se da entre hidrógeno y cloro) hay un período de inducción antes de la explosión.

- La acción fotoquímica depende de la cantidad de luz incidente y de su longitud de onda.

Bunsen y el mechero

Algo que surge frecuentemente en la historia de las ciencias es que se asocia de manera errónea el nombre de alguien como inventor de un instrumento o como el primero que hace un hecho sin serlo, y esto es así porque no hay una comprobación previa, sino que se atiende al conocimiento revelado. Tal es el caso del "mechero Bunsen", al que se unen la "lámpara de Davy" para los mineros y el "condensador de agua fría de Liebig", entre otros. Todos tienen en común que esto no es lo más relevante de las aportaciones que cada uno ha hecho a la ciencia.

En Heidelberg, 1853, los mechero era abastecidos por gas procedente de carbón, después que se hiciera en Inglaterra. Hasta entonces en los laboratorios se calentaba con lámparas de Berzelio. En 1827 Michael Faraday inventó el mechero de gas de carbón, y las lámparas del tipo Arganda eran las más usadas en Londres, donde el gas de carbón mezclado con aire se quemaba en la boca de un tubo de cobre cubierto con una mecha de gasa enrollada. Uno de estos mecheros lo llevó a Heidelberg, Roscoe, a quien nos hemos referido antes. Ciertamente no arrojaba humo, y consumía poco gas para la llama que proporcionaba. Con la ayuda de Peter Desaga, técnico de laboratorio, Bunsen experimentó con tubos de distinta longitud y diámetro e inyectó aire en

la entrada. Después de hacer varios modelos por iniciativa de Desaga se llegó al diseño final, y estos mecheros fueron vendidos como “mecheros Bunsen” [RUSSELL, 1999, pp. 324].

Mechero Bunsen sencillo con válvula de aguja y estabilizador de la llama

Mechero Bunsen “Sekur flam” con válvula de seguridad y encendido piezoelectrónico

Mechero Bunsen Poligas con válvula de llama, y estabilizador de llama

La idea de modificar los mecheros de laboratorio surgió por la necesidad que Bunsen tenía de analizar a la llama las sales de aguas minerales que proporcionaba el residuo sólido obtenido, y así identificar el metal que contenía. El laboratorio de Heidelberg estaba equipado con gas, y Bunsen con su asistente lo aprovechó para usarlo en los mecheros que disponía, pues éstos emitían demasiada luz para poder observar los colores que salían de las llamas. En dichos mecheros el aire entraba mezclado con hidrocarburos antes que ocurriera la combustión, con lo que consiguieron una llama adecuada a sus necesidades, sin humo, ni olores desagradables aunque se calentara la superficie de una sustancia. Incluso estos mecheros reemplazaron a los hornos y cajones de carbón que entonces estaban en boga.

Conclusión

Los trabajos y descubrimientos más relevantes de Bunsen son [HEILMANN Y MÜLLER-JAHNCKE, 1999, p.11]:

1834: Hidróxido de hierro como antídoto para el envenenamiento por arsénico.

1836-1841: Investigaciones del cacodyl.

1841: Desarrollo de las pilas de zinc-carbón.

1853: Desarrollo de la iodometría.

1855: Nuevo mechero para el laboratorio.

1855-1862: Avances en la fotometría junto a Roscoe.

1857-1859: Introducción de nuevos métodos para el análisis de gases.

1859-1861: Análisis espectroscópico con Kirchhoff y descubrimiento de elementos químicos.

1868: Utilización de bombas de agua.

Las experiencias, descubrimientos y desarrollo de las técnicas que innovaron e impulsaron las investigaciones en los laboratorios de las universidades mediado el siglo XIX a partir de los trabajos de Bunsen y de otros científicos coetáneos, pueden ser reproducidos para mostrarlos a los estudiantes de diversos niveles, a la vez que permite hacer una incursión en la historia de la instrumentación científica y en la historia de la química desde el empirismo apoyada por la teoría que inspiraron la construcción de aquellos. También se debe ponderar la imaginación como compañera inseparable del conocimiento teórico y práctico adquirido para lograr avances significativos en la ciencia.

Bibliografía

BUNSEN, R. W. (1841) Ann. Chem. Pharm., 38, 311-313.

BUNSEN, R. W. (1843) Ann. Phys. Chem., 402-405

CASTILLO MARTOS, M. (1995) “1860: año del Congreso de Karlsruhe y de la espectroscopía de Bunsen y Kirchhöff”, Químicos del Sur, 41, 22.

COOPER, J. T. (1840) Phil. Mag., 16, 35-37

DAVY, H. (1812) Elements of Chemical Philosophy, London, 152

GROVE, W. R. (1839) Compt. Rend., 8, 567-570

HEILMANN, A. y MÜLLER-JAHNCKE, W-D. (1999) “Robert Wilhelm Bunsen und die Pharmazie” Pharmzeutlich Zeitung, 30 (144), 12.

LOCKEMANN, G. y OESPER, R.E. (1955) “Bunsen’s transfer from Cassel to Marburg”, Journal of Chemical Education, 32 (9), 456-460.

RUSSELL, C.A. (1999) “Bunsen without his burner”, Physics Education, 34 (5), 321-326.

STOCK, J. T. (1995) “Bunsen´s Batteries and the Electric Arc”, J. Chem. Ed., 99-102

VOLTA, A. (1800) Phil. Trans. Roy Soc., 90, 403-431

BLANCO ABELLÁN, M. (coord.) (2014) *Enseñanza e Historia de las Ciencias y de las Técnicas: Orientación, Metodologías y Perspectivas.* Barcelona, SEHCYT, p. 159.

LA MISIÓN PEDAGÓGICA DEL MUSEO DE HISTORIA NATURAL DE LONDRES EN LA DÉCADA DE 1970

Gustavo CORRAL GUILLÉ
Candidato a Doctor por el Centre d'Historia de la Ciència (CEHIC)
Universitat Autònoma de Barcelona (UAB)

Resumen

El presente trabajo analiza la forma en que se llevó a cabo la misión pedagógica del nuevo esquema expositivo que el Natural History Museum *de Londres comenzó a planificar y desarrollar en 1972. Este modelo educativo se apoyó en el trabajo de los expertos en en la segunda mitad del siglo XX. Como se plantea aquí, dicha narrativa era interpretada de antemano mediante diversas tecnologías educativas y estrategias comunicativas para explicar los principios actuales de la ciencia, haciendo una presentación didáctica excesivamente simplificada.*

Abstract

This paper analyzes the way that was conducted the new pedagogical mission of the new exhibition scheme that the Natural History Museum in London began to planning and developing in 1972. This educational model was based on the work of experts in learning and educational theories in the second half of the twentieth century. As discussed here, this narrative was interpreted in advance through various educational technologies and communication strategies to explain the current principles of science, making an oversimplified didactic presentation.

Palabras clave: modelo educativo, museo de historia natural, conductismo

Keywords: educational model, natural history, museum exhibition, behaviorism

Introducción

Entre las décadas de 1960 y 1970 la educación para todos los públicos fue considerada una de las funciones principales de los museos en Gran Bretaña, de ahí que el paradigma del conductismo y el aprendizaje programado de Burrhus F. Skinner en la educación formal fueron en un principio las influencias más importantes para el diseño de exposiciones educativas. Estos planteamientos ponían énfasis en el enfoque estímulo-

respuesta y en la estructura del entorno de aprendizaje. Además, el contenido didáctico se dividía en pequeñas unidades y frecuentemente se gratificaban las respuestas correctas.

En Gran Bretaña y en esa misma época, este enfoque contó con financiación gubernamental a gran escala como una de las medidas para garantizar el acceso a la educación de toda la población. Una de las medidas importantes en este sentido fue la creación, en 1970, del *Institute of Educational Technology (IET)* como parte de la *Open University,* fundada en 1969. Esto en respuesta a la necesidad de contar con un espacio dedicado a la investigación y a la producción de nuevas tecnologías de la información al servicio de la educación.

No pasó mucho tiempo para que estos cambios en la pedagogía se extendieran a los entornos de aprendizaje informal y a los museos en particular utilizando el modelo de la tecnología educativa (audiovisuales y dispositivos electromecánicos primero; y ordenadores después). El objetivo de esta discusión es abordar la manera en que esta cuestión se desarrolló en el *New Exhibition Scheme (NES)* del *Natural History Museum (NHM)* de Londres a principios de la década de 1970. Como veremos, el museo no sólo recurrió al conductismo y al aprendizaje programado de Skinner con su modelo estímulo-respuesta, sino a otras dos teorías pedagógicas y del aprendizaje que surgieron durante las dos décadas previas al *NES*, específicamente, a la jerarquía del aprendizaje de Robert M. Gagné y al denominado *discovery learning* de Jerome Bruner. A lo largo del desarrollo del *NES*, los tres esquemas fueron combinados por los responsables del diseño de las exposiciones con la intención, decían, de proporcionar al visitante un aprendizaje significativo. Sin embargo, estas modificaciones a su enfoque pedagógico inicial fueron determinadas, más por las circunstancias que por una decisión propia.

El *Natural History Museum*: objetivos conductuales y jerarquía de conceptos

Durante toda la década de 1970, el *NHM* de Londres fue el primer gran museo en Gran Bretaña que trabajó sistemáticamente las premisas conductistas en el diseño expositivo. En esa época el museo comenzó a desarrollar el *NES* con una serie de nuevas exposiciones sobre la biología contemporánea para modernizar el enfoque expositivo y educativo de sus galerías. La premisa del museo era convertirse en un espacio para la educación y el entretenimiento del público. Una vez comenzado el desarrollo del *NES*, se determinó que éste giraría en torno a cuatro ejes temáticos principales: la biología humana, la ecología, los procesos vitales y del comportamiento y, finalmente, la evolución y diversidad [BRITISH MUSEUM (NATURAL HISTORY), 1975; CLARKE Y MILES, 1980; SOUTHWOOD Y HEDLEY, 1981]. El esquema dio como resultado una serie de exposiciones tan innovadoras como controvertidas. Entre ellas cabe mencionar las siguientes: *Human Biology* (1977), *Introducing Ecology* (1978), *Dinosaurs and their Living Relatives* (1979), *Man's Place in Evolution* (1980) y *Origin of Species* (1981).

El responsable de coordinar todo este nuevo esquema expositivo era Roger Miles, paleontólogo de formación, pero con gran interés en la educación informal en los museos. Miles y su equipo incorporaron al programa pedagógico del *NHM* los componentes principales de la enseñanza programada a partir de las propuestas de los psicólogos conductistas americanos Harris Shettel y Chandler Screven que estaban investigando sobre estas cuestiones [MILES, *et al*., 1988]. Además contaron con la colaboración de gente del *IET* como consultores externos sobre el uso de las tecnologías educativas.

Con esta confianza en el conductismo comenzó, a mediados de 1973, el trabajo de las primeras fases de planificación de *Human Biology*, la exposición piloto que serviría como referencia para las siguientes fases del nuevo programa de exposiciones. Además de los científicos y diseñadores a cargo de la exposición, en esas primeras fases del proceso contaron con la asesoría de dos educadores del *Institute of Education (IE)* de la *University of London*, un tecnólogo de la educación del *IET* y un par de científicos ajenos al museo, pero muy reconocidos en el tema de la exposición (NHM ARCHIVE, s. f.).

Durante el primer año de la planificación, la especificación de cada segmento de esta exposición piloto se concentró en dos aspectos característicos del método de aprendizaje programado: la enumeración minuciosa de los objetivos de aprendizaje y la definición del comportamiento que los visitantes debían mostrar después de su paso por dicho segmento. Sin embargo, con este esquema, el borrador final de la exposición

piloto resultó impracticable. Incluía 45 objetivos generales y 573 objetivos conductuales específicos [MILES, 1986, p. 228]. Miles y sus colegas se vieron rebasados por los objetivos conductuales como base del diseño expositivo. Lo que en un principio consideraron un aspecto fundamental para la sistematización del proceso de desarrollo de exposiciones educativas, ahora debía ser reconsiderado.

Así pues, Miles acabó por reconocer que "diseñar exposiciones es una tarea creativa" [Miles, 1987, p. 61] y que la mera enumeración de los objetivos conductuales no podía representar la estructura del conocimiento en el tema de las exposiciones. A finales de 1974 decidieron entonces cambiar de estrategia, poniendo menos énfasis en los objetivos y concentrándose en la definición de la estructura lógica del tema [MILES Y TOUT, 1978; MILES 1986]. Recurrieron entonces a la noción de la "jerarquía del aprendizaje" de Gagné [1970] para estructurar el contenido a exponer.

De acuerdo con esta noción, la exposición debía estructurarse a partir de una jerarquía de los conceptos que se querían presentar. Se elaboró entonces un diagrama que ilustraba estos conceptos como nodos a lo largo de diferentes niveles (Figura 1). Cada nodo se relacionó con sus prerrequisitos, es decir, aquellos conceptos que debían ser entendidos antes de que el contenido pudiera ser comprendido en su totalidad [MILES, 1986, p. 228]. El contenido fue así interpretado de antemano mediante dicha estructura jerárquica de conceptos y el uso de las tecnologías educativas, que facilitaban el recorrido del visitante por la exposición. El aprendizaje era ahora concebido únicamente como una combinación de las habilidades intelectuales del visitante y su capacidad de relacionar la nueva información con aquélla adquirida previamente, y nada más.

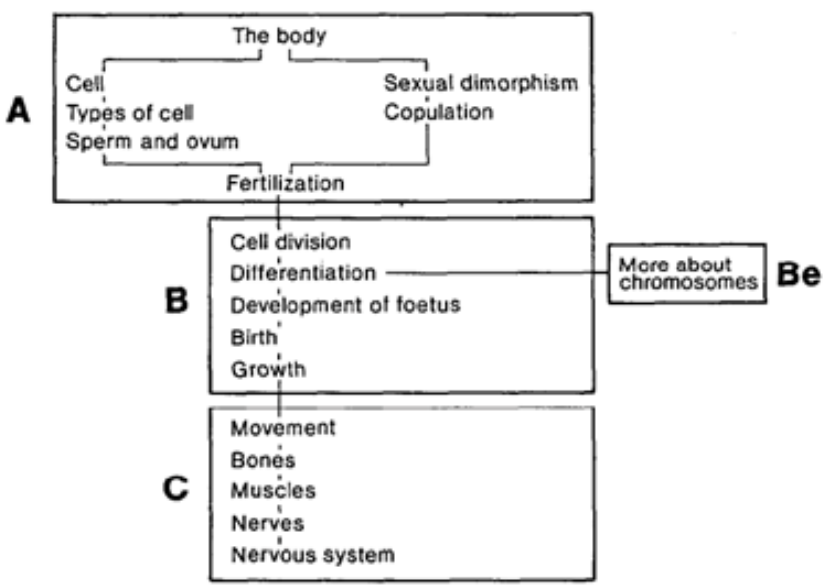


Figura 1. Diagrama de una parte de la estructura de *Human Biology.*

Miles y los diseñadores de estas exposiciones educativas confiaban en que la calidad del medio podía determinar el éxito en la transferencia del mensaje. De ahí que le dieron gran importancia a las tecnologías de la educación y al diseño espacial de las exposiciones, dividiendo, en algunas de ellas, el espacio en islas para dejarle claro al visitante la relación jerárquica de los conceptos (Figura 2). Además, estaban convencidos de que en un entorno de aprendizaje eficiente era posible manipular el comportamiento y el aprendizaje de los visitantes –concebidos como una masa, una "población" indistinguible [MILES Y TOUT, 1979, p. 92]- tal como la psicología conductista lo hacía en el laboratorio.

Figura 2. La morfología de *Human Biology* presentaba una estructura del recorrido subdividida y fragmentada.

En cualquiera de sus dos enfoques, la experiencia educativa que hasta entonces había incorporado el *NES* se centraba casi exclusivamente en el entorno de aprendizaje. Se asumía que si no había ninguna falla en el sistema de producción de exposiciones, el diseño generaría exposiciones eficientes a las que el visitante respondería automáticamente. El modelo de enseñanza de Miles era, por consiguiente, esencialmente didáctico y consistía en ayudar al visitante a desarrollar un pensamiento altamente relacional, mostrándole de qué forma se conectan los hechos, los conceptos y los procedimientos. Sin embargo, el visitante era considerado una *tabula rasa*, a la que amoldar o programar según el deseo de los desarrolladores de la exposición, ya que cuestiones como la intuición, el sistema de valores o el contexto social que éste llevaba consigo antes de comenzar su visita no eran tomados en cuenta. Como si se volvieran "recién nacidos al entrar al museo" [HOOPER-GREENHILL, 1995, p. 5].

Un segundo modelo educativo: Discovery Learning

Dentro del modelo educativo que Miles incorporó al *NES*, es posible también encontrar importantes influencias de los principios del *discovery learning* descritos por Jerome Bruner [BRUNER, 1977; MILES Y TOUT, 1978]. De hecho, el mismo Bruner fue uno de los científicos que aceptó revisar los contenidos de *Human Biology* [TRUSTEES *NHM*, 1974]. Aunque para esta teoría de la educación, el conocimiento también es considerado como algo externo al individuo, éste ya no se alcanza mediante la acumulación gradual de información, sino mediante la participación activa y la experimentación del individuo. No obstante, en la adaptación hecha para el *NES*, más que animar a los visitantes a convertirse en participantes activos en el proceso de aprendizaje, mediante la exploración y la experiencia, se les llevaba a un viaje a lo largo de una ruta definida previamente.

El visitante acumulaba información a lo largo de la exposición, a partir de la cual obtenía las respuestas que se le planteaban en los dispositivos y juegos interactivos. El diseñador de la exposición no sólo elaboraba un guión para interpretarla de antemano, presuponía también las respuestas y las necesidades del visitante. Así que no podemos decir que se reprodujo el modelo epistemológico del laboratorio, con el que se solía asociar el *discovery learning* [THIER Y LINN, 1976], pues no se hacía partícipe al público de tal proceso de aprendizaje mediante la exploración de conceptos y la resolución de problemas por él mismo.

Además de una forma de entretenimiento, los dispositivos interactivos y las unidades audiovisuales eran el estímulo reforzador que mantenía motivado al visitante durante el progreso hacia su objetivo de aprendizaje. Por otro lado, se pensaba que la interactividad ofrecía una solución para restaurar las relaciones entre la ciencia y el público que se habían deteriorado de manera importante en la década de 1960. Si el público adoptaba el papel de experimentador durante su visita al museo, no sólo se sentiría parte de la tarea científica, también se sentiría responsable de los resultados de la misma, tal como funciona cualquier sistema democrático [BARRY, 1998].

En este contexto adquiere aún más sentido el uso del *discovery learning* como bandera del enfoque interactivo del *NES*. En mi opinión, el que Miles y su gente decidieron aplicar también este método de aprendizaje a las exposiciones del *NES*, no fue tanto porque reconocieran en ese momento que la teoría conductista resultaba insuficiente para describir el aprendizaje en un museo, sino que había otra razón más poderosa aún. La connotación democrática que se le asociaba a este enfoque pedagógico era mucho más congruente con el discurso democrático de los museos en la década de 1970 que la teoría conductista y, por consiguiente, más conveniente a sus intereses [BRUNER, 1971; BRUNER, 1977]. Para Bruner, este enfoque educativo en el que se reconocía y se validaba la individualidad y responsabilidad de cada estudiante en su propio proceso de aprendizaje era el modo de alcanzar una democracia participativa en el aula [BRUNER, 1971, p. 114].

En ese sentido, Miles pensaba que las piezas interactivas permitían, ahora sí, que el público se sintiera convertido en un científico experimental durante su visita. Por ejemplo, la segunda exposición del *NES, Introducing Ecology*, incluía un módulo interactivo con el sugerente título de *Ecology in action* (Figura 3), donde el visitante debía "representar el papel del ecologista" [MILES, et al., 1988, p. 96], o la tercera exposición, *Dinosaurs and their living relatives* con el módulo interactivo titulado *Ornithischian dinosaurs* (Figura 4) en el que el visitante se convertía por un momento en un paleontólogo. Sin embargo, ambos módulos se limitaba únicamente a los conceptos que los científicos del museo y los diseñadores habían decidido presentar en dicha exposición para "guiar las observaciones del visitante y provocar sus respuestas" [MILES, et al., 1988, p. 96].

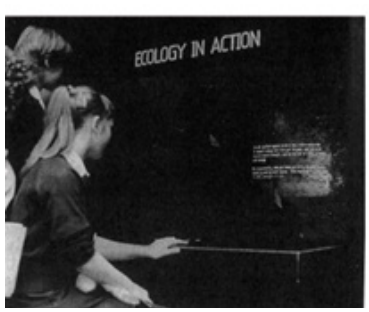


Figura 3. Dispositivo interactivo
Ecology in Action

Figura 4. Dispositivo interactivo
Ornithischian dinosaurs

Conclusión

Espero haber demostrado en este trabajo como el modelo educativo que se instrumentó en el nuevo programa educativo del *NHM* se trató de una visión bastante mecanicista de la educación, centrada en el entorno de aprendizaje y no en las capacidades del individuo. La aplicación en el museo de los enfoques didácticos estímulo-respuesta denotan una concepción del conocimiento bastante limitada, considerándolo únicamente una colección acumulativa de información externa al individuo, absoluto, totalmente objetivo y ajeno al contexto social de los visitantes. Algo dado que debía ser aceptado.

A pesar de que a lo largo del desarrollo de las exposiciones del *NES* este modelo educativo se fue modificando por las propias circunstancias, Miles en ningún momento parece haberse planteado prestar más atención a la individualidad de cada visitante, en lugar de priorizar la entrega eficiente de hechos y conceptos.

Bibliografía

BARRY, A. (1998) “On Interactivity: Consumers, Citizens and Culture”. En: S. Macdonald (ed.) The Politics of Display: Museums, Science, Culture, 1. Londres, Routledge, 98-117.

BRITISH MUSEUM (NATURAL HISTORY). (1975) Report on the British Museum (Natural History), 1972-1974. Serie “Publication (British Museum (Natural History))”, 772, Londres.

BRUNER, J. S. (1971) Relevance Of Education. 1a. edición, Nueva York, W. W. Norton & Company.

BRUNER, J. S. (1977) The process of education. 1a. edición, Cambridge, MA, Harvard University Press. History), B. M. (Natural. (1975). Report on the British Museum (Natural History), 1972-1974. The Museum.

CLARKE, G. C. S. Y MILES, R. S. (1980) “The Natural History Museum and the public”. The Biologist, 27(2): 81–85.

GAGNÉ, R. M. (1970). The conditions of learning. 1ª. edición, Nueva York, Holt, Rinehart and Winston.

HOOPER-GREENHILL, E. (1995) Museum, Media, Message, Routledge, Londres.

SOUTHWOOD, T. R. E. Y HEDLEY, R. H. (1981) “Ten years of natural history”. Nature, 291(8), 540.

MILES, R. S. y TOUT, A. (1978) “Human biology and the new exhibition scheme in the British Museum (Natural History)”. Curator, 21(1): 36–50.

MILES, R. S. y TOUT A. (1979) “Outline of a technology for effective science exhibits”. En: M. G. Bassett (ed.) Curation of palaeontological collections. “Special Papers in Palaeontology – 22”, Londres, The Palaeontological Association, 209-224.

MILES, R. S. (1986) “Lessons in «human biology»”. Museum Management and Curatorship, 5(3): 227-240.

MILES, R. S. (1987) “Human Biology”. En: S. Pizzey (ed.) Interactive science and technology centres, Londres, Science Projects Publishing, 54-64.

MILES, R. S., et al. (1988) The Design of Educational Exhibits. 2a. edición, Londres, Routledge.

NHM ARCHIVE. (s. f.). NES (New Exhibition Scheme). Texto recuperado el 3 de marzo de 2013, a partir de http://www.nhm.ac.uk/research-curation/library/archives/catalogue/DServe.exe?dsqServer=placid&dsqIni=Dserve.ini&dsqApp=Archive&dsqDb=Catalog&dsqCmd=show.tcl&dsqSearch=(RefNo==%27DF%20EXH%2F700%2F4%27)

THIER, H. D. y LINN, M. C. (1976) The Value of Interactive Learning Experiences. Curator: The Museum Journal, 19(3), 233-245.

TRUSTEES NHM. (1974) Trustees’ Meeting, 12 de diciembre de 1974, NHM Archives, Ref. No. DF TRU/900/29.

BLANCO ABELLÁN, M. (coord.) (2014) *Enseñanza e Historia de las Ciencias y de las Técnicas: Orientación, Metodologías y Perspectivas.* Barcelona, SEHCYT, p. 165.

LOS MUSEOS COMO CENTROS DE ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS Y LAS TÉCNICAS. EL MUSEU DE L'ESTAMPACIÓ DE PREMIÀ DE MAR

Mònica DÒRIA TORRES - Assumpta DANGLA
Técnicas en el Museu de l'Estampació de Premià de Mar (Barcelona)

Resumen

El Museu de l'Estampació de Premià de Mar ofrece, desde 2006, un amplio programa didáctico dirigido a escuelas y otros centros de formación. El museo presta un servicio de visitas guiadas a la exposición permanente de estampación textil y exposición de arqueología de Premià de Mar, además de visitas a las exposiciones temporales. Como complemento a la visita, y dentro de la oferta educativa del museo, destacan los talleres del Obrador, donde se ponen en práctica los conocimientos adquiridos en materia de técnicas textiles, química, arte y diseño aplicados a los tejidos y arqueología.

Abstract

Since 2006, the Museu de l'Estampació in Premià de Mar offers an assorted didactic programme aimed to schools and other training centres. The Museum provides guided tours through its permanent textile print and local archaeology exhibitions, as well as for temporary events. As a complement to the visit, included in the didactic activities of the Museum, walks around the main textile Workshop are offered, where visitors have the chance to put into practice different techniques with textiles, chemicals, art and applied design.

Palabras clave: Museos, pedagogía, patrimonio

Keywords: Museums, pedagogy, heritage

Los museos y su función pedagógica

Una de las misiones fundamentales de los museos es, además de velar por la correcta conservación e investigación acerca del patrimonio, dar a conocer sus colecciones y difundir el conocimiento acerca las diversas disciplinas que se reúnen. Para desarrollar este trabajo, la pedagogía es una herramienta fundamental, que participa en la sensibilización acerca del patrimonio.

En Catalunya, los museos de ciencia y técnica y otras entidades de difusión de la cultura científica han incrementado notablemente en la última década su oferta de actividades didácticas, y se ha dado especial

relevancia a la labor de los equipos pedagógicos y a la figura del educador dentro de estos centros.

Los museos, además de ser espacios difusión de conocimiento, son actualmente un espacio dinámico donde las personas viven experiencias distintas, disfrutando de la asimilación de conocimientos y del aprendizaje de nuevos conceptos.

El Museu de l'Estampació de Premià de Mar ha trabajado y sigue trabajando en esta línea, ofreciendo visitas guiadas y talleres orientados a difundir la historia, la ciencia, técnica y arte de estampación textil con la finalidad de dar respuesta a las inquietudes de los usuarios que lo visitan, y ofrecer un servicio a grupos escolares, profesores, grupos familiares y adultos que quieren vivir la ciencia y la técnica con nuevas experiencias fuera del aula.

El Museu de l'Estampació de Premià de Mar y la elaboración de la oferta didáctica

El MEPM se fundó en 1983 y en 1999 entró a formar parte del Sistema Territorial de Museus de Ciència i Tècnica de Catalunya. Es el único museo del Estado dedicado a la estampación textil, y tiene su sede en un edificio industrial catalogado como patrimonio inmueble, la *Antiga Fàbrica del Gas* de Premià de Mar, construido en 1884 por la empresa La Propagadora del Gas.

En 2006 el museo inició las actividades del Obrador, un espacio donde se desarrollan talleres y demostraciones y otras actividades entorno a los oficios y procesos de estampación textil, tintura, tejeduría, decoración de tejidos y arqueología. Los talleres escolares son una herramienta que complementa y refuerza la enseñanza recibida en las visitas guiadas a las exposiciones permanentes *L'Estampació tèxtil y L'Arqueologia de Premià.*

El museo ofrece también una programación de talleres orientados a grupos familiares, en una sesión de domingo al mes, y que tienen como eje central la decoración de tejidos, técnicas de impresión, química aplicada, artes plásticas y otras ramas del conocimiento, como la arqueología y experimentación con la ciencia.

Desde 2006 también, el museo se adhiere a la celebración de la Semana de la Ciencia, programando actividades de fin de semana, como visitas guiadas especializadas, conferencias y talleres.

Partiendo del conocimiento de las colecciones del museo, y en base al discurso y contenido de sus exposiciones, en los últimos años se ha hecho un trabajo de revisión en la forma de presentarlos, incidiendo en el importante papel de la pedagogía.

Para el diseño de las actividades ha sido fundamental la relación con las escuelas y otros centros de enseñanza, para establecer un diálogo y trabajar conjuntamente con ellos teniendo en cuenta las aportaciones del profesorado.

La relación del museo con el entorno académico universitario es también un punto clave del programa didáctico del museo. Por medio de las becas de colaboración con escuelas de diseño, los alumnos que visitan el museo conocen sus colecciones y aprenden diferentes técnicas. El enriquecimiento es mutuo: el museo está al corriente de las últimas tendencias y dispone de temarios actualizados de los centros de bachillerato artístico y escuelas de diseño, y a su vez, fruto de las experiencias de colaboración, surgen nuevos trabajos de investigación, ponencias, cursos dirigidos al profesorado, e incluso exposiciones temporales.

La ciencia y la técnica en el MEPM. Un trabajo interdisciplinar

La oferta educativa del MEPM trata diversos aspectos técnicos y científicos vinculados a los oficios textiles: estampación, tintura, hilatura, tejeduría, blanqueo, fabricación de moldes y cilindros de estampación, formulación de recetas de colorantes naturales y fabricación de colorantes de síntesis, nuevos inventos de maquinaria textil y su evolución y diseño textil aplicado a la generación de originales para la estampación.

Los trabajos de investigación interdisciplinar que se han realizado, en el marco de la estampación textil en Catalunya y desde el prisma de la historia del arte y otras perspectivas, han permitido conocer las técnicas

utilizadas en el proceso de acabado textil. Se ha estudiado y dado a conocer las técnicas más ancestrales, como la tintura con materias naturales usada desde el Neolítico, hasta la estampación digital, la más novedosa. En este recorrido, se da a conocer también las fechas clave en la evolución de las técnicas y ciencias aplicadas a la estampación textil, situándolas en un contexto histórico, artístico y social.

Cada técnica y cada época transportan a un escenario científico y social diferente donde se invita al visitante del museo a descubrir inventos y personalidades científicas de ámbito nacional e internacional que dan un paso adelante en el perfeccionamiento de esta industria. Este recorrido por la historia de las ciencias y las técnicas da a conocer las personalidades relevantes de los químicos William Perkins, Josep Vallhonesta o Carles Ardit, entre otros, por sus brillantes aportaciones y descubrimientos en los últimos siglos.

Metodología y recursos didácticos

La metodología que se aplica durante la realización de los talleres y demostraciones del espacio del Obrador sigue unos parámetros tradicionales semejantes a las fases de la experimentación científica:

1. Fase de presentación de la actividad al grupo de niños y jóvenes.

2. Fase de introducción para situar en el contexto histórico y científico.

3. Fase expositiva y analítica. Se muestran y analizan los materiales, sustancias, artefactos y herramientas propias de una determinada técnica y época. A partir de la observación y las comparaciones entre el producto inicial y el producto final manufacturado, surgen cuestiones técnicas y científicas sobre el determinado proceso textil. El diálogo, las preguntas y las respuestas, son elementos que mantienen el interés del alumnado y buscan su participación. En el taller, se plantean preguntas abiertas, que se tratan de resolver en la fase de experimentación.

4. Fase de experimentación. Se experimenta y elabora un producto textil, un colorante, una muestra estampada u otro material que sirva, además, de recordatorio de la visita.

5. Fase de análisis y valoración. En un diálogo con el alumnado, se valora el producto final y se comenta la eficacia del proceso, se contrasta las técnicas actuales con las del pasado, se valoran aspectos sociales en relación a los nuevos avances de carácter científico y tecnológico, a fin de contextualizar el conocimiento.

Recursos didácticos:

1. Patrimonio industrial y científico del museo: objetos técnicos y científicos de la colección de los siglos XVIII hasta la actualidad, un archivo documental de empresas textiles de los siglos XIX y XX, y una hemeroteca y biblioteca especializadas en textil que contienen documentos de los siglos XIX hasta la actualidad.

2. Herramientas y maquinaria del taller del Obrador. Consta de material de laboratorio, cocina o cuarto de colores, aparatos de medida y precisión, mesas de estampación y una mesa manual de estampación con cuatro plataformas.

3. Fichas técnicas de cada actividad, una herramienta útil para el profesor o responsable del grupo para seleccionar la actividad más adecuada para el diseño curricular.

4. Fichas de trabajo para el alumnado. Están preparadas para trabajar los contenidos en el aula, con anterioridad para tener conocimientos previos a la visita, o bien a posteriori, para compilar y reforzar los conocimientos adquiridos.

5. Dossiers para el profesorado para preparar la visita al museo.

6. Ediciones del museo: cuaderno didáctico de la colección del mNACTEC, publicación "l'Estampació Tèxtil a Catalunya. Ponsa S.A.: Art, disseny i indústria", editado por el museo, y material gráfico, como postales de las colecciones.

7. Visita a las exposiciones *L'Estampació tèxtil* i *l'Arqueologia de Premià*.

8. Los talleres de restauración del museo. Cuando se realizan campañas de restauración de piezas del museo se dan a conocer los procesos e intervenciones sobre el objeto.

9. Proyectos: jardín botánico de plantas tintóreas, compilación de documentos audiovisuales sobre memoria oral, trabajos de investigación y colaboración con escuelas en proyectos comunes de documentación.

Objetos técnicos y científicos de la colección del MEPM

Las colecciones del museo se agrupan en cuatro líneas temáticas: estampación textil, arqueología, industria del gas e historia y etnología locales. El proyecto didáctico actualmente está centrado en las dos primeras líneas. Algunos objetos de patrimonio industrial se muestran en las salas de exposición permanente *L'Estampació tèxtil i L'Arqueologia de Premià*, donde se exhibe una muestra significativa de la colección, pero que no alcanza el 2% del total de objetos que se custodia. La colección está formada por unos 30.000 objetos, de los cuales se ha hecho una selección para mostrar en las salas las piezas más representativas.

La colección contiene objetos que ilustran todo el proceso productivo desde el siglo XVIII hasta la actualidad, con dibujos originales para estampación, pruebas, herramientas para fabricar los moldes, maquinaria de estampación y accesoria, así como una notable cantidad de muestrarios del producto final, de telas estampadas, formularios de color y piezas confeccionadas. El legado de las industrias de Catalunya del XIX y XX, La España Industrial, Ponsa, Lyon-Barcelona, Vilumara, Vidiestil, Pàmies, Satex, La Fou o Campins, representa un volumen muy importante de las colecciones del museo y ofrece una visión muy completa de la evolución de cada empresa.

El MEPM y el proyecto pedagógico del Sistema Territorial del mNACTEC

En 1994 el Sistema Territorial de Museos de Ciencia y Técnica del mNACTEC empieza a desarrollar su labor educativa con el objetivo de dar a conocer el patrimonio industrial de Catalunya y explicar la evolución industrial de nuestro país, para "estudiar el patrimonio industrial, tecnológico y científico, tanto el mueble –objetos técnicos y científicos- como el immueble –edificios, conjuntos patrimoniales y paisajes-, entendido en el sentido más global" (*Magda Fernàndez, Departament de Didàctica de les Ciències Socials. UB. 2004*)

Actualmente el programa didáctico está muy trabajado y consolidado, dado que las escuelas son el sector de público mayoritario. Su proyecto es claro, disfruta de una buena organización en el servicio y los equipos de guías y monitores son profesionales bien formados que crean una gran variedad de talleres, juegos, rutas, visitas teatralizadas y otros recursos que cubren las demandas de las escuelas.

El proyecto del mNACTEC quiere aportar ingredientes científicos, técnicos y sociales indispensables para la formación del alumnado, para que conozcan, comprendan y valoren su realidad más próxima. Se plantean algunos retos como la globalización del conocimiento, que ayudan a interpretar el entorno más cercano.

El reto de los educadores en los museos

Los trabajos de investigación, la compilación de datos para trabajos de memoria oral, la ampliación de las colecciones y los trabajos de documentación que se llevan a cabo, permiten obtener un conocimiento y configuran, así, una fuente inagotable de saber, un proceso vivo que enriquece y abre nuevos caminos dentro de los programas didácticos de estas instituciones.

Queda mucho camino por recorrer; a medida que se avanza en los trabajos se abren nuevos recorridos y se plantean nuevas vías para acercar los museos, el patrimonio científico, técnico, social y natural a escuelas, niños, jóvenes y profesorado.

Para los educadores es un reto y compromiso compartir estos valores y saber de forma creativa, y a su vez clara, para que se comprenda, sienta, valore, aprecie y disfrute todo aquello vinculado al entorno inmediato y su historia.

ANNEXO. La oferta educativa del Museu de l'Estampació de Premià de Mar

Actividades de Educación Infantil:
- *Petits estampadors*
- *Petits coloristes*
- *La màgia de la fada Adelina*

Actividades de Educación Primaria:
- *Aprenents d'oficis estampador, colorista i teixidor*
- *Les matemàtiques i els estampats*
- *Fem de dissenyadors*
- *La química i el color*
- *Joc de pistes La Ciseta vol estampar*
- *Joc Els cinc enigmes d'arqueologia*

Actividades de Educación Secundaria:
- *Les Matemàtiques i els estampats*
- *La química i el color*
- *Com es fabriquen les robes estampades*
- *Fabriquem colorants naturals*
- *Fem d'arqueòlegs*

Visitas guiadas escolares, adaptadas a los diferentes niveles:
- Exposición *L'Estampació Tèxtil*
- Exposición *L'Arqueologia de Premià*
- Exposiciones temporales

Visitas técnicas:
- *Com es treballa en un Museu? La documentació i la conservació del patrimoni.*
- Sesiones formativas especializadas en arte, diseño textil, estampación y moda.

Actividades para adultos:
- Visitas guiadas
- Demostraciones de estampación y tintura artesanales
- Taller de estampación
- Talleres especializados

Actividades familiares:
- Talleres de estampación
- Talleres monográficos (programación de fin de semana de carácter lúdico y didáctico)
- Celebración de aniversarios en el museo con actividades de estampación.

Bibliografía

ACASO, M. (2009) El museo como plataforma de transformación de la pedagogía tóxica. Modelos educativos no tóxicos para una sociedad posmoderna. Congreso Internacional Los Museos en la educación. La formación de los educadores. Fundación Colección Thyssen-Bornemisza, Madrid.

CANALS, M. T; DÒRIA, M; FERNÁNDEZ, M. (2009) Quadern didàctic del Museu de l'Estampació de Premià de Mar, núm. 20. mNACTEC, Terrassa.

CANALS, M. T; DANGLA, A; DÒRIA, M; PREVOSTI, M; FERNÁNDEZ, N. (2005) L'estampació textil a Catalunya. Art, disseny i indústria. Ed. Clavell Cultura, Premià de Mar.

DANGLA, A. (2008) Actuacions d'intervenció i gestió vinculades al Museu de l'Estampació de Premià de Mar: projecte d'execució de la 3ª fase de l'exposició permanent i difusió de la vil·la romana de Can Ferrerons. II Trobada d'entitats de recerca local i comarcal del Maresme. Argentona.

FERRERAS, R. (2009) ¿Dónde reside el conocimiento? De interactividad, conectivismo y otras caóticas maneras de educar en los museos. Congreso Internacional Los Museos en la educación. La formación de los educadores. Fundación Colección Thyssen-Bornemisza, Madrid.

FREIRE, H. (2010) Educar en verd. Colección Família i Educació, 20. Ed. Graó, Barcelona.

NADAL, J; TAFUNELL, X. (1992) Sant Martí de Provençals, pulmó industrial de Barcelona (1847-1992). Ed. Columna, Barcelona.

NCTM (2003) Principios y estándares para la educación matemática. SAEM Thales y National Council of Teachers of Mathematics, Sevilla.

TOMÁS, J. (1999) La màquina d'estampar a la contínua. Aprenent, 1. Ed. Museu de l'Estampació de Premià de Mar i Centre de Recursos per a la Indústria Tèxtil, Premià de Mar.

BLANCO ABELLÁN, M. (coord.) (2014) *Enseñanza e Historia de las Ciencias y de las Técnicas: Orientación, Metodologías y Perspectivas.* Barcelona, SEHCYT, p. 171.

LOS "OTROS" INSTRUMENTOS CIENTÍFICOS

Ignacio DE LA LASTRA GONZÁLEZ
Museo Nacional de Ciencia y Tecnología (MUNCYT)
Rosa MARTÍN LATORRE
Museo Nacional de Ciencia y Tecnología (MUNCYT)

Resumen

Existen distintos objetos y materiales científicos que se han venido utilizando -fundamentalmente desde principios del siglo XX y especialmente en los laboratorios de escuelas técnicas-, que no se consideran instrumentos científicos en el sentido tradicional del término. Estos instrumentos llegan al museo principalmente desde instituciones docentes de carácter práctico como las escuelas de formación profesional o las escuelas técnicas y de ingeniera. Pero también desde los institutos de segunda enseñanza, que en 1901 sufren una reorganización en sus programas de estudios y que, bajo la denominación de Institutos Generales y Técnicos, introducen la enseñanza de nuevas asignaturas como Técnica agrícola, Prácticas agrícolas, Topografía, Técnica industrial o Química aplicada, obligándose a la adquisición de nuevo material pedagógico muy diferente al utilizado hasta el momento. En este trabajo estudiaremos este tipo de objetos para la enseñanza –menos habituales en los museos con patrimonio científico y tecnológico-, analizando y comparándolos con los tradicionales, cuya utilización en el aula era de forma conjunta y complementaria. En un futuro, asignaturas actuales en la enseñanza secundaria como la Tecnología, nutrirán a los museos de colecciones de "instrumentos científicos" completamente diferentes.

Abstract

There are different objects that have been used, mainly, from the early twentieth century, mostly in technical schools, that are not considered scientific instruments in the conventional sense. Such instruments come to the museum, mainly from technical schools, but also from the traditional secondary schools, which in 1901 experimented a reorganization of their curricula, and under the name of General and Technical Institute introduced new courses as Topography or Applied Chemistry. For that reason, such schools had to acquire new teaching material very different from that used up to then these centers. In this article we have been studied these objects, less common in museums with scientific heritage. In the future, current secondary school that teach technology, will uplift museum collections with "scientific instruments" completely different.

Palabras clave: Enseñanza, instrumentos, técnica

Keywords: Teaching, instruments, technology

La adquisición y procedencia de los instrumentos científicos en España

En términos generales, tanto en España como en el resto de países, la adquisición de instrumentos y material científico con fines educativos, de investigación o coleccionismo, a lo largo de la historia siempre ha estado relacionada con la situación geopolítica. Durante los siglos XVI y XVII, el Imperio Español se abastecía principalmente de los talleres de artesanos flamencos (belgas y holandeses). La adquisición de materiales para la ciencia era promovido por nobles, príncipes y monarcas, que encargaban todo tipo de instrumentos matemáticos, compendios astronómicos, relojes de sol, astrolabios, instrumentos para la navegación, ballestillas… y los objetos relacionados con la cartografía: mapas y globos, celestes y terrestres[1]. Los cartógrafos y constructores flamencos como *Mercator, Frisius y Arsenius*, entre otros, fueron los más prestigiosos productores de este tipo de instrumentos.

En el siglo XVIII, el mercado de construcción de todo tipo de objetos científicos es copado casi en su totalidad por los ingleses. Conocidas firmas como *Adams, Short, Dollond, Ramsdem, Graham, Cuff, Culpeper, Gilbert, Nainer, Cole, Martin, Heath...* con un alto grado de competitividad se reparten la mayoría del mercado europeo y mundial. Sólo a finales del s. XVIII, la incipiente industria francesa de fabricación de instrumentos científicos comienza a postularse como la gran alternativa al monopolio inglés, para convertirse durante la práctica totalidad del siglo XIX en una excepcional industria de fabricación de instrumentos de precisión, que sobresale por encima del resto con firmas tan conocidas como *Deleuil, Ducretet, Breguet, Breton Frères, Carpentier, Lerebous, Lerebous et Secretain, Pixii Père et Fils, Soleil, Froment, Collot et Cie, Duboscq, Pellin, Dujardin, Salleron, Koenig, Radiguet et Massiot, Jules Richard, Chauvin et Arnaoux, Nachet, Gaiffe, Molteni*… Los instrumentos con la impronta francesa coparon las vitrinas de nuestros gabinetes y laboratorios de ciencias en todas las universidades, colegios e institutos, y es que, promovido por el gobierno español, la adquisición de material a las casas francesas se recomienda por su calidad, mejor precio y facilidad de importación. Solo a finales del s. XIX, los fabricantes alemanes como *Max Kölh, Leybold, Carl Zeiss, Ernst Leizt y Hartmann & Braun,* entre otros comienzan a introducirse en nuestras aulas hasta las primeras décadas del siglo XX. A partir de ese momento, EEUU y Gran Bretaña, principalmente en instrumentos de medida eléctrica, Italia y el resto de países industrializados se reparten el mercado de venta de instrumentos científicos. Las modestas firmas españolas Sogeresa, CEDAC y Cultura, y casos muy singulares como el de Mónico Sánchez, fabricante de instrumentos electrofísicos y electromédicos completan el panorama comercial en cuanto a la adquisición de instrumentos científicos se refiere en el siglo XX, en nuestro país.

Pero ¿qué ocurre con los objetos, generalmente más modernos -primeras décadas del siglo XX-, que proceden de centros de enseñanza menos conocidos y más relacionados con los oficios y las aplicaciones técnicas o industriales de las ciencias? Este tipo de instrumentación, más escasa, tiene una serie de particularidades vinculadas con su origen, de ahí que primero haya que hablar, muy brevemente de la historia de la formación profesional en España, fundamentalmente en lo referido a la primera mitad del siglo XX. En este sentido, el 21 de Diciembre de 1928 se promulga el Estatuto de la Formación Profesional[2], considerado como la primera normativa que, de forma clara y concisa, describe las necesidades de una verdadera formación profesional en España. Se crearía por vez primera un sistema de centros, dependientes del Ministerio de Trabajo y Previsión, en los que se impartirían este tipo de enseñanzas profesionales: son las Escuelas Elementales de Trabajo y Escuelas Superiores de Trabajo, cuya característica más significativa era el tipo de alumnado del que se nutrían,

[1] Los instrumentos científicos, principalmente de los siglos XVI al XIX se adquieren para Gabinetes Reales, Academias de ciencias, Sociedades científicas, Observatorios, Jardines botánicos, Bibliotecas, Museos y gabinetes de curiosidades, Universidades, Colegios e Institutos de enseñanza secundaria, Organismos públicos de investigación y otras instituciones de carácter científico.

[2] La formación profesional en España a lo largo de su relativamente corta historia, ha evolucionado, como tantas otras cuestiones, a partir de cédulas, reales órdenes, decretos y leyes educativas. Fueron claves la creación de las Escuelas de Artes y Oficios, y Ley de Instrucción Pública –más conocida como Ley Moyano- del año 1857, que contemplaba la creación de las enseñanzas especiales, para Maestros, Ingenieros, Arqueólogos, Archiveros, Bibliotecarios y Veterinarios; la Ley de Aprendizaje Industrial (1911), que recogería las características de estas enseñanzas y que en 1924 tomarían forma de proyecto de Estatuto de Enseñanza Industrial, base del posterior desarrollo de la enseñanza profesional, que reorganiza las enseñanza industriales en las Escuelas Elementales del trabajo o Escuelas de Aprendizaje, las Escuelas Industriales y las Escuelas de Ingenieros Industriales, en la actualidad transformadas en los Institutos de Enseñanza Secundaria (IES), las Escuelas Universitarias de Ingeniería Técnica y las Escuelas Técnicas Superiores de Ingeniería

en su mayoría, trabajadores en activo y aprendices. Por definición en este Estatuto "… *se entiende por Formación Profesional la orientación y la selección, el aprendizaje y la instrucción parcial o completa, complementaria o de perfeccionamiento de los trabajadores profesionales de ambos sexos en las diferentes manifestaciones individuales del trabajo industrial*."[3]

En las Escuelas Elementales de Trabajo se llevará la enseñanza elemental obrera, que según reza el proyecto de Estatuto de Enseñanza Industrial de 1924, es aquella "…*que tendrá por objeto la formación del personal obrero de los oficios industriales en que predomina el trabajo manual sobre el intelectual y la instrucción de los artesanos*."[4]

La procedencia de los instrumentos del IES Juan de la Cierva en el MUNCYT

Los objetos que se conservan en el MUNCYT de la Escuela Elemental del Trabajo, provienen del IES Juan de la Cierva[5]. Este centro durante toda su historia y hasta los años 90, compartió edificio y por tanto instalaciones (talleres, laboratorios…) con lo que hoy se conoce como la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial. Recordemos que las Escuelas Elementales del Trabajo se fundan en 1924 al amparo del proyecto de Estatuto de Enseñanza Industrial, y en ellas los estudios se realizan a partir de la siguiente estructuración[6]:

- **Enseñanza preparatoria** para el aprendizaje. Edad mínima **10 años** y cursados los estudios de la instrucción primaria elemental. **Duración: 2 años** (24 h semanales). **Enseñanzas:** Matemáticas prácticas, Nociones de Mecánica, Física y Química, Geografía industrial española, Legislación obrera, Higiene industrial y Dibujo.

- **Enseñanza de aprendizaje** para la formación de oficiales obreros. Edad mínima **12 años. Duración: 4 cursos** (36 h semanales de la que 18 h serán de prácticas) -3 años en el caso de alumnos que hubieran cursado enseñanza preparatoria (24 h semanales)-. **Enseñanzas: Las propias de la enseñanza preparatoria más:** la tecnología propia del oficio que se curse, dibujo aplicado al mismo y prácticas de taller.

- **Cursos complementarios profesionales.** Para aprendices y obreros que trabajan durante el día. Materias del periodo preparatorio para el aprendizaje y clases orales y de dibujo propias de la tecnología de cada oficio…

El tipo de enseñanza práctica que se impartía en estas escuelas determina, como es lógico, la adquisición de los instrumentos para la misma. Estos objetos, por lo general proceden de fabricantes especializados más desconocidos, son básicos en su diseño y sofisticación. Muchos de los materiales, quizás como sucede hoy en día con la asignatura de Tecnología en los IES, se construían a modo de proyecto, como práctica del aula, con materiales reciclados y utilizando para ello el ingenio y la improvisación propia de la técnica más que de la ciencia, caracterizada por su mayor componente teórico. Como ejemplo, el MUNCYT conserva una serie de instrumentos fabricados en la propia escuela laboral, algunos de ellos con la etiqueta de "Escuela Elemental del Trabajo", como si de un fabricante se tratara-. Son diseños o modelos de mecanismos para máquinas, sistemas de bielas, frenos y embragues para poleas, etc. Por otro lado hay una serie de instrumentos reciclados, aparatos que han sido diseñados para la enseñanza, sino para su uso normal, y han sido adaptados para este fin, bien montándolos de forma didáctica, o bien seccionándolos para poder explicar su funcionamiento.

---

[3] *Gaceta de Madrid*, Nº 363 (28 de diciembre de 1928), Estatuto de formación profesional, Libro Primero, Capitulo Primero, Artículo 1º. p. 1989.

[4] *Gaceta de Madrid,* Nº 310 (5 de noviembre de 1924) Estatuto de Enseñanza Industrial, Libro Primero, Capítulo Primero, Artículo 3º, p. 587.

[5] La Escuela Elemental del Trabajo de la que proceden estos objetos se ubicó en la calle Flor Alta, 8 y compartía edificio con la Escuela de Peritos Industriales. Hacia 1950, ambos centros se trasladarían a un nuevo edificio en el Portillo de Embajadores, hoy Ronda de Valencia. A finales de los años 60, la Escuela de Peritos Industriales pasa a denominarse Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial, y la vieja Escuela Elemental del Trabajo se denominará Instituto Politécnico de Formación Profesional Juan de la Cierva. A principios de los años 90, se decide una nueva ubicación para el IPFP Juan de la Cierva -un moderno edificio, de nueva construcción-, que finalmente, y a partir de la promulgación de la LOGSE, pasará a denominarse como Instituto de Educación Secundaria Juan de la Cierva. (IES Juan de la Cierva)

[6] *Gaceta de Madrid,* Nº 310 (5 de noviembre de 1924), Estatuto de Enseñanza Industrial, Capítulo V, De la enseñanza elemental obrera, pp. 590-591.

Los instrumentos que podemos considerar más tradicionales, como amperímetros o voltímetros de demostración, son claramente identificables por la calidad y ligereza de su construcción, con escalas de gran tamaño para poder ser leídas dese cualquier punto del aula, pertenecen a fabricantes no usuales en las colecciones de instrumentos procedentes de la enseñanza tradicional en institutos de segunda enseñanza o facultades de ciencias.

Es posible que algunos de estos objetos sean el resultado del trabajo en el aula durante el curso no sólo con el objetivo de su evaluación, sino también para su exhibición en las exposiciones escolares de las Escuelas del Trabajo[7]. Jornadas en las que los alumnos presentaban sus trabajos como una forma de "terapia educativa", mediante la exposición y defensa de su trabajo, convirtiéndose en una manera de superación, tal y como sucede hoy en día con las conocidas "ferias de la ciencia", muy populares en estos últimos años en distintas ciudades del país.

Otra forma de ingreso de estos instrumentos era por medio de donaciones de maquinaria y aparatos por empresas y fábricas instaladas la zona de influencia de la escuela, y hacia las que iba dirigida la formación. Con el doble objetivo de que al obtener formación técnica en esos modelos concretos de maquinaria, fueran las preferidas a la hora del montaje o instalación al desarrollar un proyecto y, por otro lado que los talleres y fábricas tuvieran personal con una formación más específica, y cercana a sus instalaciones[8].

Por todo ello en este tipo de instituciones nos encontramos con una gran variedad de instrumentación, tanto por su tipología como por su origen, que contrasta con la uniformidad de los instrumentos provenientes de los IES, muchos de los cuales encontramos idénticos en diferentes instituciones, en parte por las compras centralizadas impulsadas por el ministerio correspondiente.

El fondo bibliográfico

Otro de los aspectos importantes relacionados con la enseñanza técnica es la documentación, a la que se le confiere especial relevancia en el estatuto de formación Profesional de 1928, indicando que "se considera como Oficina Central de documentación técnica a los efectos del presente Estatuto, el Servicio de Información bibliográfica que hoy funciona en la actual Junta de Pensiones para Ingenieros y obreros en el extranjero". La sección de hemeroteca de este fondo[9] se conserva actualmente en el MUNCYT, procedente de la EU de Ingeniería Técnica Industrial. Siguiendo la evolución de los sellos encontrados en las revistas, se puede hacer una pequeña historia de las vicisitudes y cambios de la institución:

Entre 1925 y 1929. J. P. I. O. E. Información bibliográfica. [Junta de Pensiones de Ingenieros y Obreros en el Extranjero].

Entre 1930 y mediados de 1932. J. C. P. P. O. Oficina de Documentación profesional [Junta Central de Perfeccionamiento Profesional Obrero].

En 1933. Oficina General de Documentación Profesional. Ministerio de Trabajo y Previsión. J. C. P. P. O. y Ministerio de [Industria y Comercio]. Comisión de Ensayo de Materiales. Prado, 26.

Desde 1933 hasta 1956. Centro de Perfeccionamiento Obrero y Oficina Central de Documentación Profesional. La vinculación de este fondo con los instrumentos anteriormente estudiados es clara, está formado por cerca de 500 títulos de revistas, en su mayoría editadas entre 1920 y 1956 y de la cuales sólo un 25% son españolas, siendo el 75% restante extranjeras, lo que indica aparte de una gran inversión económica en

[7] Véase RICO [2012], Vol 1, p. 168.

[8] La donación de instrumentos está documentada en Gijón en 1929. Véase RICO [2012], Vol 1, p. 173-174.

[9] El fondo comienza a configurarse en 1920 con la biblioteca de la Junta de Pensiones de Ingenieros y Obreros en el Extranjero. Por el Decreto de 1928 pasa a denominarse "Oficina Central de Documentación Técnica", momento en que tiene su mayor expansión, después de varios cambios de nombre y diferentes vicisitudes como su requisa por un sindicato durante la Guerra , mantuvo el nombre de "Centro de Perfeccionamiento Obrero y Oficina Central de Documentación Profesional" hasta su desaparición a finales de los 50 cuando fue depositado la Escuela de Maestría Industrial. A pesar de que en 1967 el Director General de Enseñanza Profesional da orden de que pase a formar parte de los fondos del CSIC, esto no es así y a finales de los 80 llega al Museo.

suscripciones, el intento de modernización de la formación técnica en España, con la importación de nuevas enseñanzas e ideas.

Bibliografía

ORTIZ MUÑOZ, A. (1924) "Un millar de Alumnos asisten a la Escuela Industrial de Madrid". Revista Nacional de Educación, nº 24. 94-98.

RICO GÓMEZ, M. L. (2012). "La formación profesional del obrero como mecanismo de modernización económica e industrial durante la Dictadura de Primo de Rivera (1923-1930)". Rubrica Contemporanea, vol I, (año 1). 157-176.

Sin autor. (1946) *Aumento de matrícula en las Escuelas de Peritos Industriales y Elemental del Trabajo*. Revista Nacional de Educación, nº 62. p. 50-52.

VILLACORTA BAÑOS, F. (2001) "La Junta de Pensiones de Ingenieros y Obreros en el Extranjero 1907-1936". Arbor, CLXX, 669 (Septiembre), 127-146.

VILLACORTA BAÑOS, F. (2012) *La Regeneración Técnica: La Junta de Pensiones de Ingenieros y Obreros en el Extranjero 1907-1936*. Madrid, CSIC.

ABC, (24 de agosto de 1939), nº 10457. p. 10.

Gaceta de Madrid, Nº 310 (5 de noviembre de 1924), Estatuto de Enseñanza Industrial, pp. 310-397.

Gaceta de Madrid, Nº 363 (28 de diciembre de 1928), Estatuto de Formación Profesional, pp. 1989-2002.

Boletín Oficial del Estado, Nº 202 (21 de julio de 1955), Ley sobre la Formación Profesional Industrial, pp. 4442-4453.

Boletín Oficial del Estado, Nº 160 (6 de julio de 1967), Orden sobre los fondos del Centro de Perfeccionamiento Obrero, pp. 9484.

Figuras

Fig.1. Modelo de biela para máquina de vapor
Fig.2. Comprobador de inducidos
Fig.3. Modelos de embrague y freno para trasmisiones con poleas
Fig.4. Interruptor anti descargas
Fig.5. Rectificador de Selenio
Fig.6. Algunas de las revistas del fondo bibliográfico.

Fig 1.

Fig 2.

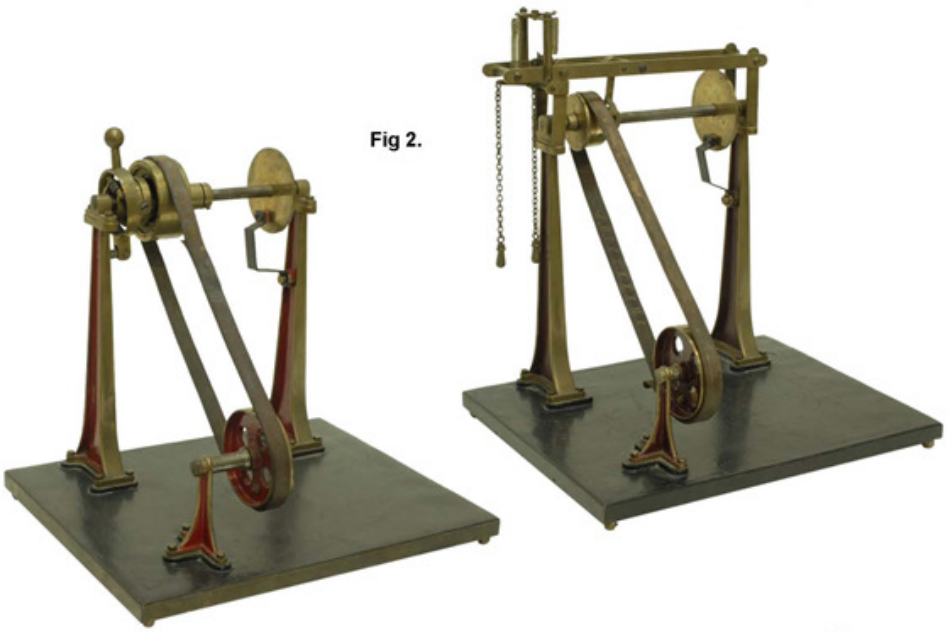


Fig 3.

Fig 4.

Fig 5.

Fig. 6

OFICINA INTERNACIONAL DEL TRABAJO
GINEBRA
INFORMACIONES SOCIALES
PUBLICACIÓN MENSUAL
PAGO ANTICIPADO
GLAS u. APPARAT
VERLAG R. WAGNER SOHN IN WEIMAR
Hochvakuumpumpen
Arthur Pfeiffer · Wetzlar 5
DEMAG
DUISBURG
L'Information Professionnelle
AGRONOMIA LUSITANA
1947
ESTAÇÃO AGRONÓMICA NACIONAL
PORTUGAL
INFORMACIONES Y MEMORIAS DE LA SOCIEDAD DE INGENIEROS DEL PERU
Vol. XLVI
No. 12
DICIEMBRE
1945
EL EXPORTADOR AMERICANO
Edition in Spanish of the AMERICAN EXPORTER
Año 55°
MAYO
1932
54
INSTITUTO TECNICO DE LA CONSTRUCCION Y DEL CEMENTO
INFORMES DE LA CONSTRUCCION
Unión General de Trabajadores de España
1º DE MAYO
METAL

BLANCO ABELLÁN, M. (coord.) (2014) *Enseñanza e Historia de las Ciencias y de las Técnicas: Orientación, Metodologías y Perspectivas.* Barcelona, SEHCYT, p. 179.

MATERIALES UTILIZADOS PARA LA ENSEÑANZA DE LA CIENCIA EN EL INSTITUTO SANTÍSIMA TRINIDAD DE BAEZA. PRIMER CENTENARIO DE LA LLEGADA DE ANTONIO MACHADO A BAEZA (1912 - 2012)

María José GARCÍA DEL REAL

Resumen

*En 2012 se han cumplido cien años de la llegada del poeta sevillano Antonio Machado a Baeza. Ciudad con un amplio pasado renacentista, por lo que fue declarada, en 2003, junto con Úbeda Ciudad Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO. En este municipio, de la provincia de Jaén, el poeta estuvo impartiendo clases de francés durante siete años (1912 - 1919), en el Instituto Santísima Trinidad, que en aquella época era llamado Instituto General Técnico. Con este motivo, el Ayuntamiento de Baeza y la entidad estatal Acción Cultural Española han realizado, en 2012, una muestra temporal "*Antonio Machado y Baeza 1912-2012. Cien años de un encuentro*", que ha dado a conocer la enseñanza de esa época y el instituto donde el poeta ejerció como catedrático. La exposición incluía entre otras piezas: manuscritos, documentos, fotografías, aparatos y maquetas didácticas.*

Abstract

In 2012 it´s been a hundred years since the Sevillian poet Antonio Machado arrived to Baeza, city with a large renaissance past, for which it was declared, in 2003, along with Ubeda "World Heritage Site" by UNESCO. In this municipality, located in the province of Jaen, the poet was teaching French for seven years (1912 – 1919), at the Santísima Trinidad Institute (General Técnico Institute, as it then was called). For this reason, the City Council of Baeza and the state agency "Acción Cultural Española" have made a temporary exhibition in 2012 "Antonio Machado and Baeza 1912-2012 a hundred years of a meeting", which has unveiled teaching at that time and the institute where the poet worked as professor. The exhibition included among other pieces: manuscripts, documents, photographs, equipment and teaching models.

Palabras claves: Materiales científicos, Machado, Baeza

Key words: Scientific Materials, Machado, Baeza

1. La familia Machado

Antonio Machado Ruiz (Sevilla 1875 – Colliure 1939), es un símbolo de un grupo de profesores de institutos que impulsaron y apoyaron la educación científica en su época. Se formó en la célebre Institución Libre de Enseñanza, fundada por Francisco Giner de los Ríos.

Su padre Antonio Machado Álvarez "Demófilo", librepensador y de ideología liberal progresista muy próxima al krausismo, fue un escritor, antropólogo y folclorista de la Generación de 1868.

Su abuelo Antonio Machado Núñez, patriarca de una saga de grandes intelectuales, era geólogo, zoólogo, antropólogo y al mismo tiempo fue una de las personalidades científicas más relevantes del siglo XIX en España, así como un gran difusor de la cultura biológica evolucionista. De talante liberal y progresista, adherido al grupo krausista, sostuvo una gran amistad con dos de sus máximos representantes: Francisco Giner de los Ríos y Federico de Castro.

La figura del abuelo ejerció una gran influencia sobre sus hijos y sus nietos. Antonio Machado Núñez desarrolló una sólida labor docente, investigadora y divulgativa. En 1850 fundó, en la Universidad hispalense, el Gabinete de Historia Natural, que ha llegado a tener una rica y amplia colección de objetos cuyo núcleo principal estaba formado con una muestra de minerales, aves disecadas procedentes de las marismas del Guadalquivir, vegetales en un herbario, fósiles, e incluía una importante serie de materiales arqueológicos y prehistóricos. Actualmente el material pertenece a los fondos de la Universidad de Sevilla.

Los objetos procedían del Real Colegio de Medicina y Cirugía de Cádiz, de donaciones de particulares, de adquisiciones de Machado en París, de Filipinas y otras zonas de Pacífico.

Algunos de los ejemplares más notables del Gabinete fueron enviados por Machado a las Exposiciones Universales celebradas en París en 1867 y 1878.

2. Machado en Baeza

El uno de noviembre de 1912, tras la muerte de su esposa en Soria, llega al instituto de Baeza don Antonio Machado, siendo director del centro, don Leopoldo de Urquía, a quien el poeta conocía desde su época de estudiante.

En Baeza escribió una parte importante de su obra. El instituto aún conserva el aula de Machado, junto al paraninfo de la antigua universidad con las mismas bancas y el brasero que utilizaba el poeta en invierno, y en la que impartió clases de francés hasta 1919. En unos documentos autobiográficos escritos en 1913 Antonio Machado expresó estos pensamientos:

> "… enviudé en 1912. En 1º de noviembre del mismo año fui trasladado a Baeza donde actualmente resido. No tengo vocación de maestro y mucho menos de catedrático. Procuro, no obstante, cumplir con mi deber. Mis lecturas han sido especialmente de filosofía y de literatura, pero he tenido afición a todas las ciencias".[1]

La impresión que Baeza produce en Antonio Machado y que puede ser la misma que la de toda la Andalucía rural de la época, es transmitida en una carta a su profesor de Salamanca Miguel de Unamuno:

> "Aquí no se puede hacer nada. Las gentes de esta tierra lo digo con tristeza porque al fin, son de mi familia, tienen el alma absolutamente impermeable (…).
>
> Esta Baeza, que llaman Salamanca andaluza, tiene un Instituto, un Seminario, una Escuela de Artes, varios colegios de 2.ª enseñanza y apenas sabe leer un 30 por ciento de la población. No hay más que una librería donde se venden tarjetas postales, devocionarios y periódicos clericales y pornográficos".[2]

---

[1] Antonio Machado. *Biografía. Antonio Machado y Baeza. 1912-2012. Cien años de un encuentro*. http://machadoenbaeza.es/vida-y-obra-de-antonio-machado/

[2] Martín Abel. *Revista de Estudios sobre Antonio Machado.* http://www.abelmartin.com/guia/baeza.html

Como contrapunto, y a raíz de la creación de un periódico local el poeta escribe:

"En esta bella ciudad, entre moruna y manchega, en cuyas piedras venerables se lee un pasado glorioso, en esta noble Baeza, de vieja tradición intelectual….".[3]

En sus paseos solitarios por el campo de Baeza el poeta escribe resignado por su amor perdido:

"De la ciudad moruna
tras las murallas viejas,
yo contemplo la tarde silenciosa,
a solas con mi sombra y con mi pena".[4]

3. El Instituto Santísima Trinidad de Baeza

Patio de columnas del I.E.S. Santísima Trinidad.

Foto: Archivo del Instituto.

El Instituto Santísima Trinidad de Baeza, creado en 1875, es uno de los más singulares de Andalucía. En primer lugar por su amplia tradición académica, ya que es heredero de la antigua Universidad fundada en 1538 -por bula de Pablo III- que funcionó hasta 1824, siendo luego, en 1832, Colegio de Humanidades, mediante el Real Decreto de Fernando VII. En segundo lugar, por su admirable emplazamiento, ya que se encuentra ubicado en el edificio renacentista de la propia Universidad, del siglo XVI.

Durante el sexenio revolucionario (1869-1875) fue Instituto Libre de Segunda Enseñanza de Baeza, y durante la I República, el centro tuvo como director a Hermenegildo Giner de los Ríos, que posteriormente colaboró en la fundación de la Institución Libre de Enseñanza.

Tras la restauración, en el año 1875 y hasta 1899, se transforma en Instituto Público de Segunda Enseñanza. Siendo el único Instituto de la provincia de Jaén junto con el de la capital.

En el primer tercio del siglo XX hubo matriculados unos 1.500 alumnos que provenían de diferentes lugares de Andalucía. En esta época pasó a llamarse Instituto General y Técnico de Baeza. Así, en tiempos del poeta, el centro funcionaba bajo esta denominación.

Se impartían enseñanzas de Matemáticas, Física y Química, Historia Natural, Fisiología e Higiene y Técnica Agrícola Industrial. Para todas estas materias, ya desde su fundación, había una preocupación por la dotación de materiales científicos, a pesar de que en los primeros cursos académicos los presupuestos del centro eran muy escasos. Así lo expresa el Director del Instituto en una carta fechada en 1890 y dirigida al

[3] Antonio Machado. *Idea Nueva, Baeza, 11 de febrero de 1915, p. 9. Antonio Machado y Baeza. 1912-2012. Cien años de un encuentro.* http://machadoenbaeza.es/1915/02/para-el-primer-aniversario-de-idea-nueva/

[4] Antonio Machado. *Campos de Castilla (versión de 1917). Antonio Machado y Baeza. 1912-2012. Cien años de un encuentro*. http://machadoenbaeza.es/campos-de-baeza/

Director General de Instrucción Pública:

> "… 2º. El material científico es insuficiente como queda sumariamente expresado en el razonamiento del presupuesto para el año próximo…"[5]

En las memorias de los cursos posteriores, conservadas en la magnífica biblioteca del instituto, se refleja la incorporación por compra o donaciones de nuevos libros científicos.

4. La colección científica del Instituto Santísima Trinidad

Desde su fundación, este centro fue abasteciéndose de colecciones de instrumentos, maquetas y aparatos para el estudio, que facilitaron un aprendizaje de la ciencia más experimental y práctico. Con ello van aumentándose los pobres fondos de material moderno didáctico existente en los primeros cursos.

Todo el material adquirido es parte de un interesante Museo de Ciencias Naturales que actualmente permanece cerrado al público. En sus estantes hay una gran cantidad de materiales e instrumentos de estudio, así como una amplia colección histórica de minerales y una colección de animales disecados.

Museo de Ciencias Naturales del I.E.S. Santísima Trinidad.

Foto: Archivo del Instituto.

En el museo se pueden ver valiosos materiales que, en su día, constituyeron los fondos de sus Seminarios Científicos y de sus antiguos Gabinetes de Historia Natural. La mayoría de los modelos son auténticos objetos de artesanía y se distinguen por sus bellos diseños y por la excelente calidad de los materiales con que fueron construidos. Cada pieza era encargada expresamente, algunas son de procedencia nacional y otras fueron adquiridas en Alemania o Francia, donde existían fábricas que las suministraban.

4.1. Historia Natural

Entre los materiales que se encuentran en el Departamento de Ciencias Naturales existen diversas maquetas de **anatomía animal,** de principios del siglo XX con la firma: "LES FILS D´EMILE DEYROLLE" / "46, Rue du Bac 48" / "PARIS". Entre ellas se hallan seis sistemas nerviosos de: *Oruga, Araña, Mariposa de la seda, Crisálida de la Mariposa*; tres sistemas circulatorios de: *Abeja, Carpa y Estrella de Mar*, construidos con soportes

[5] Cruz Rodríguez, M.A. (2002) *Historia del instituto "Santísima Trinidad" de Baeza (1869-1953): aportaciones al estudio de la educación de las mujeres.* Universidad de Jaén. Servicio de Publicaciones e Intercambio Científico; Caja Rural de Jaén, p. 205

de madera y cable metálico, otras maquetas están colgadas en la pared también con un soporte de madera, y realizadas en cartón piedra y papel: *Anfioxo, Cangrejo de río, Perca, Sanguijuela, Lagarto ocelado, Almeja de agua dulce Estrella de mar y rana.*

Anatomía del lagarto ocelado. Principios del s. XX

Hay diversas maquetas vegetales realizadas en madera y cartón piedra para el estudio de la **botánica**: *Corte transversal de un tallo leñoso, y Anatomía de una Hoja, esta última fechada en 1908 y con las firma "LES FILS D´EMILE DEYROLLE" de Paris*. Hay otras maquetas de flores como: *Gramíneas y Clavel*, y otras que representan partes de una conífera. También existe un interesante *Expositor con diecinueve murales* que muestran órganos vegetativos y reproductores, y fases del desarrollo de distintas especies de plantas: espiga, amapola, girasol, judía etc., procedente de Alemania.

Expositor con murales de botánica. Principios del s. XX.

Para las prácticas de **biología y geología**, se puede encontrar en este museo tres *Microscopios* de principios del s. XX, dos con la firma "Ernst Leitz / Wetzlar" procedentes de Alemania; y uno de Viena de la casa "C. Reichert/Wien". También algún instrumento topográfico para estudiar la tierra, un *Teodolito*, de mediados del siglo XX, de la casa "Amado Laguna de Rins S.A. Fábrica de aparatos científicos. Zaragoza"

4.2. Física y Química

Entre los instrumentos científicos que fueron utilizados para la realización de **experiencias acústicas** se encuentran: *Diapasones con caja de resonancia y martillo y Sonómetro*, fechados en el primer tercio del s. XX. En el campo del **calor** *Locomotora de vapor,* del último tercio del siglo XIX, con ella se experimentaba como el impulso por la acción del vapor de agua se transforma en energía mecánica. En prácticas de **óptica**, el *Disco de Newton*, probaba como la luz blanca está formada por los siete colores del arco iris. Para las experiencias en **mecánica de sólidos** eran utilizados: *Martillo de Agua y Grúa.*

Locomotora de vapor. Último tercio del s. XIX.

Perteneciente al campo del **electromagnetismo** se encuentra *Máquina dinamo-eléctrica de corriente continua*. Para hacer demostraciones con **electricidad** existen algunos aparatos que producen descargas y radiaciones: *Tubo de Crookes, Tubo de Rayos X, Voltámetro y Modelo de bomba de agua accionada por motor eléctrico*. Para estudiar las **comunicaciones** y como se transmitían los mensajes: *Poste receptor para telegrafía sin hilo.*

Poste receptor para telegrafía sin hilo. Principios del s. XX

"MAX KOHL A.G." "CHEMNITZ i. Sa"

Diversos aparatos eran utilizados para experimentar la **mecánica de fluidos**: *Tubo de Mariotte, Aparato de Haldat, Modelo de bomba hidráulica de vidrio y Vasos comunicantes.*

Aparato de Haldat. Último tercio del s. XIX.

Entre los aparatos de precisión para el estudio de la **meteorología y geofísica** *Barómetro de Fortín.* También eran utilizados diversos instrumentos para comprobaciones de **pesas y medidas** como *Balanza de precisión y Metrónomo* para medir el compás de las composiciones musicales con un movimiento de relojería.

Para las prácticas de la enseñanza de la **química**, en el museo se pueden observar diferentes instrumentos que se utilizaban en el laboratorio: *Frascos de vidrio*, algunos *Aparatos de Kipp* con los que se fabricaban gases tóxicos, y *Trompas de Agua de Wurtz*, realizadas en vidrio moldeado, que eran utilizadas para hacer el vacío de una manera instantánea.

Trompas de Agua de Wurtz. Finales del s. XIX

En relación al lugar de procedencia, unos instrumentos procedían de Chemnitz, Alemania, con la firma Max Kohl: *Poste Receptor de Telegrafía sin hilo, Máquina dinamoeléctrica de corriente continua y Diapasones;* otros fueron adquiridos en España: *Disco de Newton y Tubo de Mariotte*, ambos de la casa de Barcelona "Arriete Dalmau y B.", y en Madrid *Sonómetro* de "SOGERESA" y *Barómetro de Fortín* de la Casa Aramburo Constructores.

4.3. Agricultura

Entre el material utilizado para la enseñanza de la agricultura se han contabilizado diversos instrumentos, de principios del siglo XX: *Aventadora, con la inscripción:* "Instituto General y Técnico Baeza", *Sembradora mecánica, Rulo dentado, dos Trillos uno de resbale y otro de rotación, Grada rígida, dos Molinos, uno con la inscripción:* "Instituto General y Técnico Baeza" y el otro "PEUGEOT FRERES A. VALENTIGNEY DOUBS BRUETES S.G.D.G. POSE". Así como diversos *Utensilios agrícolas para la tierra y para la poda, Medidas de capacidad para líquidos y Medidas de Peso.*

Museo de Ciencias Naturales del I.E.S. Santísima Trinidad.

Foto: Archivo del Instituto.

5. Bibliografía

ANTONIO MACHADO. *Biografía. Antonio Machado y Baeza. 1912-2012. Cien años de un encuentro.* http://machadoenbaeza.es/vida-y-obra-de-antonio-machado/

ANTONIO MACHADO. *Campos de Castilla (versión de 1917). Antonio Machado y Baeza. 1912-2012. Cien años de un encuentro*. http://machadoenbaeza.es/campos-de-baeza/

ANTONIO MACHADO. *Idea Nueva, Baeza, 11 de febrero de 1915, p. 9. Antonio Machado y Baeza. 1912-2012. Cien años de un encuentro*. http://machadoenbaeza.es/1915/02/para-el-primer-aniversario-de-idea-nueva/

BERTOMEU SÁNCHEZ, J.R.; GARCÍA BELMAR, A. (2002) *Abriendo las Cajas Negras: Colección de Instrumentos científicos de la Universidad de Valencia*. 1ª edición, Valencia, Servicio de Publicaciones de la Universidad de Valencia.

CRUZ RODRÍGUEZ, M A. (2002) *Historia del instituto Santísima Trinidad de Baeza (1869-1953). Aportaciones al estudio de la educación de las mujeres*. 1ª edición. Jaén. Universidad de Jaén. Servicio de Publicaciones e Intercambio Científico; Caja Rural de Jaén.

EGIDO, A. et al (2000). *Instrumentos científicos para la enseñanza de la Física: Estudio realizado por el Museo Nacional de Ciencia y Tecnología de la colección histórica de instrumentos científicos de la Facultad de Ciencias Físicas de la Universidad Complutense de Madrid*. 1ª edición, Madrid. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.

GARCÍA DEL REAL, M.J. (2001) "Un gran patrimonio al descubierto. Los materiales científicos utilizados para la enseñanza en los institutos andaluces". *Andalucía Educativa 25 (6),* 18-20.

GARCIA MOLINA, R.; VILLADA LOBETE, L.A. (2000) "Instrumentos antiguos de física: recuperación de patrimonio y uso didáctico". *Revista Española de Física, 45*, 1-9.

IES SANTÍSIMA TRINIDAD DE BAEZA. www.iessantisimatrinidad.es/historiaCentro.html

KOHL, M. (191?). *Catalogue Nº 50, Appareils de physique*. Tome II y III (Max Kohl A.G. Chemnitz (Allemagne), 2 vol.

LEYBOLD´S NACHFOLGER E., (c.1900) *Instalaciones y aparatos para la Enseñanza de la Física por...*, Colonia (Alemania). Imprenta de Paul Gehly.

MARTÍN ABEL. *Revista de Estudios sobre Antonio Machado*. http://www.abelmartin.com/guia/baeza.html

OÑATE RUIZ, F. J. (1991) *I Catálogo General de Colecciones Históricas y Científicas de Ciencias Naturales de Andalucía.* 1ª edición, Sevilla. Consejería de Educación y Ciencia. Junta de Andalucía.

RODRIGUEZ-MOÑINO SORIANO, R., (1996) "El Instituto de Bachillerato Santísima Trinidad de Baeza, Jaén" en HERRERA GARCIA, A. (ed.) *150 aniversario de la creación de las enseñanzas medias en Andalucía 1845-1995. Acto conmemorativo celebrado en Cabra, el 21 de octubre de 1995.* Sevilla, Asociación de Profesores de Geografía e Historia de Bachillerato de Andalucía Hespérides, pp. 107-129.

SÁNCHEZ PÉREZ, J. (1933) *Elementos de agricultura*. Sevilla. Imp. Bergalí.

SCHLIPF, J.A. (1939). *Tratado de agricultura*. Versión de la edición alemana por el Dr. Emilio Román. Barcelona. Gustavo Gili.

BLANCO ABELLÁN, M. (coord.) (2014) *Enseñanza e Historia de las Ciencias y de las Técnicas: Orientación, Metodologías y Perspectivas.* Barcelona, SEHCYT, p. 187.

ENSEÑANZA Y DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS EN LOS SIGLOS XVI Y XVII A TRAVÉS DE LOS INSTRUMENTOS CONSERVADOS EN EL MUSEO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Emilio José BANDE FUENTES - Gema HEBRERO DOMÍNGUEZ
Museo Nacional de Ciencia y Tecnología (MUNCYT)

Resumen

No es posible viajar sin puntos de referencia. Por esta razón era -y sigue siendo- fundamental que los navegantes tuvieran una sólida formación en las herramientas matemáticas que permitieran conocer la posición de una nave en medio del océano. Más aún cuando lo pretendido era llegar a terra incognita*, como era el caso de las grandes expediciones de ultramar que se desarrollaron tras el descubrimiento de América durante los siglos XVI y XVII. Esta nueva situación hizo que fuera necesario que los navegantes adquirieran sólidos conocimientos matemáticos y astronómicos. Monarcas como Felipe II se preocuparon de que este tipo de enseñanza fuera imprescindible en la formación de los navegantes y las clases nobles, realizándose con la ayuda de instrumentos científicos precisos y de gran calidad, muchos de ellos procedentes de Flandes, donde se encontraban sus mejores constructores. Algunos de estos instrumentos han llegado hasta nuestros días, junto con adaptaciones didácticas de los mismos realizadas específicamente para la enseñanza de estas materias, representando una primitiva trasposición didáctica para la enseñanza científica en el aula. Varias de estas piezas se hallan en la colección del Museo Nacional de Ciencia y Tecnología. El estudio de estos objetos ha servido para comprobar que, efectivamente, fueron utilizados para enseñar matemáticas, astronomía y el arte de la navegación, complementando de una forma práctica los saberes teóricos que podían estudiarse en los textos de la época.*

Abstract

Sailors and navigators always needed an education on scientific instruments to get the locations of ships at sea, mostly after the America´s discovery. Large trips to the "New World" forced to teach mathematics and astronomy to sailors and nobility. Kings such Phillip II were concerned that teaching of these subjects were essential. This specialized training was achieved with help of accurate scientific instruments, most manufactured in Flanders where lived the best craftmen of their time. Some of these instruments have become at the present time with educational adaptations to teach easily. Some of these instruments are nowadays at the Spanish National Museum of Science and Technology: we already know they were very useful to complete theoretical navigation teaching.

Palabras Clave: Colecciones científicas, Museo Nacional de Ciencia y Tecnología, enseñanza de las ciencias

Keywords: Scientific collections, Spanish National Museum of Science and Technology, teaching on science

1. Introducción

La Edad Moderna recuperó el interés por los viajes a grandes distancias. Pese a las carencias científicas y tecnológicas, este tipo de periplos fueron más comunes durante el Imperio Romano, por ejemplo, que a lo largo del Medievo.

Es común distinguir tres periodos en el desarrollo de la navegación según el desarrollo científico[1]: la navegación primitiva, caracterizada por el uso del acervo de saberes, las habilidades adquiridas a través del tiempo y la ausencia de cartas náuticas; la navegación cuantitativa (900-1200), localizada en Asia Oriental y el Mediterráneo; y la navegación matemática (a partir del año 1500), sustentada en un incremento de los conocimientos astronómicos y tecnológicos.

Estas tres etapas aparecen marcadas por el desarrollo y la implementación de los navíos –especialmente las carabelas, más convenientes para largos trayectos-, la elaboración de planisferios celestes y terrestres –los célebres *mappae mundi* de aquello que no era *terra incognita*-, y la construcción y enseñanza de nuevos instrumentos científicos asociados a la navegación marítima en los albores del Renacimiento[2].

2. América y la Casa de la Contratación de Sevilla

A partir de 1492, el interés por el desarrollo de la navegación científica devino en una cuestión de Estado tras el descubrimiento del llamado Nuevo Mundo. La Monarquía Hispánica participó y defendió el desarrollo técnico propiciado por las ideas humanistas, especialmente durante la primera mitad del siglo XVI. El interés por el progreso y la enseñanza de los nuevos instrumentos eran condición indispensable para el desarrollo económico toda vez que la conquista y la explotación de los territorios de ultramar se convirtieron en sustento del Imperio de los Austrias.

Si bien en el siglo XVI luniversidades españolas como Alcalá y Valencia atendieron a la didáctica de las disciplinas científicas –siendo Salamanca la única que impartiría las teorías de Copérnico-, sería la Casa de la Contratación, institución creada en 1503 en Sevilla para centralizar y fiscalizar el comercio con América, el centro que abordaría en primer lugar el desafío de formar a quienes partirían en largas travesías hacia los llamados territorios de Indias.

Fernando el Católico introdujo en la misma una escuela de navegación –la más importante de la Europa en la Edad Moderna- y creó su primer puesto técnico, un Piloto Mayor (1508) que instruía y examinaba –*censura y gradúa*- a los marinos más cualificados que dirigirían las naves hacia el Nuevo Mundo,

En 1523 al puesto de Piloto Mayor se añadiría un puesto de Cosmógrafo Mayor de Indias -auxiliado en sus funciones por otros cosmógrafos[3]. De estos últimos uno sería responsable de las cartas náuticas y de la enseñanza, y otro responsable de los instrumentos y de la didáctica de su manejo-.

Aquéllos destinados a embarcarse rumbo a las tierras conquistadas en ultramar recibían en la Casa de la Contratación una formación especializada en astronomía, matemáticas y navegación, debiendo realizar un curso y superar un examen, así como demostrar su destreza en el manejo del cuadrante, el astrolabio, la ballestilla y el compás y presentar, incluso, instrumentos elaborados por ellos mismos.

Durante los inicios del siglo XVI coexistieron junto con la Casa de la Contratación otras instituciones destinadas a la enseñanza de las artes náuticas, como el Colegio de los Pilotos Vizcainos (1500), la Escuela de Navegación de San Sebastián (siglo XVI).

3. Academia Real Academia Mathematica y el Colegio Imperial

Felipe II firmó las cédulas de creación y dirección por Juan de Herrera de la Real Academia Mathematica el 25 de diciembre de 1582. Esta institución surgió de una petición expresa del arquitecto e ingeniero asturiano

[1] Véase BORK [2008, p. 169]
[2] Véase JOHNSON, D.S. [2008, p. 204]
[3] Véase GONZÁLEZ [1992, p. 48]

al monarca, dado el ambiente favorable creado en la Corte hacia los avances técnicos y los beneficios que estos aportaban a la conquista de las tierras transoceánicas.

Esta nueva institución docente, ubicada en las proximidades del Real Alcázar de Madrid, comenzó a impartir docencia en octubre de 1583. A partir de 1591 su vinculación con Sevilla será aún más evidente, puesto que al desdoblarse el oficio de Cosmógrafo y Cronista Mayor de Indias en la Casa de la Contratación, la Academia Real Mathematica pasa a depender de la misma. Quien ocupaba la cátedra de cosmografía y matemáticas de la Academia ejercía también el puesto de Cosmógrafo Mayor en Sevilla.

La Real Academia Mathematica contaba con una buena colección de instrumentos científicos destinados a la enseñanza, procedentes de los mejores constructores de la época, principalmente de Flandes –territorio español en aquel momento-. Con estas piezas se formaba a los futuros pilotos, arquitectos e ingenieros. De hecho, la intención primera de Juan de Herrera era que en ella se formaran aritméticos teóricos y prácticos, geómetras, músicos, cosmógrafos, pilotos, arquitectos y fortificadores, ingenieros y maquinistas, artilleros, fontaneros, horologiógrafos, y perspectivos.

Se trató de formar a especialistas en 15 actividades distintas, pero este propósito aún no se había logrado en 1600, si bien sí se impartieron las siguientes materias: matemáticas, náutica, arte militar, cosmografía o esfera, astrología y mecánica.

A partir de 1615 su actividad periclitó: se limita a la enseñanza de las matemáticas sufriendo una campaña de desprestigio por parte de los jesuitas del Colegio Imperial de Madrid, que absorbe las dos cátedras de matemáticas de la Real Academia. 1625 –año en que se constituyen los Reales Estudios del Colegio Imperial- consagra la decadencia y la probable desaparición de la Real Academia Mathematica. Sus catedráticos elevaron protestas y suscribieron un escrito contra el proyecto de supresión; estas quejas fueron desatendidas y las propiedades, rentas e instrumentos científicos de la Academia fueron entregados al Colegio Imperial.

En el origen del Colegio Imperial se encuentra la voluntad de la emperatriz María de Austria, quien retirada en el convento de las Descalzas Reales de Madrid, había instituido en 1589 su legado para el mismo; por esta razón la Cámara de Castilla sentenció en 1609, ya después de su muerte, que la emperatriz había sido, efectivamente, la Patrona, Dotadora y Fundadora de esta institución que, tras su deceso, se llamó Imperial, creándose 17 cátedras, entre ellas dos de matemáticas, que serían las herederas de la Real Academia de Matemáticas

A partir de 1625, por decreto de Felipe IV, esta institución adquiere el nombre de Reales Estudios del Colegio Imperial. El monarca –siguiendo los consejos del jesuita confesor del Conde Duque de Olivares, Hernando Chirino de Salazar- decide ofrecer unos “Estudios Reales” a la nobleza, similares a los existentes en Viena o París. Las clases se iniciaron oficialmente en 1629 y constaban de 23 cátedras.

Los jesuitas imponen el pago por la enseñanza de las materias que heredan de la Real Academia Mathematica. Felipe IV establece que estas lecciones serán leídas por esta orden en la sede de la Academia en la calle del Tesoro, pero a partir de 1628 se realizará ya exclusivamente en el Colegio Imperial, siendo el jesuita encargado de estas lecciones, catedrático y Cosmógrafo Mayor del Consejo de Indias. Esta enseñanza de las ciencias exactas se mantendrá hasta que en 1767 los jesuitas son expulsados de España: será el fin del Colegio Imperial de la Compañía de Jesús.

Entre sus más ilustres profesores figuraban Claude Ricardo –catedrático de matemáticas en los Reales Estudios en 1630- o Jean Charles de la Faille, quien también fue nombrado Cosmógrafo Mayor del Consejo de Indias y en 1644 preceptor del hijo de Felipe IV, D. Juan José de Austria.

En síntesis, el plan de estudios abarcaba las cátedras de erudición; griego; hebreo; caldeo y siriaco; historia cronológica para leer el cómputo de los tiempos de la historia universal; súmula y lógica; filosofía natural; metafísica; dos cátedras de matemáticas; ética; política y económicas; interpretación a Politibio y Vejecio; lectura e historia de los animales, aves, plantas y piedras; sectas, opiniones y pareceres de los antiguos filósofos; teología moral y casos de conciencia; Sagrada Escritura.

Las cátedras de matemáticas eran la IX –denominada *De matemática donde un maestro por la mañana leerá la esfera, astronomía, astrolabio, perspectiva y pronósticos*- y la X –llamada *De matemáticas donde otro maestro diferente leerá por la tarde geometría, hidrografía y de relojes*-.[4] El Colegio Imperial padeció grandes dificultades para localizar a profesores adecuados para la enseñanza de estas dos plazas, que a su vez implicaban el cargo de Cosmógrafo Mayor de Indias.

La insistencia en la formación en el adecuado empleo de los instrumentos científicos implicó que muchos de ellos, con el paso del tiempo, conformaran una colección que, ya en el siglo XX, albergaba el Instituto San Isidro, heredero del Colegio Imperial.

4. Los instrumentos conservados en el Museo Nacional de Ciencia y Tecnología

Los instrumentos científicos históricos procedentes del Instituto San Isidro de Madrid, institución heredera de la Academia Real Mathematica y el Colegio Imperial, llegan como depósito al Museo Nacional de Ciencia y Tecnología (MUNCYT) en el año 1985.

En 1998, y conforme a la iniciativa de la Dirección General de Bellas Artes y Bienes Culturales y a la vista del informe de la Subdirección General de Museos Estatales, el entonces Ministerio de Educación y Cultura decide que estas piezas depositadas pasen a formar parte de la colección estable del Museo Nacional de Ciencia y Tecnología (O.M. de 24 de abril de 1998). Desde entonces dichos instrumentos se conservan en esta institución, encontrándose aún bajo estudio.

Todas las piezas que forman lo que en el MUNCYT se denomina “colección San Isidro” tienen un fin eminentemente didáctico. Abarcan desde los primeros años de la Academia Real Mathematica -segunda mitad del siglo XVI- hasta bien entrado el siglo XX.

Las piezas que abarcan el presente estudio son las datadas entre los siglos XVI y XVII. Se trata principalmente de instrumentos matemáticos utilizados en navegación, topografía y obras públicas, que también sirven para conocer la posición de los astros, determinar hora y realizar variados cálculos astronómicos. Estos instrumentos formaron parte de la educación de los futuros cosmógrafos, navegantes, ingenieros y arquitectos, en un tiempo en que la enseñanza tenía un fin eminentemente práctico.

El estudio de las diferentes características de estas piezas hace que puedan considerarse dos grupos principales, siendo el primero de ellos el formado por aquellas procedentes de la Academia Real Mathematica, y el segundo por las que pertenecen a los primeros años del Colegio Imperial. Las características de ambas no pueden ser más distintas. Mientras que las que pertenecen al primer grupo bien podrían ser utilizadas por los estudiantes que se formaban en la Academia en su vida profesional, las segundas están construidas en unos materiales tan poco habituales y frágiles, y su tamaño es tan poco común, que hacen que su uso sea únicamente didáctico.

4.1. Instrumentos procedentes de la Academia Real Mathematica.

Dentro de este grupo se encuentran los más antiguos procedentes del Instituto San Isidro. Su datación, que en la mayoría de las ocasiones se realiza a partir de los grabados encontrados en cada uno de ellos, hace que su origen sea muy probablemente la Academia Real. Se descarta que estas piezas pertenecieran inicialmente al Colegio Imperial o a cualquier institución perteneciente a los jesuitas, ya que solo tuvieron cátedras de matemáticas a partir de 1615. Esto hace pensar que dichos instrumentos solo pueden proceder de la Academia, y de ahí pasaron al Colegio Imperial, ya que fue éste su heredero.

Estas piezas son instrumentos en sí mismos, no son maquetas ni adaptaciones, ya que están realizadas en materiales resistentes -normalmente latón- están graduadas de una manera precisa mediante cuidadosos grabados, y su tamaño es el usual de estos instrumentos, pudiendo ser utilizadas sobre el terreno. Es muy probable que aprender a utilizar estos instrumentos formara parte de la educación de los alumnos de la

[4] Véase SIMÓN DÍAZ [1995, p. 35]

Academia Real, ya que su correcto empleo no era una tarea fácil o intuitiva y por tanto es posible que el aprendizaje del uso de la ballestilla, el astrolabio o el radio latino se incluyera en el plan de estudios de la época.

Con este fin se pretendió dotar a la Academia de los mejores instrumentos que podían encontrarse en aquellos momentos, construidos en los talleres más famosos y célebres de Europa, que por aquel entonces se encontraban en Flandes, concretamente en Lovaina (actual Bélgica), territorio perteneciente a la Corona española.

Los instrumentos más relevantes de este periodo que se conservan en el MUNCYT son una ballestilla (nº de inventario 1985/004/0478), un virote de ballestilla (nº de inventario 1985/004/0477), un astrolabio universal con proyección "de tipo Rojas" (nº de inventario 1985/004/0362) y un radio latino (nº de inventario 1985/004/0351).

La ballestilla (ver Figura 4), datada en 1563, está construida en latón y madera, y es la única completa firmada por el prestigioso constructor flamenco Gualterius Arsenius que se conserva. Se conoce la existencia del virote de otra ballestilla firmada por este mismo autor en el British Museum, datada en 1571[5]. Gemma Frisius fue uno de los mejores matemáticos de su época, teórico de la construcción de los más exactos instrumentos matemáticos. Sus escritos y tablas eran utilizados por los constructores de instrumentos matemáticos, y basarse en sus conocimientos era señal de buen hacer. Su sobrino Gualterius Arsenius construía estos instrumentos basándose en sus diseños, y grababa el nombre de su afamado tío como señal de calidad de la pieza. Enseñar con este tipo de ballestilla suponía preparar a los estudiantes con uno de los mejores instrumentos que se podían tener en la época, y daba prestigio a la institución que lo poseía.

El MUNCYT conserva también un virote de ballestilla de madera (ver Figura 5), de fechas comprendidas entre 1553 y 1575, con muestras de tener dos transversarios, ausentes en la actualidad. Se desconoce su autor, aunque su diseño es muy parecido al descrito por García de Céspedes.

El astrolabio universal (ver Figura 1), realizado en su totalidad en latón y grabado profusamente, también procede de la escuela flamenca, y, aunque algunos estudios le atribuyen su autoría a Gualterius Arsenius, este hecho no está probado de manera definitiva.[6] Presenta en la madre la proyección universal denominada de "tipo Rojas", lo que le hace válido para cualquier latitud. Solo se conocen tres proyecciones universales de astrolabio[7], siendo la ideada por Juan de Rojas una de ellas. Esto indica que la Academia Real no solo poseía instrumentos de indudable calidad y precisión, sino que además enseñaba los avances que los científicos españoles de la época realizaban, situándola en la vanguardia de la enseñanza europea.

Por último, el radio latino (ver Figura 6), también de latón, tiene una fecha de fabricación entre 1550 y 1590. De posible procedencia italiana, no solo tiene grabadas diferentes escalas para realizar cálculos, sino que también añade los nombres de los vientos: Garbino, Ponente, Maestro, Tramo, Greco, Levante, Scirocco, observándose además una pequeña brújula en su mango. Es un instrumento que además puede cerrarse, quedando con la apariencia de una espada de pequeño tamaño, haciendo fácil su transporte y manejo.

4.2. Instrumentos procedentes de los primeros años del Colegio Imperial.

Cuando los jesuitas absorbieron definitivamente la Academia Real Mathematica, heredaron los instrumentos que en ella se encontraban, aumentando su número mediante nuevas adquisiciones y adaptando los ya existentes a nuevos usos. Sin embargo, y a la luz de los instrumentos que de esta época se conservan en el MUNCYT y por los testimonios que han llegado a nuestros días[8], se puede afirmar que el Colegio Imperial de los jesuitas inicia un nuevo enfoque de las ciencias en nuestro país en plena Contrarreforma. Las piezas que el MUNCYT conserva de esta época están construidas en materiales tan frágiles como la madera, el papel y el cartón, tienen unos tamaños inusuales para este tipo de instrumentos, y en vez de tener grabadas las escalas y graduaciones, estas se encuentran pintadas sobre láminas de papel o directamente sobre la madera. Parece ser

[5] Véase JIMÉNEZ ALBARRÁN, M.J. [1999, p. 465]
[6] Véase SEBASTIÁN, A. [1995, p. 529]
[7] Véase THE DEPARTMENT OF NAVIGATION AND ASTRONOMY, NATIONAL MARITIME MUSEUM, GREENWICH [1989, p. 32]
[8] Véase SANTISTEBAN, M. [1875, p. 3-5]

que el Colegio Imperial heredó los instrumentos de la Academia Real y recicló, adaptó y construyó otros con un único fin didáctico. Sin embargo, la peculiaridad de estas piezas las hace únicas y transmite una forma de ver la enseñanza muy diferente a la que se estaba realizando hasta entonces. Una de las principales consecuencias de este hecho, es que las medidas que se realizan son más inexactas pero el instrumento es mucho más didáctico.

Los principales instrumentos de este periodo que se conservan en el MUNCYT son un astrolabio (nº de inventario 1985/004/0363), un astrolabio universal (nº de inventario 1985/004/0364) de grandes dimensiones, y dos mapas o planisferios, uno terrestre (nº de inventario 1985/004/0365) y otro celeste (nº de inventario 1985/004/0366).

El astrolabio que lleva en su marco pintado el nombre de Claudio Ricardo (ver Figura 7), está realizado íntegramente en madera, con láminas de papel pinado en varios colores. Estos materiales nos indican un uso eminentemente didáctico, debido a que no son resistentes y pueden degradarse con facilidad. Es muy probable que fuera utilizado para enseñar su manejo por Claudio Ricardo, profesor del Colegio Imperial desde 1630 ya que este nombre aparece pintado en el marco que rodea a la pieza. El marco, además, es un elemento que tampoco aparece en un astrolabio convencional. Sin embargo, estudios con luz infrarroja han determinado la existencia de una inscripción subyacente en la que aparece el nombre de Juan de Rojas.[9] Aunque, como se ha comentado anteriormente, es muy probable que los profesores heredaran y reciclaran la mayoría de los instrumentos procedentes de la Academia Real Mathematica, se desconocen las razones por las que se ocultó un nombre tan prestigioso como el de Juan de Rojas. Este astrolabio presenta además una proyección muy poco común, ortográfica de perspectiva según los estudios realizados por García Franco (1945),[10] aunque no se han encontrado todavía evidencias de que Juan de Rojas o Claudio Ricardo trabajaran con esta proyección, y no se sabe a ciencia cierta las ventajas que posee con respecto a las más comunes. Como último detalle cabe añadir que en la madre del astrolabio se encuentran pintadas, no grabadas, numerosas escalas, así como la latitud de Madrid, por lo que parece que fue realizado para la enseñanza exclusiva de su uso en esta ciudad.

El siguiente astrolabio es una pieza de grandes dimensiones (ver Figuras 2 y 3), fabricada en madera, papel y cartón. Estos materiales, junto con un diámetro de 69 cm hace que se descarte de manera definitiva un uso práctico y nos confirma una su utilización para la enseñanza. Sigue una proyección universal esta vez "de tipo Frisius" del denominado *astrolabum catholicum*. Está rodeado por un marco, en el que se encuentra pintado el nombre Gemma Cornelii, hijo de Gemma Frisius, encargado de difundir la obra de su padre. Además de sus grandes dimensiones, otra característica notable es que sustituye el usual cuadrado de sombras para medir alturas y profundidades, por un círculo en el que se consignan las fiestas religiosas. Dado que un astrolabio sirve, entre otras cosas, para medir el tiempo, es probable que esta pieza fuera utilizada sobre todo para la enseñanza del cálculo de las fiestas religiosas de obligado cumplimiento en la época a partir de cálculos astronómicos.

Los dos mapas (ver Figuras 8 y 9) terrestre y celeste, guardan una gran semejanza estética con el astrolabio anterior. Se trata de cuatro mapas pintados a partir de otras tantas láminas impresas con proyecciones polares tanto de los territorios como de las constelaciones conocidas hasta entonces. En realidad cada mapa es una única pieza dividida en dos mitades y colocadas en una especie de marco. Este detalle se ha conocido porque la unirse ambas mitades se descubre la inscripción que a su vez sirve para datar ambas piezas: MATRITI AN MDCXXXIV, lo que nos sitúa en la ciudad de Madrid en el año 1634. En el marco vuelve a encontrarse el nombre del profesor del Colegio Imperial Claudio Ricardo.

Una de las cuestiones que pueden plantearse es el aparente buen estado de conservación en el que se encuentran las piezas pertenecientes a este segundo grupo, a pesar de estar construidas en materiales mucho más frágiles que las del primero. En primer lugar solo se utilizaron para la enseñanza, no estando nunca sometidas a las inclemencias del tiempo. La segunda razón es, según diversas fuentes consultadas[11] que, tras la expulsión de los jesuitas en 1767, estas piezas se encuentran colgadas en alto y fuera de todo uso.

[9] Op. Cit. JIMÉNEZ ALBARRÁN, M.J.
[10] GARCÍA FRANCO, S. [1945, p. 253]
[11] Op.cit. SANTISTEBAN M.

Bibliografía

AGUSTÍN UDÍAS, S. J. (2005) "Los libros y manuscritos de los profesores de matemáticas del Colegio Imperial de Madrid, 1627-1767". *Archivum historicum societatis Iesu, año LXXIV*, 148, 369-448.

UDÍAS, A. (2011), *Matemáticas en los colegios jesuitas en España en los siglos XVII y XVIII*. Azkaaitia, Guipúzcoa. Actas XI Congreso Sociedad Española Historia de las Ciencias y las Técnicas.

BARRERA OSORIO, A. (2006) *Experiencing nature: the Spanish American empire and the early scientific revolution*. Austin. University of Texas Press.

BORK, R., KANN, A. (2008) *The art, science, and technology of medieval travel*. En "AVISTA studies in the history of medieval technology, science and art"; 6. .Aldershot; Ashgate, cop.

GARCÍA FRANCO, S. (1945) *Catálogo crítico de astrolabios existentes en España.* Madrid. Instituto Histórico de Marina. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. 2 vols.

GONZÁLEZ-ALLER HIERRO, J.I. (2000) *Carlos V, la náutica y la navegación*. Sociedad Estatal para la Conmemoración de los Centenarios de Felipe II y Carlos V. Madrid. Lunwerg, D.L.

GONZÁLEZ, F.J. (1992) *Astronomía y navegación en España siglos XVI-XVIII.* Madrid. Mapfre.

JIMÉNEZ ALBARRÁN, M.J. (1999) *Las colecciones del Museo Nacional de Ciencia y Tecnología de Madrid*. Arbor CLXIV, 647-648 (Noviembre-Diciembre 1999), pp. 461-488.

JOHNSON, D.S. NURMINEN, J. (2008) *Historia de la navegación a través de mares y océanos*. Barcelona. Planeta.

DEPARTMENT OF NAVIGATION AND ASTRONOMY, NATIONAL MARITIME MUSEUM, GREENWICH. (1989) *The planispheric astrolabe*. Greenwich. National Maritime Museum (ed)

NAVARRO BROTONS, V. (2002) "El Colegio Imperial de Madrid. El Colegio San Telmo de Sevilla", en VVAA, *Historia de la Ciencia y de la Técnica en la Corona de Castilla.* Valladolid. Junta de Castilla y León. Consejería de Educación y Cultura.

NAVARRO BROTONS, V. (1996) *Los jesuitas y la renovación científica en la España del siglo XVII. En* VVAA, *Stvdia Historia*. Historia Moderna, 14. Separata. Salamanca. Ediciones Universidad de Salamanca.

SANTISTEBAN, M. (1875) *Breve historia de los Gabinetes de Física y Química del Instituto San Isidro de Madrid. Madrid*. Imprenta de la viuda de Aguado e hijo.

SEBASTIÁN, A. (1995) *Instrumentos anónimos: Proceso de identificación de autor*. Cantabria. Actas I Simposio de Historia de las Técnicas: La construcción naval y la navegación, pp. 529-534.

SIMÓN DÍAZ, J. y CERVERA VERA, L (1995) *Institución de la Academia Real Mathematica. Juan de Herrera*. Madrid. Instituto de Estudios Madrileños

SIMÓN DÍAZ, J. (1952) *Historia del Colegio Imperial de Madrid*. Instituto de Estudios Madrileños. Madrid. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. 2 vols.

Figuras

Figura 1. Astrolabio universal con proyección de "tipo Rojas", c. 1582. Colección del Museo Nacional de Ciencia y Tecnología

Figuras 2 y 3. Astrolabio, 1630. Colección del Museo Nacional de Ciencia y Tecnología

Figura 4. Ballestilla, 1563. Colección del Museo Nacional de Ciencia y Tecnología.

Figura 5. Virote de ballestilla, 1553-1575. Colección del Museo Nacional de Ciencia y Tecnología.

Figura 6. Radio latino, 1550-590. Colección del Museo Nacional de Ciencia y Tecnología.

Figura 7. Astrolabio, 1630. Colección del Museo Nacional de Ciencia y Tecnología.

Figura 8. Mapa terrestre, 1634. Colección del Museo Nacional de Ciencia y Tecnología.

Figura 9. Mapa celeste, 1634. Colección del Museo Nacional de Ciencia y Tecnología.

Figura 1

Figuras 2 y 3

Figura 4

Figura 5

Figura 6

Figura 7

Figuras 8 y 9

BLANCO ABELLÁN, M. (coord.) (2014) *Enseñanza e Historia de las Ciencias y de las Técnicas: Orientación, Metodologías y Perspectivas.* Barcelona, SEHCYT, p. 197.

COLECCIÓN DE MEDICAMENTOS DE FABRICACIÓN INDUSTRIAL DEL SEMINARIO DE HISTORIA DE LA FARMACIA DE LA UAH: DOCENCIA E INVESTIGACIÓN[1]

Alberto GOMIS
Raúl RODRÍGUEZ NOZAL
Universidad de Alcalá

Resumen

La colección de especialidades farmacéuticas –de uso humano y veterinario- y de productos sanitarios, elaborados industrialmente a lo largo del siglo XX, que se conserva en el Seminario de Historia de la Farmacia de la Universidad de Alcalá, se compone de más de 1.300 ejemplares, una parte muy importante de las cuales proviene de especialidades, en desuso, retiradas de oficina de farmacia a comienzos de los años setenta. En el presente trabajo se señalan algunas singularidades que presenta la colección y se detallan aspectos del uso que se da a la misma, tanto en la docencia, fundamentalmente de los alumnos de licenciatura y grado de Farmacia, como en la investigación, que ya ha permitido la publicación de algunos trabajos. Se avanzan, también, algunas de las iniciativas que, en ambos terrenos, se quieren llevar a cabo en los próximos años.

Abstract

The working group on History of Pharmacy from the University of Alcalá keeps a collection of pharmaceutical specialties – for both human and veterinary use- and medical devices, industrially processed, of over 1.300 items. An important part of them are products become obsolete, removed from pharmacies in the early 1970s. This paper identifies some of the singularities of the collection as well as their use for teaching and research for Pharmacy degree students, which has already allowed to carry out several publications. We also advance the initiatives that, in both areas, we want to implement in the coming years.

Palabras clave: Industria farmacéutica, colección de medicamentos, docencia

Keywords: Pharmaceutical industry, collection of medicines, teaching

Introducción

Hace tres décadas, en Granada, en un Simposio que también auspiciaba nuestra Sociedad, el *I Simposio sobre problemática de los Museos de la Ciencia y estado de la investigación histórico-científica en España*, se

[1] Financiado con cargo al proyecto HAR2009-09564, del antiguo Ministerio de Ciencia y Tecnología.

presentaron cinco comunicaciones sobre Museos de Farmacia. Tres de ellas se ocuparon de las colecciones del Museo de la Farmacia Hispana (Universidad Complutense de Madrid); las otras dos, de los Museos de Farmacia del Palacio Real y de la Real Academia Nacional de Farmacia, respectivamente[2]. En aquellos momentos, en la Universidad de Alcalá, la profesora de Historia de la Farmacia Angustias Sánchez-Moscoso ya había comenzado a reunir medicamentos y otros objetos de interés farmacéutico con vistas a que, algún día, también contase la Universidad alcalaína con un Museo de Farmacia. Aunque dicho Museo no llegó a establecerse por diferentes motivos, su esfuerzo no fue de todo baldío y, tras su jubilación, organizamos la *Colección de medicamentos de fabricación industrial* que constituye el núcleo de nuestra comunicación.

Formación y singularidades de la colección

La colección de medicamentos comenzó a formarse a comienzos de la década de los setenta cuando Vicente Alemany, en la Farmacia cuya titularidad ostentaba su señora, la Dra. Angustias Sánchez-Moscoso Hermida, alentó la recogida de especialidades en desuso que se retiraban de diferentes oficinas de Farmacia. Esto explica que sobre el cartonaje de alguna figure adherida la etiqueta de su paso por esas oficinas, siendo muy importante el volumen de las que proceden de la *Farmacia de Mª del Carmen Cano Vázquez,* establecida en el municipio de Santa Olalla (Toledo).

Desde sus orígenes, en la colección figuran

a) medicamentos de uso humano (figura 1)

b) medicamentos de uso veterinario (figura 2)

c) materiales textiles de uso sanitario (figura 3)

d) diferentes productos sanitarios, como agujas de acero y latón para jeringuillas hipodérmicas (figura 4)

Por lo ya apuntado, es adecuado suponer que la mayoría de los medicamentos de aquella primera época correspondan a especialidades fabricadas en los años cincuenta y sesenta. Sin embargo, hay algunos más antiguos, aunque su datación resulta complicada por no existir, en esa época, obligación de incluir ni la fecha de fabricación, ni la de caducidad. No obstante, los timbres que llevan adheridos algunos de ellos, nos auxilian en esta tarea. Por otra parte, en algunas vacunas sí se incluía la fecha de su validez, por lo que entendemos que, los que la llevan, podrían haber sido fabricados dos o tres años antes, tal es el caso de la *Eterferina -2ª serie o Eter-vacuna contra la Tos ferina*, del laboratorio *Magnus*, que lleva como fecha de validez el 9 de abril de 1945.

Figura 1. Medicamentos de uso humano

[2] Desgraciadamente no se publicaron actas de aquel Simposio y sólo podemos anotar los autores y títulos de esas cinco comunicaciones: BASANTE, R. M. Datos sobre la última farmacia adquirida por el Museo de la Farmacia Hispana de Madrid; PUERTO, J. y FOLCH, G. Instrumentos científicos conservados en el Museo de la Farmacia Hispana; FOLCH, G. El Museo de la Farmacia Hispana. Proyección de una película sobre el citado Museo de Farmacia; ALEGRE, M. E. El Museo de Farmacia del Real Palacio de Madrid; MUÑOZ CALVO, S. Peculiaridades y características del Museo de la Real Academia de Farmacia.

Figura 2. Medicamento de uso veterinario

Figura 3. Gasas esterilizadas

Figura 4. Agujas de acero y latón

La colección presenta un valor documental intrínseco, pues permite estudiar, entre otras cosas: el desarrollo de la industria farmacéutica en España y los laboratorios farmacéuticos implicados, la evolución de las formas farmacéuticas, la introducción de nuevos productos en terapéutica, así como los requisitos administrativos exigidos a estos preparados. Por otro lado, el conjunto supone un testimonio de la evolución de los valores estéticos presentes en la sociedad a la que estos medicamentos estaban destinados.

Tiene de singular, esta colección, la gran presencia de medicamentos de uso veterinario, a los que no se presta demasiada atención en los museos especializados y una interesante serie de productos sanitarios, también de fabricación industrial y venta en oficinas de farmacia, entre los que destacan materiales textiles, como gasas y compresas, y agujas de acero y latón para jeringuillas hipodérmicas.

Instalación

Sólo una muy pequeña parte de los medicamentos, que forman la colección, están expuestos, aproximadamente unos doscientos cincuenta, de los 1.300 que en la actualidad la integran. Para ello se dispone de cuatro muebles-vitrinas en DM barnizado, de 180 cm de altura, 100 cm de ancho y 36,5 cm de fondo, diseñados a tal efecto por el profesor Alfredo Baratas (UCM) y fabricados por EXPOSITEM. Las vitrinas están fabricadas con metacrilato de 10 mm y llevan cuatro baldas, también de metacrilato de 10 mm (figura 5).

Figura 5. Dos de los muebles-vitrinas que muestran parte de la Colección.

La exposición comparte espacio con la Sala de Juntas del antiguo Departamento de Ciencias Sanitarias y Médico-sociales. La parte de la *Colección* no expuesta se distribuye en diferentes cajas, adquiridas para tal fin, que se reparten entre los bajos de los muebles-vitrinas, el aula de prácticas de Historia de la Ciencia e, incluso, en los despachos de los profesores autores de la presente comunicación.

Docencia

Hasta el momento actual, la colección se emplea con fines docentes principalmente con los alumnos que siguen estudios de Farmacia. De este modo, los que han cursado, durante los últimos cuatro cursos, la asignatura de “Ampliación de Historia de la Farmacia”, dentro de la, a punto de extinguir, licenciatura, han realizado una sesión práctica de 90 minutos en la propia sala donde esta expuesta la colección. En la primera parte, se insiste a los alumnos en el papel desempeñado por la industria farmacéutica en el diseño del

medicamento nacido de la terapéutica decimonónica y se les explica algunas de las piezas que consideramos como más significativas. En la segunda parte, se entrega a cada alumno un medicamento y un cuestionario que debe completar y entregar. Dicho cuestionario se interesa por aspectos generales de la colección y por aspectos particulares de la especialidad farmacéutica que le haya correspondido en suerte, como puede comprobarse en la tabla 1.

APELLIDOS…….. NOMBRE……..

¿Qué reúne esta Colección?:

¿Qué tipos de formas farmacéuticas pueden encontrarse entre los medicamentos expuestos?

Nombre especialidad:
Registro nº
Laboratorio:
Director técnico:
Forma farmacéutica:
Presentación:
Composición:
Indicación:
Dosificación:
Precio:
Timbre:
Algún dato de interés: Fecha y firma:

Tabla 1. Cuestionario que debe resolver el alumno en la sesión práctica

Por su parte, los alumnos del grado de Farmacia que cursan en el primer año la asignatura de "Historia de la Farmacia y Metodología Científica", hasta el momento y debido a su elevado número, tan sólo visitan las vitrinas con los medicamentos expuestos.

Investigación

Los trabajos prioritarios con la *Colección* deben procurar el conocimiento, lo más completo posible, de todas y cada una de las piezas de que consta. Para ello debe procederse, en primer lugar, a la limpieza, catalogación y fotografiado de cada uno de los medicamentos. Y, a continuación, volcar toda la información en la base de datos preparada para tal fin (tabla 2). Ambas tareas recibieron un impulso notable en el curso 2005-2006, cuando se contó con una Becaria de Colaboración (Elena Martínez Güendian), en aquellos momentos alumna de 5º curso de la licenciatura en Farmacia.

Especialidades UAH	
Número de colección	
Especialidad	
Fecha registro	
Número registro	
Código nacional	
Año fabricación	
País de origen	
Localidad	
Laboratorio	
Director técnico	
Forma farmacéutica	
Presentación	Enlace foto
Prospecto	
Composición	
Dosificación	

Tabla 2. Campos que figuran en la base de datos de especialidades farmacéuticas de la UAH

Con el material ya estudiado y catalogado también se ha emprendido la realización de algunos trabajos históricos, tales «Los medicamentos veterinarios en la España autárquica: el Laboratorio M. Pino» presentado en la *XII Trobada d´Història de la Ciència i de la Tècnica*, que tuvo lugar en Valencia en noviembre del 2012 [GOMIS, 2012a], y el capítulo titulado «Algunas notas sobre el medicamento veterinario en España durante el primer franquismo» para el libro colectivo *La tutela imperfecta. Biología y Farmacia en la España del primer franquismo* [GOMIS, 2013]. Estos trabajos se enmarcan en un proyecto más amplio, que desde hace unos años estudia las particularidades sociales y profesionales de la industrialización farmacéutica en España [RODRÍGUEZ NOZAL & GONZÁLEZ BUENO, 2008].

Iniciativas previstas a corto y medio plazo

Resulta, evidente, que nuestros principales objetivos, a corto y medio plazo, son el aumento de la colección y el mejor estudio de la misma. Para conseguir el primero, estamos en contacto con algunas oficinas de farmacia, como la que la propia Dra. Angustias Sánchez-Moscoso tiene en la madrileña plaza de Molins del Rey; laboratorios, como el Laboratorio M. Pino, hoy en día radicado en S. Salvador (Cantabria) y Museos, como el Museo de la Farmacia Hispana (UCM) o la Farmacia Museo Aramburu, sita en Plentzia, localidad vizcaína distante unos 20 kilómetros de Bilbao.

El estudio de la colección se ve dificultado por no disponer de ningún tipo de personal que aporte un trabajo continuado a la colección, de modo que tan sólo lo profesores, por otra parte muy sobrecargados en tareas docentes, podemos dedicar algún tiempo al mismo. Y las perspectivas de que esta situación cambie, en unos pocos años, no es fácil de vislumbrar en el momento presente.

A medio plazo pensamos contar con una página web desde donde pueda accederse a los ejemplares de la colección, así como disponer de un mayor espacio expositivo.

Mientras tanto, seguiremos difundiendo la *Colección*, y lo que hacemos con ella. Desde hace ya unos años, la misma forma parte de la *Red Informativa de Museos y Centros de Ciencia y Tecnología de la Comunidad*

de Madrid[3]. Se trata de una iniciativa de la Dirección General de Universidades e Investigación de la Consejería de Educación y Empleo, coordinada por la Fundación Madri+d. Además, aparece recogida en el volumen *El patrimonio de minerva*, en el que Antonio González Bueno y Alfredo Baratas Díaz [GONZÁLEZ BUENO & BARATAS DÍAZ, 2007] pasan revista a los museos y colecciones histórico-científicas de las Universidades madrileñas, así como en *Universidad de Alcalá. Patrimonio de la Humanidad – World Heritag* [GOMIS, 2012b], edición bilingüe que recorre el legado material e inmaterial de la Universidad de Alcalá, y se ha dado cuenta de ella en *uah. es noticia*, el diario digital de la propia Universidad [TIMOTEO, 2012]. También se han celebrado actividades de divulgación científica dirigidas a todo tipo de público, como los desarrollados en los años 2009 y 2013 en el marco de la Semana de la Ciencia organizada por la Comunidad de Madrid.

Bibliografía

GOMIS, A. (2012a) «Los medicamentos veterinarios en la España autárquica: el Laboratorio M. Pino» *Historiant la ciencia. XII Trobada d´Història de la Ciència i de la Tècnica*: 44. Valencia, Societat Catalana d´Història de la Ciència i de la Tècnica.

GOMIS, A. (2012b) «History of Pharmacy Seminar´s Collection of industrially manufactured medicines / Colección de medicamentos de fabricación industrial del Seminario de Historia de la Farmacia» En: RIVERA BLANCO, J. J. (director) *Universidad de Alcalá. Patrimonio de la Humanidad – World Heritage:* 280-281. Madrid, Universidad de Alcalá.

GOMIS, A. (2013) «Algunas notas sobre el medicamento veterinario en España durante el primer franquismo» En: GONZÁLEZ BUENO, A. y BARATAS DÍAZ, A. (eds)" *La tutela imperfecta. Biología y Farmacia en la España del primer franquismo*: 191-211. Madrid, CSIC, 2013.

GONZÁLEZ BUENO, A. & BARATAS DÍAZ, A. (2007) *El patrimonio de minerva. Museos y colecciones histórico-científicas de las Universidades madrileñas*. Madrid, Comunidad de Madrid.

RODRÍGUEZ NOZAL, R. & GONZÁLEZ BUENO, A. (coords.) (2008) *El medicamento de fabricación industrial en la España contemporánea.* Madrid, C.E.R.S.A.

TIMOTEO, L. (2012) «Medicamentos de fabricación industrial: una colección hecha para los ojos» *uah.es noticia,* 8 de febrero de 2012. [http://www2.uah.es/diariodigital/index.php?option=com_content&task=view&id=5732&Itemid=1]

[3] [http://www.madrimasd.org/informacionIDI/biblioteca/Publicacion/Doc/museosdeciencia.pdf]

BLANCO ABELLÁN, M. (coord.) (2014) *Enseñanza e Historia de las Ciencias y de las Técnicas: Orientación, Metodologías y Perspectivas.* Barcelona, SEHCYT, p. 205.

UNA EXPERIENCIA DE DIVULGACION DE LA HISTORIA DE LA TELECOMUNICACIÓN

José María ROMEO LÓPEZ
Profesor Ad Honorem de la UPM

Resumen

La Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica de Telecomunicación de la Universidad Politécnica de Madrid, en el Campus Sur de esta, con objeto de atraer posibles alumnos de esta zona de Madrid, ha creado una llamada Red de Centros, contactando con los Colegios e Institutos de Bachillerato y Formación Profesional de la Zona, a los que se invita a actos académicos y culturales. Estos consisten en visitas a los Laboratorios, al Museo de las Telecomunicaciones que existe en ella desde su instalación en este Campus, asistencia a conferencias, etc. La práctica en las visitas al museo, ha puesto de manifiesto que la muestra de los aparatos y la explicación de cada uno de ellos que es posible en el tiempo previsto no resulta atractivo a personas ajenas a la profesión e incluso a los propios alumnos del Centro, que precisamente por el conocimiento actual en la sociedad de las tecnologías de telecomunicación, se encuentran con algo que poco tiene que ver con estas. Como consecuencia de la experiencia en la presentación del Museo se ha llegado a adoptar un método consistente en exponer la Historia de la Telecomunicación explicando cada una de las etapas de su evolución frente al o los equipos más característicos de ellas, recurriendo a anécdotas llamativas e incluso personales del Profesor responsable del Museo. En el trabajo que se presenta se muestran algunos de los principales puntos de la evolución histórica que se describe en las visitas.

Abstract

The "Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica de Telecomunicación de la Universidad Politécnica de Madrid" in its South campus, and with the aim of attract new students belonging to this Madrid´s area, has developed a network that connects the primary schools, secondary schools and professional schools of this area. These schools are invited to cultural and academic activities such as visits to laboratories and to the Museum of Telecommunication, conferences, etc. The time showed us that people are not interested on seeing the different devices with the appropriate explanation. We have learnt with the experience that it is more effective to explain the History of Telecommunications showing the most representative devices in each period. During the explanation it is interesting to comment on personal anecdotes from the museum´s responsible teacher. In this work it is shown some of the main historical hits described during the museum visits.

Palabras clave: Museo, visitas, historia

Keywords: Museum, visits, history

Descripción del museo

Los elementos más representativos de cada una de las tecnologías de la telecomunicación se han situado en vitrinas en las zonas de acceso a las dependencias de la Escuela más frecuentadas. En la primera de estas vitrinas, dedicada a la Telegrafía, se muestran las "joyas" del Museo, constituidas por un aparato receptor Foy-Breguet, del que solo existen dos ejemplares en España,

El ejemplar de aparato con que comenzamos esta visita, es precisamente un Foy y Breguet procedente de la Dirección General de Correos y Telégrafos, lo mismo que otro que se exhibe en el Museo Postal y Telegráfico de Madrid. No deja de ser extraño que existieran en la Administración de Telégrafos española al menos dos ejemplares de un modelo de aparato que no se utilizó en su red, y sin embargo no exista en este momento ningún ejemplar del Wheatstone que se empleó en la primera línea, entre Madrid e Irún en 1853. La procedencia de esos dos ejemplares no parece que sea de algún organismo ajeno a la Administración Telegráfica, ya que el otro posible usuario sería alguna compañía de ferrocarriles, y según el propio Suárez Saavedra utilizaban el Breguet de cuadrante y alguno más rudimentario. Por otra parte, el sistema Foy y Breguet precisa de una línea con dos conductores, lo que complicaba y encarecía su aplicación. Es posible que estos dos ejemplares fueran traídos por Suárez Saavedra en su viaje por Europa para estudiar la implantación de la telegrafía eléctrica en

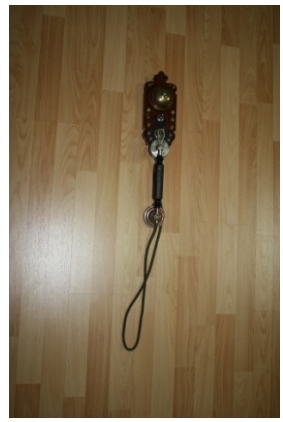
España. Precisamente porque no se utilizaron se han conservado hasta 1980, fecha en que los encontramos en los sótanos de la <<<Escuela de Conde de Peñalver. Sin embargo los Wheatstone de los que según las Estadísticas Telegráficas de la época existieron diecinueve, se retiraron en cada una de las estaciones de la línea de Madrid a Irún al ser sustituidos por los Morse en 1860 y se achatarraron o abandonaron. Todo lo cual supone una mayor valoración de la conservación de este ejemplar en nuestro museo. Además de un receptor Breguet y una perforadora manual del sistema automático Wheatstone.

En otra vitrina situada estratégicamente se encuentra una buena representación de los receptores Morse, que sin duda han sido los aparatos que durante más tiempo han prestado servicio en las redes telegráfica. En la vitrina pueden verse ejemplares de fabricación francesa, alemana y española, este último construido durante la posguerra y que como consecuencia de la escasez de latón fue construido en aluminio. También se muestra una estación móvil utilizada por el ejército británico durante la Primera Guerra Mundial

El sistema Morse, en su versión más simple, hace uso del sentido del oído para la recepción. No parece necesario describir el manipulador, suficientemente conocido y que no ha experimentado ninguna variación fundamental. En cuanto al receptor más simple, consistía en un electroimán cuya armadura había de vencer la tensión de un resorte, dispuesta de forma que produjera un sonido acústico, expresión con la que se denominaba a este aparato. Este sistema no permitía recibir a la velocidad que era posible transmitir; debido a ello el "acústico" sólo se empleaba para las llamadas a es-taciones y para las observaciones de servicio, y para el tráfico se utilizaba un aparato en el que, mediante un sistema de relojería, se hacía progresar una cinta continua de papel por debajo de un pequeño disco, llamado "lenteja", que giraba alrededor de un eje que era atraído por un electroimán, descendiendo sobre la cinta de papel en la que grababa el punto o la raya, mediante la tinta que le proporcionaba un pequeño tampón colocado en su parte superior.

La Telefonía está representada por un ejemplar de cada una de las épocas que han marcado la evolución de esta tecnología, desde los primitivos en que cada aparato telefónico disponía de su propia pila seca, hasta dos aparatos de los que existían en Madrid, en 1924, fabricado uno en Barcelona y el otro en Valencia.

Por extraño que hoy parezca, la aparición del teléfono no produjo impacto y su desarrollo fue mucho más lento que el de los otros sistemas. Una vez más se pone de manifiesto la interrelación de los tres factores indicados, en 1876, las necesidades de comunicación de la sociedad acababan de ser cubiertas por el telégrafo de una forma espectacular. Puede considerarse lo que supuso para la humanidad el funcionamiento, en 1866, de los cables submarinos entre Europa y América, que permitía tener la contestación a un mensaje al cabo de pocos minutos, cosa que hasta entonces requería varios meses, el tiempo de navegación en ambos sentidos. Por otra parte, el tipo de información a que se estaba acostumbrado desde la antigüedad era la escritura; es evidente que, en el momento de aparecer el teléfono, no existía una necesidad y se interpreta más como un juguete o un signo de refinamiento.



Al aumentar el número de usuarios, este dispositivo resultaba inviable y en general las Compañías Telefónicas adoptaron los cuadros de jacks con clavijas de cordón, en las que el jack hace la función del orificio, con posibilidad de conexión de los dos hilos y el circuito de cordón terminado en dos clavijas, permite ampliar el número de conexiones.

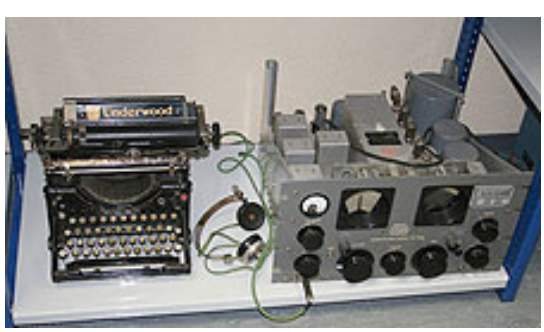
Cualquiera que sea el dispositivo que se utilice para interconectar a los usuarios, es necesario algún procedimiento que identifique al que llama, cuando se actúe el timbre en el cuadro. Se recurrió al mismo aparato que se usaba para medir la intensidad de corriente, el galvanómetro, pero pronto se sustituyó por un pequeño electroimán, cuya armadura desprendía una pequeña placa que avisaba a la operadora. Esta tenía que intercalarse en la conversación, preguntando ¿terminaron?, para retirar las clavijas y volver a colocar la placa manualmente. Esto dio origen a numerosas críticas sobre las operadoras acusándolas de que escuchaban las conversaciones, Posteriormente se dotó a estos cuadros de una batería de señalización que permitía conocer cuando había finalizado la conferencia. También el Museo de la Escuela cuenta con algunos de estos cuadros de conmutación manual a los que se suele denominar Centralitas.

La representación de la Radio primitiva se confía a algunos ondámetros como se denominaba entonces a los frecuencímetros, un acoplador de antena de Ducretet, el inventor francés de la radio, una antena de cuadro, una válvula diodo de considerables dimensiones, una radio de galena y un primitivo receptor de radiodifusión de válvula.

Sigue a continuación una las representaciones de la Radio más numerosas y atractivas para el público no especializado, son los receptores de Radiodifusión y de Televisión. De los primeros se dispone de 30 ejemplares, desde los denominados de galena, sin ningún elemento activo y, por tanto, sin necesidad de energía, seguidos de los conocidos como de "capilla" y de los grandes muebles de marquetería.

Debido a condicionantes constructivos, el tamaño de las válvulas era relativamente grande y, por tanto, la energía que generaban podía accionar un altavoz de gran tamaño; por otra parte la ebanistería de la época construía muebles de madera bien trabajados, para guardar el receptor y el altavoz; que resultaban ser unos magníficos "baffles" para producir una sonoridad de gran calidad. A la caja de madera se le da una forma redondeada para rodear al altavoz y como consecuencia se ha dado en denominarles receptores o radios "de capilla". Es posible que estas circunstancias compensasen a las sofisticadas características de los circuitos electrónicos que pueden conseguirse hoy día y que aquellos receptores resultasen equivalentes a las "cadenas" de sonido actuales, en comparación con los "transistores" en pequeñas cajas de plástico.

Es muy ilustrativa la reproducción de un puesto de recepción "a oído" de los años treinta y cuarenta, en el que se muestra un receptor de onda corta con el que el operador sintonizaba la emisora corresponsal y unos "cascos" con los que escuchaba los signos del alfabeto Morse que constituían el telegrama que iba mecanografiando en una máquina de escribir. La cantidad de telegramas recibidos dependía de la habilidad del operador para interpretar los signos a más o menos velocidad. Por esta razón se organizaban concursos de operadores y las compañías "fichaban" a los mejores pujando en el sueldo ¡casi como ahora los jugadores de futbol!



En la misma línea, se muestran 14 ejemplares de receptores de Televisión, desde el primero con pantalla redonda hasta los portátiles. Entre ellos se encuentra un ejemplan del receptor nacional de televisión de precio reducido, que encargo el Gobierno, en 1957, mediante un concurso.

Evidentemente el precio de los televisores no era asequible para la gran mayoría de las familias, por lo que para lograr aumentar la audiencia de televisión, el Gobierno, a través de un Decreto de 3 de octubre de 1957, decidió convocar un concurso para la fabricación de un modelo de receptor nacional de televisión de precio reducido. El número de receptores objeto del concurso fue de 20.000 unidades. Se había previsto que la adquisición de dichos aparatos se solicitara a través de la Organización Sindical, estando excluidas de esa posibilidad las jerarquías; los funcionarios civiles y militares debían presentar dicha solicitud a través de los ministerios correspondientes y en todos los casos se efectuarían sorteos si el número de peticiones era superior a las disponibilidades.

Entre las características técnicas que estos receptores debían cumplir figuraba el tamaño de la pantalla que debía ser de 17 pulgadas o cuarenta y seis centímetros. Cada empresa solicitante podría presentar una propuesta para la fabricación de un máximo del veinticinco por ciento de la cantidad total que había salido a concurso. El precio de cada aparato no podría ser superior a las 10.000 pesetas en las ventas al contado y a las 12.000 en las ventas a plazo en 30 mensualidades, de 400 pesetas cada una. En ese precio estaba incluida la instalación de la antena correspondiente en el casco urbano.

Uno de los aparatos más utilizado hasta hace muy pocos años, para localizar averías en líneas y cables fue el llamado Puente de Wheatstone, en una vitrina bien situada se ha conseguido reunir un conjunto de ellos que corresponden a las sucesivas etapas de su evolución.

Otra vitrina, muestra una colección de Fonógrafos y Gramófonos y desde aquí nos dirigiremos al local destinado específicamente a Museo, la visita se inicia por la sección destinada a Sonido en la que podemos seguir la evolución de los aparatos reproductores y grabadores de sonido, representados por 17 ejemplares que van desde los portátiles "pick up" utilizados en los "guateques" de los años cincuenta, pasando por los "platos" de controles de grabación de emisoras de radiodifusión, hasta los grabadores y reproductores de hilo y cinta, también portátiles o de estudio.

Llegados a este punto, se sigue observando en los visitantes el interés por aquello que es posible llevaran en mente como motivo del Museo,…lo nuevo. Ahora bien precisamente los elementos a través de los que funcionan las nuevas tecnologías no son lo más parecido a "piezas de museo", son ordenadores y bastidores con unidades de color gris o crema. Asimismo no son los materiales lo más llamativo en esas tecnologías; sino las aplicaciones y sobre todo los acontecimientos ya históricos en muchos casos, en que han intervenido. Por tanto se parecía más conveniente abandonar el carácter de visita guiada y reunir a los asistentes en un aula o Salón de Grados, e impartirles una charla con sucesos o programas más llamativos y en los que de alguna manera yo mismo fui protagonista o de alguna manera intervine en ellos.

La Radiotelegrafía Internacional, un reto para las Ondas Cortas

Durante la II Guerra Mundial para hacer operativo el RADAR, se desarrollaron las llamadas Microondas. Con ellas pueden lograrse mayores anchuras de banda en la modulación y, por tanto, transmitir mayor cantidad de información; pero por el contrario la propagación de las ondas de esas frecuencias no se ve afectada por la variación del índice de refracción en la ionosfera y atraviesa ésta, dando lugar a la llamada onda de espacio.

Por tanto hasta que se dispuso de otros medios, que resolvían el problema de la propagación de las microondas, como los cables coaxiales y los satélites, fue necesario aguzar el ingenio para satisfacer mediante las Ondas Cortas las crecientes exigencias de la gran demanda de comunicaciones intercontinentales.

Para el seguimiento del Proyecto Mercury de la NASA, primera experiencia occidental para poner en órbita a dos astronautas, se establecieron una serie de estaciones terrenas, dos de las cuales se encontraban en un barco en el centro del Océano Atlántico y en Maspalomas en la isla de Gran Canaria. En esta isla en Las Palmas dirigí la instalación de las estaciones receptoras y transmisoras que enlazaban las estaciones terrenas del barco y de Maspalomas con Londres, desde donde las señales seguían al Centro de Control de la NASA en los Estados Unidos a través del primer cable submarino coaxial de 32 canales. En esa instalación se empleaba técnica de Banda Lateral Independiente y por limitaciones de espacio en vez de antenas rómbicas se utilizaron las primeras antenas logarítmico periódicas.

Es decir en 1960 hubo dos astronautas en órbita alrededor de la Tierra, dependiendo de una red de estaciones de Onda Corta, con sus problemas de propagación, que de hecho se produjeron unos días antes de iniciarse el "paseo" espacial, como consecuencia de la mayor tormenta de manchas solares conocida que anuló totalmente la propagación durante unas horas. Para esas comunicaciones se utilizaban teletipos y aparatos receptores como los que hemos visto que existen en el Museo de la Escuela.

Las Microondas

Con objeto de aprovechar las ventajas de anchura de banda de información que presentan las Microondas y ante la imposibilidad de propagación radioeléctrica entre continentes, se recurre a "guiar" esas ondas de frecuencias muy elevadas a través de cables coaxiales submarinos. La inseguridad del cable, como único medio de enlace, y el avance de la investigación espacial que la NASA había ya comenzado, sin fines de comunicación, lleva a considerar la posibilidad de utilizar uno de estos elementos, los satélites, como emplazamiento o vehículo de un repetidor que, a suficiente altura, permita salvar la curvatura de la Tierra entre continentes. Se inicia así una nueva etapa de la Radio.

Satélites de Comunicaciones

Un artículo publicado, en 1945, por A.C. Clarke, en el Wireless World, sobre la posibilidad de tres satélites en órbita geoestacionaria que proporcionaran cobertura global, para comunicaciones punto a punto y radiodifusión, a pesar de haber sido ignorado durante mucho tiempo, marcó el inicio de las llamadas comunicaciones espaciales o por satélites. Sin embargo, los lanzamientos con éxito, en 1957, por la Unión Soviética del primer satélite artificial de la Tierra, el Sputnik 1 y, en 1960, por la NASA, de un globo de 33 metros de diámetro, el Echo 1, que incluso, se podía ver por las noches, demostraron que era posible el enlace a gran distancia de canales telefónicos, por la reflexión pasiva de las ondas.

Pero los cohetes lanzadores disponibles en 1960 no tenían potencia suficiente y no estaba tampoco resuelto como situar, con seguridad, un satélite en órbita síncrona a 36.000 Km. de la Tierra. Por otra parte, se desconocía el efecto que podía causar en una conversación el retardo de 0,5 seg. que esta distancia provoca y, como consecuencia, los primeros satélites de comunicaciones se situaron en órbitas relativamente bajas, de entre 800 y 5.000 Km. de altura. Pronto lograron vencerse las dificultades para colocar un satélite en órbita geoestacionaria, es decir, moviéndose a la misma velocidad angular que la Tierra y, por tanto, aparentemente quieto sobre ella, pudiendo cubrir desde una altura de 36.000 Km. la tercera parte de la superficie terrestre, como había expuesto Clarke en 1945.

Las Comunicaciones Móviles. La Tecnología Celular

Esta tecnología se basa en la reutilización de frecuencias a base de dividir la zona a cubrir en otras denominadas celdas. Los equipos móviles enlazan con un canal libre de una celda y, si en el transcurso de la comunicación salen de la cobertura de esta, el sistema tiene inteligencia para asignarles inmediatamente un canal libre en la celda contigua, y continuar así la conexión establecida.

En Europa en 1982 se creó un Grupo de Trabajo GSM (Grupo Servicios Móviles) dentro de la CEPT (Comisión Europea de Correos y Telecomunicación), con objeto de desarrollar un sistema de telefonía celular paneuropeo, en la banda de 900 MHz, con tecnología digital TDMA. Su comercialización comenzó en 1993 instalándose en todos los países y cambiando el significado de las siglas a Global Service Mobile. En aquellos países que tenían bien consolidado el sistema analógico en 900 MHz, la extensión fue más lenta, no así en los que sólo tenían 450 MHz., como Francia y Alemania, en los que toda la expansión fue en GSM. La gran aceptación por la sociedad de las comunicaciones móviles obligó a ampliar las bandas de frecuencias utilizadas adoptándose la de 1800 MHz en Europa y la de 1900 MHz., en América.

Conclusión

La experiencia está siendo muy satisfactoria ya que los visitantes se sienten atraídos durante todo el recorrido con frecuentes comentarios y opiniones. Me atrevería a decir que como monitor me siento más recompensado y satisfecho, que en algunas conferencias con alumnos a los que se atribuyen “créditos”. Es una lástima el espacio disponible para las explicaciones ante los distintos aparatos; pero desde luego compensa el aprovechamiento, incluso comparado con la fase final en el aula.

Bibliografía

ADANERO, J.L., HUIDOBRO, J.M., MIRALLES, V., DEL PRADO, J.M., ORTEGA, V., RICO, C., ROMEO, J.M. (2006). *Crónicas y testimonios de las telecomunicaciones españolas. Volumen 2*. COIT

ADANERO, J.L., HUIDOBRO, J.M., MIRALLES, V., DEL PRADO, J.M., ORTEGA, V., RICO, C., ROMEO, J.M. (2006). *Crónicas y testimonios de las telecomunicaciones españolas. Volumen 1*. COIT

PÉREZ, O. (2006) *De las señales de humo a la Sociedad del Conocimiento. 150 años de telecomunicaciones en España.* Foro Histórico de las Telecomunicaciones. COIT/AEIT

MCKIM, K. (1928). "Providing Madrid with Automatic Telephone Service". *Electrical Communication. Volume VI* (3, January)

JENVE, H.W. (1904) "Practical Telegraph". *M.I.E.E*. 4th. Edition.

NAVASCUÉS, P., FERNÁNDEZ, Á.L. con la colaboración de INGLÉS, F., y ROMEO, J.M. (1984) *El edificio de la telefónica.*

OLIVÉ ROIG, S., MARTÍNEZ LORENTE, G., NAVARRO MORENO, P., CRESPO GUTIÉRREZ, Mª.V., MUÑOZ TOMÁS, B., CLAVERO BERLANGA, J. (2006) 150 *Aniversario del Telégrafo en España.*

POOLE, J. (1912) *The Practical Telephone Handbook.* 5th. Edition

ROMEO LÓPEZ, J.Mª. (2005) *Museo de Telecomunicaciones*. EUIT de Telecomunicación.

ROMEO LÓPEZ, J.Mª. (1993) *La unión entre dos mundos: Los cables submarinos entre España e Hispanoamérica.* COIT.

ROMEO LÓPEZ, J.Mª. (1990) *Exposición histórica de las telecomunicaciones*. Secretaría General de Comunicaciones, Ministerio de Transportes, Turismo y comunicaciones.

ROMERO FRÍAS, R. (1994) *Colección histórico-tecnológica de Telefónica.* Fundación Arte y Tecnología/Telefónica.

ÁREA TEMÁTICA III

ACOPLAMIENTO DE LA HISTORIA DE LAS CIENCIAS Y DE LAS TÉCNICAS EN EL CURRÍCULUM EDUCATIVO

BLANCO ABELLÁN, M. (coord.) (2014) *Enseñanza e Historia de las Ciencias y de las Técnicas: Orientación, Metodologías y Perspectivas.* Barcelona, SEHCYT, p. 217.

LA ENSEÑANZA DE LA HISTORIA DE LA MEDICINA EN LAS UNIVERSIDADES DE SEVILLA Y CÓRDOBA: EL "SEMINARIO TUTELADO" COMO MÉTODO DOCENTE PARA MOTIVAR AL ALUMNO

Encarnación BERNAL-BORREGO
Unidad de Historia de la Medicina. Facultad de Medicina. Universidad de Sevilla.
ebernal@us.es

María Luisa CALERO-DELGADO
Unidad de Historia de la Medicina. Facultad de Medicina. Universidad de Sevilla
mluisacalero@us.es

Carmen RUÍZ GARCÍA
Unidad de Historia de la Medicina. Facultad de Medicina. Universidad de Córdoba
md1rugac@uco.es

Resumen

El presente trabajo pretende dar a conocer la experiencia docente llevada a cabo en las Facultades de Medicina de Sevilla y Córdoba tras la entrada en vigor del Grado en Medicina en el curso académico 2009-2010. En él queremos mostrar las principales dificultades y limitaciones que han emergido al modificar la posición de la asignatura "Historia de la Medicina" en el currículum médico. De igual modo expondremos las distintas medidas tomadas para adecuar los contenidos a las nuevas circunstancias y la puesta en marcha de una metodología alejada de la tradicional lección magistral y conseguir de una manera amena la consecución de las mismas competencias.

Abstract

The present research expects to give out the teaching experience carried out in the Medicine Faculties of Seville and Cordoba after the entry into force of the Medicine Degree during the academic year 2009-2010. We want to show the main difficulties and limitations which have emerged when changing the position of the subject "History of Medicine" in the medical curriculum. In the same way, we will present the different steps followed in order to adjust the contents to the new circumstances and the start-up of a methodology distant from the traditional master lecture, and fulfill in a pleasant way the achievement of these competences.

Palabras clave: Enseñanza, Historia de la Medicina, Seminario tutelado

Keywords: Teaching, History of Medicine, Supervised seminar

Introducción

La implantación del nuevo Plan de estudios en Medicina en el año 1996 y la actual implementación del Grado en Medicina en las universidades españolas ha conllevado, en la mayoría de los casos, a un desplazamiento de la docencia de la asignatura de Historia de la Medicina a los primeros cursos. Este hecho ha motivado un normal desajuste entre los conocimientos del alumno y la materia que deben aprender, obligando no sólo a adaptar los contenidos sino a utilizar distintos métodos docentes para conseguir un aprendizaje eficaz.

La asignatura de Historia de Medicina en España, como asignatura reglada en la Licenciatura de Medicina, ha sufrido distintos desplazamientos dentro del currículo del futuro médico. Con algunas diferencias, dependiendo de las facultades, la docencia se impartía en el segundo ciclo entre el cuarto y el sexto curso de la carrera. Esta posición permitía que la disciplina estuviera dotada de contenidos acordes con los conocimientos que un alumnado tras cuatro o seis años de formación académica era capaz de asumir, al haber adquirido unos saberes tanto en las materias básicas como en las clínicas. Con la reforma de los planes de estudio de la Licenciatura en el año 1996 la asignatura se vio desplazada al primer ciclo estando situada, según la universidad, entre el primer y tercer curso. Esta misma circunstancia se ha mantenido con la entrada en vigor del Plan Bolonia y la implementación del Grado en Medicina.

La posición de la asignatura en el Grado de Medicina, en la Facultad de Medicina de la Universidad de Sevilla ha quedado establecida en el segundo cuatrimestre del segundo curso y en la Facultad de Medicina de la Universidad de Córdoba en el segundo cuatrimestre de primero. Este acontecimiento obligó a redefinir sustancialmente los contenidos de los programas intentando adecuarlos a la nueva situación[1]. Aún así se mantuvo las directrices marcadas en la última reforma de los planes de estudios, que contemplaba la enseñanza de la "Historia de la salud, de la enfermedad y de las profesiones sanitarias".

Al estar situada la asignatura en una posición tan inicial y no contar el estudiante con ninguna materia introductoria que le pueda proporcionar una información mínima acerca de la ciencia y de la práctica médica y por tanto no poseer los suficientes elementos de comprensión; nos encontramos con una nueva realidad que tuvimos que abordar. Para ello propusimos introducir una metodología diferente a la convencional clase magistral[1], no como sustitución de la lección teórica sino como complemento de ella. Sin alejarnos del propio desarrollo de la disciplina y al encuadre programático al que estamos sometidos, con una organización docente encorsetada en cuanto a la limitación horaria y de espacios, propusimos introducir como método docente el "Seminario Tutelado".

El seminario "tutelado"

El empleo del seminario como recurso docente no supone ninguna originalidad en sí misma. Los seminarios han sido una técnica docente empleada en distintas áreas del conocimiento [CAMACHO MIÑANO et al, 2012] y dentro de la Historia de la Medicina como una forma de profundizar y ampliar conceptos, además de proporcionar al alumnado un contacto directo con la realidad. En el caso concreto de nuestra disciplina el seminario ha sido la auténtica sala de prácticas[2]. Se trata de la concepción de la enseñanza cimentada en la participación activa[CAMACHO MIÑANO et al, 2012][ASTIGARRAGA et al, 2009] del estudiante, creación inicial de la Universidad alemana. Una de las premisas indispensables para la realización de los seminarios es que el escolar disponga de unos conocimientos previos para que le permita debatir sobre ello. Como aspecto positivo

[1] La puesta en marcha del Espacio Europeo de Educación Superior ha obligado al Grado en Medicina, al igual que en otras áreas, a reestructurar la docencia, adaptando, reduciendo o modificando posiciones de las materias a impartir. Como ejemplo de las modificaciones en otras áreas puede consultarse [CAMPOS, et al 2008]

[2] Las propuestas metodológicas docentes para la Historia de la Medicina han sido objeto de debates en múltiples reuniones, conferencias y coloquios tanto nacionales como internacionales, exponiendo distintas formulaciones que contemplan la puesta en práctica de diferentes técnicas. Aún así debido a las peculiaridades de los contenidos históricos la clase magistral sigue siendo la metodología docente usada tradicionalmente en las universidades para la exposición de los contenidos teóricos.Para las propuestas en España puede consultarse [BALLESTER AÑÓN, R. coord., 1988] y a nivel internacional cabe destacar entre otros [BRIEGER, G.H., 1982] [MILLER, G. 1975].

habría que destacar la ampliación en temas predeterminados, una mayor motivación hacia la asignatura y el establecimiento de una relación mucho más cercana entre alumno/profesor.

El "seminario tutelado" es una variante del seminario tradicional donde se plantea la realización de trabajos por parte del alumnado, de forma voluntaria, bajo la supervisión y revisión continuada del profesor, al no contar el colegial con conocimientos suficientes como para abordar las tareas de forma autónoma. Con esta metodología, al igual que en el seminario tradicional, los papeles del alumno/profesor se modifican abandonando el escolar su habitual rol pasivo adquiriendo una posición nuclear y renunciando el profesor a su posición como docente, adaptando un papel modulador entre el alumno y los contenidos. La implantación del "seminario tutelado" en la asignatura de Historia de la Medicina en las Universidades de Sevilla y Córdoba, se trata de un esfuerzo pedagógico importante para llevar a cabo la adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior. La puesta en marcha de esta metodología refleja la experiencia de los dos últimos cursos en las dos universidades, mostrando tanto los resultados obtenidos como las dificultades para su organización.

En el caso de Sevilla la iniciativa docente oferta a los alumnos la realización de cinco "seminarios tutelados", que consiste en la elaboración de un trabajo en grupo, orientado, dirigido y supervisado por el profesorado. Previamente realizamos una selección de temas del programa que pueden mostrar una mayor dificultad de aprendizaje para el estudiante y los utilizamos como materia a tratar. La selección inicial incluye todas aquellas materias relacionadas con la historia de la enfermedad -la peste, el cólera, la lepra, el paludismo o el SIDA-no por su dificultad intrínseca sino porque el escolar aún no ha entrado en contacto con contenidos de patología o de microbiología y por ello cuenta con importantes lagunas de contenido. Para ello a través de la plataforma virtual se les facilita un esquema y la bibliografía adecuada para la realización del trabajo. Con posterioridad en tutorías personalizadas se les orienta en la forma de estructuración de la materia y se supervisa el resultado final antes de la exposición. En el mismo sentido con la intencionalidad de hacer agradable la ejecución del trabajo y la muestra posterior se les sugiere usar distintas formas expositivas que consigan además del conocimiento básico del tema, el desarrollo de la creatividad y por consiguiente una atractiva y grata presentación[3][AGUILAR IDÁÑEZ, 2009; CONTRERAS et al, 2005; GARCÍA, 2010].

En la Universidad de Córdoba el recurso empleado es el "cine". Dado su poder y eficacia en la sociedad como vehículo de popularización de la ciencia en general y de la medicina en particular, el cine puede constituir una valiosa herramienta para la adquisición de conocimientos, habilidades y actitudes en el proceso de enseñanza-aprendizaje en diferentes niveles educativos. A nivel universitario empiezan a generalizarse experiencias curriculares sobre cine y medicina[4], sobre todo en los niveles de pregrado de ciencias de la salud, como recurso didáctico para impartir o profundizar en algunos temas de una asignatura.

Se presenta una experiencia docente en la que se utiliza el cine comercial como herramienta complementaria en la docencia de Historia de la Medicina y Documentación Medica, con la intención de promover la reflexión y el estudio de un tema de interés histórico-médico relevante para el programa o bien para estimular el análisis de un problema de salud.

El proceso comienza, por parte del profesorado con la elaboración de una programación docente que permita planificar y organizar el seminario tutelado teniendo en cuenta que el alumno de primero tiene escasa formación sobre los contenidos a impartir. A través de la plataforma virtual Moodle se le entrega al alumno la ficha técnica de la película y un cuestionario basado en los temas de tipo médico abordados en la misma.

En cuanto a las actividades, tras la visualización de la película, la primera fue de autoaprendizaje y consiste en la búsqueda bibliográfica en bases de datos especializadas en medicina y en estudios histórico-médicos para afrontar las cuestiones planteadas. Tras la asimilación de los conocimientos, elaboran un informe con sus impresiones y conocimientos adquiridos sobre el tema. A través de las tutorías presenciales o virtuales, el profesorado dirige de forma continuada estas actividades.

---

[3] Los seminarios y sus distintas variedades se han empleado en muchas disciplinas como forma habitual de afianzar conocimientos. Como ejemplo de ello puede consultarse [CAMACHO MIÑANO et al, 2012] [ASTIGARRAGA et al, 2009] [GARCÍA MANJÓN, J.V. coord., 2009] [MARTÍN, T. et al, 2007]

[4] Las distintas propuestas encaminadas a lograr motivar al alumno y crear un ambiente positivo incluso divertido han sido muy variadas. Todas ellas con el objetivo común de conseguir un aprendizaje eficaz. [AGUILAR IDÁÑEZ, 2009] [CONTRERAS, 2005] [GARCÍA, 2010].

El trabajo se completa con la realización de análisis de todos los términos médicos mencionados en la película[5], y una relación de la bibliografía utilizada siguiendo el sistema Vancouver.

Resultados de la experiencia: ventajas e inconvenientes

La respuesta a la iniciativa del seminario tutelado fue muy superior a las expectativas preliminares. Ello nos obligó a ampliar los seminarios para dar cabida a un mayor número de alumnos. Con esta respuesta masiva veíamos cumplido uno de los principales objetivos como es la motivación por la asignatura y el establecimiento de lazos más estrechos entre alumno/ profesor. De igual modo al tener que trabajar en grupo les obligaba a cooperar más que a competir [TORREGO, et al 2012] algo por otra parte, bastante difícil entre los alumnos de medicina donde la competitividad está muy arraigada. En lo que respecta a la presentación de los trabajos tenemos que decir que el resultado fue de gran creatividad y originalidad. Además de la forma de introducción tradicional con power point utilizaron otros medios expositivos como el póster o medios audiovisuales que facilitaron aún más la explicación en el aula[6].

A pesar de todas las ventajas manifestadas la metodología ha presentado igualmente algunos inconvenientes. Debido al elevado número de alumnos -370 en Sevilla y 180 en Córdoba- el profesor necesita una enorme inversión de tiempo para poder atender adecuadamente al alumnado. Otro de los problemas detectados fue la tendencia a parcelar los contenidos y la resistencia inicial al trabajo cooperativo[7] y en última instancia la predisposición a utilizar fuentes de información de más fácil acceso (a través de Google) obligando al profesor a realizar una tutorización continuada.

A modo de conclusión

Son muchos los estudios que analizan el impacto de una metodología activa en la enseñanza/ aprendizaje del escolar coincidiendo, en que la metodología utilizada en la enseñanza ha condicionado la motivación del estudiante, pero existe una discrepancia en cuanto a que la mayor incentivación ha llegado a influir en la obtención de unos mejores resultados académicos. En este sentido podríamos aseverar, sin lugar a dudas, que el "seminario tutelado" consiguió motivar al alumnado para el estudio de la asignatura,como se pone de manifiesto, en el caso de Córdoba, la organización conjunta por parte la Unidad Docente de Historia de la Medicina y del Consejo de Estudiantes –a petición de éstos - de un ciclo de cine sobre *La práctica médico sanitaria a través del cine*, durante los dos últimos años[8] y la insistencia de la ampliación de los seminarios a otros temas del programa en el caso de Sevilla; aunque no contamos con elementos suficientes para afirmar o desmentir que las buenas calificaciones obtenidas se debieron al uso exclusivo de los seminarios, ni tampoco que esta metodología favorezca una asimilación duradera de los conocimientos.[9]

---

[5] Son muchas las experiencias realizadas al respecto. Revista: desde el año 2005 se publica *Revista de Medicina y Cine*, editada por la Universidad de Salamanca: http://revistamedicinacine.usal.es/[11-03-2013], revista online que analiza los contenidos biosanitarios del cine con fines educativos, discursivos, de mentalización y divulgación. Reuniones Científicas: El XIV Simposio de la Sociedad Española de Historia de la Medicina celebrado en Barcelona en 2007 estuvo dedicado a "Historia, Cine y Medicina". Los materiales docentes, entre otros, de Alfredo Menéndez y Rosa Mª Medina de la Universidad de Granada: Cine, Historia y Medicina. Seminario de la asignatura de Historia de la Medicina. *Conecta. Suplemento 1*, 2001. ISSN: 1576-4826. Los ciclos monográficos que cada año organiza el Instituto de Historia de la Medicina López Piñero junto con el Aula de Cine de la Universidad de Valencia. Tesis Doctoral: OGANDO DÍAZ, B. El cine como herramienta docente en Bioética y Tanatología. Tesis Doctoral, 2010 disponible en: http://eprints.ucm.es/11557/1/T32232.pdf .[11-03-2013]. Blog: http://medicinaycine.blogspot.com.es/ [11-03-2013]

[6] El análisis de los términos médicos consiste en separar los elementos estructurales que forman cada uno de ellos y expresar sus significados etimológicos.

[7] La variedad de presentaciones en los trabajos fue una de las características fundamentales. A pesar de que hicieron uso como método expositivo de las presentaciones en power-point, también realizaron pósteres de una alta creatividad y complejidad (no hay que olvidarse de que el alumno está cursando el segundo curso del Grado) e incluso la realización de videos donde expresaron su creatividad y consiguieron amenizar la clase.

[8] Entre las mayores dificultades encontradas en la tutela de los seminarios está la resistencia de muchos alumnos a realizar un trabajo cooperativo, intentando constantemente desligarse del grupo, trabajar de forma individualizada y sin querer responsabilizarse del conjunto del trabajo. En estos casos la labor del profesor ha consistido en reorientar a los alumnos para conseguir la cooperación.

[9] Con el ciclo de cine los alumnos inscritos obtienen 2 créditos de libre configuración. Más información en: http://www.uco.es/servicios/comunicacion/actualidad/item/71888-20110222 [11-03-2013] y http://www.uco.es/servicios/comunicacion/actualidad/noticias/item/81968-20120316 [11-03-2013]

Bibliografía

AGUILAR IDÁÑEZ, M J. (2009) *Cómo animar un grupo: técnicas grupales*. Madrid: Editorial CCS.

ASTIGARRAGA, J. et al (2009) *Metodologías activas para la docencia en las ciencias económicas y jurídicas: una experiencia de innovación docente en un contexto difícil.* Zaragoza: Prensas Universitarias de Zaragoza.

BALLESTER AÑÓN, R. coord. (1988) *La Enseñanza de Historia de la Medicina. Problemas y perspectivas*. Alicante, Instituto de Ciencias de la Educación de la Universidad de Alicante.

BRIEGER, G.H., (1982) The history of health and disease for health professionals: The case study approach. En: BYLEBYL, J.J. *Teaching the History of Medicine at Medical Center.* Baltimore and London, The Jonhns Hopkins University Press.

CAMACHO MIÑANO, Mª M; URQUÍA GRANDE, E; PASCUAL EZAMAS, D. (2012) "Seminarios activos: Un recurso para motivar al alumnado universitario al estudio de la Contabilidad." *Educade. Revista de Educación en Contabilidad, Finanzas y Administración de empresas.* 3, 95-110.

CAMPOS, M.L; CONDE J.L: PÉREZ, M.P; NEWMAN, V; VICIANA, V. (2008) *Orientaciones metodológicas para la adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior en la Titulación de Educación Infantil.* Granada: Universidad de Granada.

CONTRERAS, LC; RODRÍGUEZ, J.M; MORALES, F.J (eds.)(2005) *Innovar juntos en la Universidad*. Huelva: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Huelva.

GARCÍA MANJÓN, J. V. COORD. (2009) Hacia el Espacio Europeo de Educación Superior: el reto de la adaptación de la universidad a Bolonia. Oleriros (La Coruña): Netbiblo, D.L.

GARCÍA, P. (2010) *Claves para aprender en un ambiente positivo y divertido.* Madrid.

MILLER, G. (1975) The teaching of Medical History in the United States and Canadá. *Bull. Hist. Med., 4 (3),* 264-267.

OGANDO DÍAZ, B. El cine como herramienta docente en Bioética y Tanatología. Tesis Doctoral, 2010 disponible en: http://eprints.ucm.es/11557/1/T32232.pdf .[11-03-2013]

Pirámide.

RISE, G.B. (1975) Teaching Medical History in the 1970's: New challenges and approaches. *Clio Médica*, 10, 133-144.

TORREGO J. C, NEGRO, A. coord. (2012) *Aprendizaje en las aulas*. Madrid: Alianza Popular.

BLANCO ABELLÁN, M. (coord.) (2014) *Enseñanza e Historia de las Ciencias y de las Técnicas: Orientación, Metodologías y Perspectivas.* Barcelona, SEHCYT, p. 223.

LA DOCUMENTACIÓN CIENTÍFICA EN EL CURRÍCULUM DE HISTORIA DE LA MEDICINA. LAS EXPERIENCIAS EN LAS FACULTADES DE SEVILLA Y CÓRDOBA

María-Luisa CALERO-DELGADO
Unidad de Historia de la Medicina. Facultad de Medicina. Universidad de Sevilla
mluisacalero@us.es

Encarnación BERNAL-BORREGO
Unidad de Historia de la Medicina. Facultad de Medicina. Universidad de Sevilla.
ebernal@us.es

Carmen RUÍZ GARCÍA
Unidad de Historia de la Medicina. Facultad de Medicina. Universidad de Córdoba
md1rugac@uco.es

Resumen

El objetivo del presente trabajo es poner de manifiesto la evolución que se ha producido desde el punto de vista docente en la Documentación científica o científico-médica desde su primera inclusión en los temarios de historia hasta la actualidad. En este sentido, dos van a ser las premisas de análisis, por una parte, la relación con la Historia la Medicina y con sus profesionales, y por otra parte, la evolución en su enseñanza, en su metodología, en sus contenidos y en sus recursos didácticos. Sobre estas bases nos adentraremos en los cambios que se han ido operando en esta materia, en especial en los últimos años como consecuencia del Plan Bolonia y de la revolución de la informática y de las comunicaciones. Y todo ello para poner de manifiesto, si a raíz de las últimas modificaciones ha mejorado la concepción del alumnado –al menos de Sevilla y Córdoba- sobre la asignatura reglada de Historia de la Medicina y Documentación científica.

Abstract

The objective of this project is to highlight the evolution which has occurred in scientific and medical documentation from a teaching point of view, from its first inclusion in History syllabus to present. In this sense, the premises of the analysis are going to be two: on the one hand, the relationship with History of Medicine and its professionals, and, on the other hand, the development of its teaching, its methodology, its contents and its learning resources. Starting from these bases, we will study thoroughly the changes that have been operating in this subject, especially during the latest years as a consequence of the Bologna Process and the information and communication revolution; all in order to show up if students' conception on the accredited subject of History of Medicine and Scientific Documentation has improved –at least, in Cordoba and Seville- as a result of latest modifications

Palabras clave: Enseñanza, Medicina, Metodología
Keywords: Teaching, Medicine, Methodology

Introducción

La mezcolanza e interacción entre la Historia de la Medicina y la Documentación científico-médica se inició en España en la década de los años sesenta del siglo XX, cuando desde la cátedra de Historia de la Medicina de la facultad médica de Valencia se comenzó a impulsar el desarrollo de investigaciones, productos y herramientas documentales [PERIS BONET et al, 2000, p. 501]. Como es sabido, sus pioneros fueron: el catedrático de Historia de la Medicina, José María López Piñero, y María Luz Terrada Ferrandis.

Dos procesos paralelos surgían entonces, por una parte, el despertar de la disciplina[1] con hitos tan destacados como la creación del repertorio bibliográfico Índice Médico Español -1965-[LÓPEZ PIÑERO, 1989, pp. 7-10], germen de la posterior base de datos IME -1975-, o el despegue de las investigaciones bibliométricas.[2] Por otra parte, nos situamos en los albores del proceso de institucionalización de la Documentación científica,[3] se creaba la primera cátedra de Documentación Médica ocupada por María Luz Terrada, mientras que de manera progresiva iban apareciendo puestos universitarios asociados específicamente con la documentación. Las cátedras de Historia de la Medicina en proceso de formación o consolidación asumían en gran medida esta docencia como parte integrante de la materia histórica y en suma se iban sentando las bases para que la nueva disciplina se integrase con pleno derecho en los planes de estudio de la carrera de medicina. No obstante, aunque los contenidos documentales se fueron haciendo paulatinamente presentes en los temarios de historia de las facultades de medicina, entre ellas Sevilla y Córdoba, lo cierto es que su enseñanza no se codificó por imperativo legal hasta el plan de estudios de 1996.

La implantación de la Documentación científico-médica en el currículum

El último tercio del siglo XX iba a ser un revulsivo para la enseñanza de la Documentación científica, dentro de una tónica marcada por la remodelación profunda de los planes de estudio de la licenciatura y la debilidad académica de la que partían los conocimientos históricos. Sin introducirnos en los problemas atravesados por las cátedras de Historia de la Medicina para consolidarse en España,[4] lo cierto es que sus profesionales se encontraban ante la redacción de un nuevo plan de estudios, el futuro plan de 1996, en una difícil situación. En primer lugar, se reconocía la troncalidad de "Introducción a la Medicina y a la Metodología Científica" con contenidos fácilmente asumibles por las ya denominadas áreas de Historia de la Ciencia, pero redactado en un tono ambiguo que permitiese que en el caso de no estar afianzada en una facultad concreta esta área de conocimiento, la materia pudiese ser impartida por Fisiología, Estadística e Investigación Operativa y Medicina Preventiva y Salud Pública.[5]

---

[1] Es necesario precisar que en esta comunicación nos vamos a centrar en la vertiente científica de la Documentación médica, soslayando en gran medida las cuestiones referidas a la Documentación clínica, si bien es preciso subrayar que el desarrollo de la Documentación científico-médica y de la Documentación clínica fueron parejos en España. Y es que la Documentación Médica se dirigió desde un principio también a los problemas informativos de la práctica asistencial, con la aplicación de modelos de sistema de recuperación de la información extrapolados de la Documentación científica. El primer ejemplo en este sentido fue la organización del Archivo Central de Historias Clínicas del Hospital Clínico Universitario de Valencia, auspiciada por la Cátedra de Historia de la Medicina de dicha universidad. [PERIS BONET et al, 2000, p. 502].

[2] En este sentido son hechos a subrayar: la constitución de la base de datos bibliométrica BILIME y la elaboración de los primeros índices de citas de autores-médicos en lengua castellana. De igual modo se ha de recordar que la introducción en España de las investigaciones bibliométricas se gestó gracias a dos obras de la década de los años setenta de José María López Piñero y María Luz Terrada [LÓPEZ PIÑERO, 1972] [TERRADA, 1973].

[3] En 1968 nacía el Centro de Documentación e Informática Biométrica y más adelante, en 1975, se constituía asociado al CSIC y a la Cátedra de Historia de la Medicina de la Universidad de Valencia el hoy denominado Instituto de Historia de la Ciencia y Documentación "López Piñero".

[4] Sobre el camino y vicisitudes atravesados por la Historia de la Medicina institucional y académica para establecerse en España, véanse: [CARRRILLO, 2004] [GRANJEL, 1990] [RODRÍGUEZ OCAÑA, 1997].

[5] Sobre este aspecto reflexiona Encarnación Bernal Borrego en su *Proyecto Docente: Historia de la Salud, la Enfermedad y las Profesiones Sanitarias* de 1999, Unidad de Historia de la Medicina, Universidad de Sevilla, p. 47.

En segundo lugar, la Sociedad de Historia de la Medicina tomó el testigo para que los profesionales adscritos a sus áreas de conocimiento se dotasen de los recursos necesarios para afrontar la enseñanza que el nuevo plan les adjudicaba de manera mayoritaria. La Sociedad de Historia de la Medicina Española impulsó la celebración de cuatro simposios a lo largo de los años noventa, en los que se pretendía analizar los contenidos y saberes que estaba obligada a asumir su área de conocimiento en las diferentes universidades.[6] En el segundo de estos encuentros científicos bajo el título "La Teoría y el Método en Medicina" -Málaga, 20-21 de diciembre de 1991- se dedicaron las siete conferencias que lo compusieron de manera monográfica al método científico [RUIZ SOMAVILLA et al, 1992]. A éste siguió "La Historia de la Medicina y la Documentación Científica" –Barcelona, 2-3 de abril de 1993- donde se analizó de manera pormenorizada los contenidos de la nueva materia de Documentación.

El recién estrenado plan de estudio de 1996 reforzaba la importancia de los contenidos de Documentación científica y los situaba junto a los de Historia de la Medicina en primer ciclo. Los modelos de implantación fueron muy variados, aunque en esencia los vamos a simplificar en torno a dos. Uno, en el que los contenidos de documentación se integraban en la asignatura de historia, donde también adquirían por otra parte entidad propia la problemática de la terminología médica; y otro, donde se establecían dos asignaturas independientes, una centrada en la enseñanza de la historia y otra en la que los contenidos documentales tenían un peso destacado. El primer modelo sería el adoptado por facultades como la de Córdoba, mientras que en el caso de Sevilla se establecían las asignaturas de Historia de la Medicina y de Documentación y Terminología Médica. Otra diferencia fue la implantación de la materia en primer curso en el caso de Sevilla y en segundo en Córdoba. Con respecto a Sevilla el Decreto de 2001 provocó una ampliación de los créditos de Documentación y Terminología Médica hasta 4,5.[7]

Desde el punto de vista del currículum una nueva transformación sustancial se ha producido en los últimos años, como consecuencia de la implantación del Grado y del plan de estudios de 2009. La enseñanza de Historia de la Medicina y de la Documentación científica continúa adscrita a primer ciclo, aunque en la mayoría de los casos ha pasado a segundo curso –entre los casos excepcionales Córdoba (en primero)-, pero bajo la denominación genérica de Historia de la Medicina y Documentación Científica.

El carácter práctico de la docencia de Documentación científica

Del mismo modo que se han modificado los planes de estudio, la docencia de Documentación científica también ha sido objeto de continuas reformulaciones. Como pauta común se ha mantenido no obstante su carácter práctico, así como el objetivo de que el alumnado se familiarice con la información científico-médica, sus utilidades y su manejo.

Pero los contenidos y recursos para la consecución de este objetivo no han sido siempre los mismos. En un principio las sesiones se organizaban en grupos de 20-25 miembros, proporcionando al alumnado los medios para que accediese a la información y analizase la literatura médica obtenida tras las búsquedas, atendiendo tanto al análisis externo de los documentos –referencias bibliográficas- como interno –elaboración de fichas de trabajo-. Y todo ello, incardinada en un prisma de trabajo marcado por el seguimiento de un método científico, de los pasos necesarios para la elaboración de un trabajo de investigación y la presentación del mismo conforme a normas estandarizadas, en general las conocidas comúnmente como normas de Vancouver. Conforme a esta pauta se proporcionaban como recursos didácticos: revistas, libros, repertorios bibliográficos, tesauros, todos ellos en soporte papel. En este sentido, adquirían especial importancia las búsquedas en repertorios médicos como: Index Medicus, Current Contents, Excepta Médica, Pascal, Índice Médico Español, y de los tesauros que contenían su lenguaje documental, como era el caso destacado del Medical Subjects Headings.

---

[6] A través de estos simposios España se sumaba a la inquietud internacional por la enseñanza de la historia de la medicina en las facultades de medicina. Su punto de partida fueron la reunión que se celebró en el Instituto de Medicina Social e Historia de la Medicina de la New York Academy of Medicine en 1957 y la conferencia promovida por la Josiah Macy Jr. Foundation en colaboración con la National Library of Medicine en 1966. Véanse: [GALDS, 1957] [BLAKE, 1968].

[7] De este aspecto deja constancia Encarnación Bernal Borrego en su *Proyecto Docente: Historia, Documentación y Terminología Médica* de 2002, Unidad Universidad de Sevilla, p. 129.

Este carácter práctico de la materia permitía ya entonces desarrollar una metodología activa [BENITO et al, 2005, pp. 17-22] y un aprendizaje basado en problemas [MORALES et al, 2004] [GARCÍA, 2008], lo que estimulaba el proceso enseñanza-aprendizaje y perdura en esencia como metodología en la actualidad. Si bien el efecto motivador no era tan halagüeño como cabría pensar a priori o al menos no lo era tanto como las experiencias proporcionadas por los programas de doctorado que se implementaban en otras universidades[8]. Y es que el alumnado de tercer ciclo podía ya percibir la utilidad de los contenidos de Documentación científica para su trabajo profesional, tanto para su iniciación en la investigación como para la adquisición de las actitudes y destrezas necesarias para el tratamiento de la información biomédica en su práctica clínica. Mientras que para el alumnado de primer ciclo, más aún de primero-segundo curso, estos contenidos no eran considerados con una utilidad inmediata, pertenecían a aquella nebulosa de conceptos que quizás fuesen necesarios más adelante, aunque sin llegar a la importancia de los saberes científico-naturales, estos últimos considerados de mayor significado para la práctica médica que los documentos.

No obstante, el proceso de enseñanza-aprendizaje no se iba a mantener de manera estático, lejos de ello en los años más recientes se ha producido una nueva reformulación, como consecuencia de la revolución informática y de la comunicación de nuestros días y el conocido como Plan Bolonia.

La actualidad de la docencia de Documentación científica en Sevilla y Córdoba

El progresivo desarrollo de las nuevas tecnologías se ha trasladando al proceso de enseñanza-aprendizaje de Documentación científica, modificando contenidos y recursos didácticos. De modo específico se dejaba constancia de las primeras adecuaciones en los proyectos docentes de 2002 y 2003 de dos de nosotras, Bernal y Ruiz[9], aunque es andada la década de 2010 cuando las repercusiones e impacto de la revolución informática y comunicación se hace más evidente.

Los proyectos de Historia de la Medicina y Documentación Científica han asistido a la inclusión de nuevos conceptos y a una nueva reorganización de los contenidos. En el caso de la facultad de medicina de Córdoba en la plataforma online de enseñanza, Moodle, se cuelgan tutoriales concernientes a PubMed, Scopus, WOK o Enanote, entre otros, los cuales puedan ser utilizados en la autoformación a distancia y permanente por parte de los discentes. A ello acompaña una práctica de dos horas por grupo (5 grupos de 30 alumnos/as), en las que en principio la docente plantea búsquedas sobre temas médicos y/o históricos, para ser después el alumnado de manera autónoma el encargado de seleccionar y realizar individualmente las búsquedas. La escasez de profesorado y tiempo convierte en este sentido en un necesario complemento para el afianzamiento de estos contenidos procedimientales y otros, la asignación de dos horas de tutorías presenciales que de forma individual recibe cada discente.

Con respecto a la facultad de medicina de Sevilla, las nuevas tecnologías se han convertido en el hilo conductor de algunas de las sesiones de Documentación científica, aunque la escasez de profesorado en base a la relación docente-discente, así como la no disponibilidad de un mayor número de ordenadores en las aulas de informática, dificulta el desarrollo como se quisiera de las prácticas. Al margen de estas limitaciones, el alumnado se distribuye en ocho grupos y recibe cuatro sesiones de dos horas en las aulas de informática, donde a través de los recursos aportados por la página web de la biblioteca de la Universidad de Sevilla se le proporcionan nociones sobre dónde buscar, cómo buscar y cómo mantenerse al día de la información bibliográfica[10]. Conforme a esto, se advierte al alumnado sobre la existencia de diferentes fuentes de información[11] y la importancia de

[8] José Luis Fresquet al intervenir en la primera reunión sobre la Enseñanza de la Historia celebrada en Alicante entre el 12 y 13 de junio de 1987, enfatizó ya entonces la significativa atracción del alumnado, incluso de otras especialidades, por los cursos documentales y metodológicos del programa de doctorado del área de Historia de la Ciencia y la Documentación [BALLESTER AÑÓN, 1988, p. 69]

[9] En concreto el proyecto docente de 2002 de Encarnación Bernal Borrego se ocupa de este aspecto en las páginas 137, 143 y 144, mientras que el *Proyecto docente: Historia de la Medicina Y Documentación Médica* de 2003 adscrito a la Universidad de Córdoba de Carmen Ruiz García expone esta cuestión en las páginas 95 y 96.

[10] En este sentido seguimos la pauta marcado por [GONZÁLEZ DE DIOS, 2008].

[11] Un artículo bastante esclarecedor sobre las diferentes tipologías de fuentes de información existentes en Internet y sus posibilidades es [ALEIXANDRE-BENAVENT, 2011].

seleccionar la adecuada, se explica la elaboración de estrategias de búsqueda (con el empleo de los operadores booleanos, las comillas, el truncamiento) y su aplicación a los documentos secundarios: PubMed, Scopus, Web of Science (WOK) e IME, sin olvidar subrayar la existencia de otras fuentes de informacion de interés, como Teseo, Dialnet o Cochrane. En este sentido se aportan de igual modo nociones sobre el MeSH y el DeCS, insistiendo en el caso del primero en su búsqueda tutorizada y el empleo de los subheadings. El catálogo FAMA Plus de la Universidad de Sevilla también se convierte en una herramienta empleada para familiarizar al alumnado con las búsquedas en los catálogos y la localización física de los documentos. En todos estos casos se atiende no sólo al acceso a los documentos primarios en Internet, sino también a la exportación de los registros al gestor de referencias bibliográficas RefWork, su adaptación en el mismo a las normas de Vancouver -Uniform- y las posibilidades de reutilización en bibliografías y citas. La "infoxicación" actual o intoxicación por exceso de información [ALEIXANDRE-BENAVENT, 2011, p. 112] nos lleva asimismo a plantear al alumnado la importancia de la selección de documentos primarios, atendiendo a las valoraciones proporcionadas por diferentes análisis bibliométricos y al acceso online al factor de impacto elaborado por ISI, a través del producto Journal Citation Reports (WOK). Gracias a la explicación de estas dinámicas en el aula, los tutoriales y otras materiales[12] colgados en la plataforma online de la Universidad de Sevilla, WebCT, el alumnado podrá superar una prueba de ordenadores, la cual desarrollamos una vez concluidas las cuatro sesiones de ordenadores.

A modo de conclusión

Las sesiones en aulas de ordenadores, a pesar de sus limitaciones y necesidad de mejora, muestran una mayor motivación e interés por parte del alumnado, aún sin traducirse necesariamente en el mejoramiento de las calificaciones. Y es que nuestros discentes fruto de la era de las nuevas tecnologías perciben en torno al acceso a la información a través de Internet una mayor utilidad de la Documentación científica. Más aún cuando la información y su acceso –frente a épocas precedentes- se muestran capitales para la formación del alumnado. En este sentido, el Plan Bolonia no ha hecho sido insistir en la importancia de adquisición de habilidades y destrezas que el alumnado debe alcanzar para su realización y desarrollo personal, y precisamente las características de la información a la que se debe adaptar nuestra disciplina favorece la consecución de la competencia informacional. La nueva realidad de la información y la presencia de los historiadores de la medicina en la misma, permite que nuestra asignatura de Historia de la Medicina y Documentación Científica se presente como una materia viva, que atiende simultáneamente al pasado y al presente de la información.

Bibliografía

ALEIXANDRE-BENAVENT, R. (2011) "Fuentes de información en ciencias de la salud en Internet". *Panacea, 12 (33)*, 112-120.

BLAKE, J; ed. (1968) *Education in the History of Medicine*. New York & London, Hafner Publishing Co.

BALLESTER AÑÓN, R; coord. (1988) *La Enseñanza de Historia de la Medicina. Problemas y perspectivas*. Alicante, Instituto de Ciencias de la Educación de la Universidad de Alicante.

BENITO, A y CRUZ, A. (2005). *Nuevas claves para la docencia universitaria en el Espacio Europeo de Educación Superior*. Madrid, Narcea.

BERNAL-BORREGO, E y CALERO-DELGADO, ML. (2005) *Documentación y Terminología Médica*. Sevilla, Pinelo Talleres Gráficos.

[12] Como soporte el alumnado cuenta con materiales didácticos que hemos publicado para su uso. En este sentido, información sobre bases de datos, acceso a las bases de datos, catálogos, estrategias de búsqueda o el Factor de impacto elaborado por ISI se encontraban ya en: [BERNAL-BORREGO et al, 2005]. Adscritos ya a la plataforma son: [BERNAL-BORREGO et al, 2009] [CALERO-DELGADO et al, 2012] En relación a otros cursos también hemos realizado manuales didácticos que se han colgado en la plataforma, tal es el caso del presente año académico, con materiales actualizados y revisados, aunque la no existencia de proyectos de producción actualmente en activo no han permitido su edición más allá de la plataforma.

BERNAL-BORREGO, E y CALERO-DELGADO, ML.(2009) *Asignatura en la red 2008-2009. Documentación y Terminología Médica, I Plan propio de Docencia.* Sevilla, Universidad de Sevilla.

CALERO-DELGADO, ML. y BERNAL-BORREGO, E. (2012) *Asignatura en la red 2011-2012. Historia de la Medicina y Documentación Científica*. Sevilla, Universidad de Sevilla.

CARRILLO, JL. (2004) "¿Demolición controlada?: una exigencia del proceso de profesionalización de la Historia de la Medicina en España. En J. MARTÍNEZ-PÉREZ; M.I. PORRAS GALLO; P. SAMBLÁS TILVE y M. DEL CURA GONZÁLEZ (coords.) *La Medicina ante el Nuevo Milenio: Una perspectiva histórica*. Cuenca, Universidad de Castilla-La Mancha, 593-626.

DE MIGUEL, M; coord. (2006) *Metodologías de enseñanza y aprendizaje para el desarrollo de competencias: orientaciones para el profesorado universitario ante el Espacio Europeo de Educación Superior.* Madrid, Alianza.

GALDS, I; eds. (1957) *On the utily of Medical History*. New York, International Universities Press.

GARCÍA, J; coord. (2008) *El aprendizaje basado en problemas en la enseñanza universitaria*. Murcia, Servicio de Publicaciones de la Universidad de Murcia.

GONZÁLEZ DE DIOS, J. (2008): "Búsqueda bibliográfica en biomedicina y ciencias de la salud: estrategias para optimizar la gestión del conocimiento" *Pediatr Integral, 11,* 20-25.

GRANJEL, M. (1990) "Cincuenta años de Historiografía Médica en España (1939-1989)". *Hispania, L/2, 175,* 499-529.

LÓPEZ PIÑERO, J.M. (1989) "El número cien del Índice Médico Español". *Índice Médico Español, 100*, 7-10.

LÓPEZ PIÑERO, J.M. (1972) *El análisis estadístico y sociométrico de la literatura científica.* Valencia, Centro de Documentación de Informática Médica, Facultad de Medicina, Universidad de Valencia.

MORALES, P. y LANDA, V. (2004) "Aprendizaje basado en problemas". *Theoria, 13*, 145-157.

PERIS BONET, R; ABAD PÉREZ, I; ABAD GARCÍA, MF; ALEIXANDRE BENAVENT, R; MORENO VERNIS, M y DE LA CUEVA, A. (2000) "La documentación médica hoy: un esquema abierto". En: *Primer Congreso Médico de Ciencias de la documentación; Nov 2000; Madrid*. Madrid, Universidad Complutense, Facultad de Ciencias de la Información, Departamento de Bibliometría y Documentación, 501-513.

RODRÍGUEZ OCAÑA, E. (1997) "La Historia de la Medicina y su profesionalización en España. El caso de Granada". En: M ASTRAIN; F. GIRÓN y G. OLAGUE; E. RODRÍGUEZ OCAÑA (eds.) *Historia y Medicina en la Universidad de Granada. Siglos XIX-XX.* Granada, Área de Historia de la Ciencia de la Universidad de Granada, 143-196.

RUIZ SOMAVILLA, MJ; JIMÉNEZ LUCENA, I; GARDETA SABATER, P y CASTELLANOS GUERRERO, J; eds. (1992) *Teoría y Método de la Medicina*. Málaga, Servicio Publicaciones de la Universidad de Málaga.

TERRADA, ML. (1973) *La literatura médica española contemporánea. Estudio estadístico y sociométrico*. Valencia, Centro de Documentación de Informática Médica, Facultad de Medicina, Universidad de Valencia.

TERRADA, ML. (1983) *La Documentación Médica como disciplina*. Valencia, Centro de Documentación e Informática Biomédica de la Universidad de Valencia.

BLANCO ABELLÁN, M. (coord.) (2014) *Enseñanza e Historia de las Ciencias y de las Técnicas: Orientación, Metodologías y Perspectivas.* Barcelona, SEHCYT, p. 229.

LA HISTORIA DE LAS CIENCIAS Y LAS TÉCNICAS EN EL GRADO DE ARTES Y DISEÑO DE LA ESCOLA MASSANA DE BARCELONA

Jesús María GALECH AMILLANO
Centre d'Història de la Ciència, Departament de Filosofia, Universitat Autònoma de Barcelona.
Departament de Teoria i Llengües. Escola Massana.

Resumen

La creatividad y la innovación presentan características identificables tanto en el contexto de la ciencia y la técnica como en el artístico y del diseño. Todas estas áreas son creaciones humanas que surgen de las preocupaciones y preguntas que alimentan el desarrollo de cada cultura y se caracterizan por su capacidad de estructurar nuevas conexiones a partir de ideas preexistentes. Esta comunicación presenta una realización práctica del uso de contenidos propios de la historia de las ciencias y de las técnicas en dos asignaturas sobre materiales y sus procedimientos de transformación dentro de un grado universitario de artes y diseño. El objetivo principal es el de transmitir el conocimiento sobre materiales que debe tener un artista o diseñador, el cual se complementa y refuerza con la introducción de cuestiones y ejemplos relativos a la creatividad y la innovación a lo largo de la historia. La relevancia y profundidad de los resultados de la investigación reciente en la historia conjunta de la ciencias, las técnicas, el arte y el diseño permite llevar a cabo este novedoso acoplamiento de nuestra disciplina en el currículum educativo universitario de las artes y el diseño. En la coyuntura social actual de creciente incertidumbre, la experiencia descrita se propone como un ejemplo de ampliación del ámbito de influencia de la historia de las ciencias y de las técnicas dentro de la educación, que puede además ser fácilmente extrapolable tanto a otras etapas educativas como a otros planes de estudios universitarios.

Abstract

Creativity and innovation present characteristics than can be found in a scientific and technical context as well as in an artistic one. All these fields are human creations that emerge from those questions and worries that feed the development of any culture, and can be described by their capability to build new connections from already existing ideas. This paper presents a practical approach to use contents from the history of science and technology in two courses about materials and their procedures that are part of a bachelor's degree in arts and design. Being the main goal the student's training in the selection, use and transformation of materials, this is reinforced with themes and examples of creativity and innovation throughout history. The depth and relevance of recent historiography in a common history of arts and sciences allows for the introduction of our discipline in the undergraduate education in arts and design. Under the current social uncertainty, the presented experience is proposed as a way to enhance the influence of the history of science and technology in university education, a case which can also be applied to other degrees and stages of education.

Palabras clave: Ciencia, tecnología y sociedad; Educación; Escuelas de Artes y Oficios
Keywords: Science, Technology and Society; Education; Arts and Design Schools

Introducción

El clima de incertidumbre que vive nuestra sociedad está teniendo un efecto duro y acumulativo en el ámbito educativo. En la etapa universitaria, que es la que aquí me interesa, es patente desde hace tiempo el riesgo de desaparición que se ciñe sobre las asignaturas que impartimos, inicialmente por la adaptación de los planes de estudio a los requisitos del Plan Bolonia y posteriormente por la fuga constante de recursos económicos, favorecida por un discurso mercantilista sobre la educación que se está tratando de imponer en nuestra sociedad.

No es este el lugar para entrar a valorar el porqué de este entorno universitario cambiante que vivimos; es un hecho y conviene reaccionar. Se trata con frecuencia de acentuar la importancia que tiene lo que enseñamos en la formación de los profesionales y académicos del futuro inmediato. Para lograrlo, un camino bien conocido es el de destacar la caracterización de la ciencia y de la tecnología como construcciones sociales y culturales a lo largo de la historia, buscando enlazar esto con una mejor comprensión de su situación contemporánea y, también, con una mejor capacidad de ejercer profesionalmente dentro de los sectores científicos y tecnológicos. Se trata, por tanto, de afirmar la necesidad de las asignaturas de historia dentro de los grados o carreras de ciencias, medicina, matemáticas, ingenierías y ciencias sociales, o de áreas sobre las que nuestra disciplina cabalga, como son los grados de historia, humanidades o de filosofía. Pero quizás también haya llegado ya la hora de buscar otros territorios para la aplicación de la historia de las ciencias y de las técnicas y, si resulta necesario, de crearlos. La experiencia que aquí presento tiene que ver con un nuevo horizonte a explorar: la creatividad y la innovación.

Creatividad, historia y sociedad

El aspecto clave para demostrar que la historia de las ciencias y de las técnicas tiene cabida, aunque bajo otros titulares, dentro de estudios en apariencia tan alejados como son los de arte y diseño es la creatividad. A pesar de la dificultad de su definición por tratarse de una capacidad humana aún por describir en profundidad, la creatividad es hoy en día uno de los conceptos más recurrentes en el discurso científico, cultural, artístico, político y económico. Más aún si asociamos la creatividad a la palabra fetiche de nuestro tiempo: innovación. Cargada sin duda de connotaciones economicistas que la desvirtúan, puesto que así es valorada únicamente por su capacidad de generar beneficios económicos, la innovación y su punto de partida, la creatividad, tienen asociadas maneras de hacer presentes tanto en el contexto científico como en el artístico. Tanto las artes como las ciencias son creaciones humanas, ejercicios creativos que surgen de una fuente común: las preocupaciones y preguntas que motivan el desarrollo y cambio dentro de una cultura determinada. Las artes, el diseño, las ciencias y la tecnología definen en la actualidad el campo de juego de la creatividad, una actividad humana caracterizada en buena medida por la capacidad de componer conexiones nuevas entre elementos e ideas preexistentes en una realidad común, realidad de la cual la personalidad artística escogerá alguna parte a ensalzar o intensificar y la personalidad científica recopilará y usará aquello que le parezca relevante de analizar. Siendo así, creo lógico pensar que la historia de las ciencias y las técnicas tienen mucho que decir en este campo, al igual que la historia del arte y el diseño. Ante las nuevas perspectivas que se están vislumbrando en los estudios universitarios, en su mayoría vinculando de forma obsesiva su supervivencia con el beneficio social únicamente a través de su capacidad de generación de crecimiento económico, la incursión en los planes de estudio de asignaturas relacionadas tanto con la creatividad como con la innovación comienza a ser patente. Aunque es ciertamente criticable el intento de apropiación de la innovación y la creatividad por parte de los sectores empresariales y financieros, también es cierto que muchos grados universitarios y los profesionales

que éstos generan se beneficiarían con la inclusión en sus planes de estudios de contenidos relacionados de forma abierta con la innovación y la creatividad. Si es posible, claro está, con una innovación en la cual no sólo sea importante el generar un valor económico, pues también parece necesario difundir en la sociedad actual otro tipo de valores como pueden ser la solidaridad o la sostenibilidad.

Los historiadores e historiadoras de las ciencias y de las técnicas estamos en una situación de privilegio a la hora de participar en hipotéticas asignaturas orientadas al fomento de la creatividad y la innovación. Conviene ser proactivos en esta cuestión y, si así se considera, buscar alianzas con otros ámbitos, de forma significativa con la historia de las artes y el diseño. Si en décadas pasadas la justificación de la inclusión de la historia de las ciencias y de las técnicas como contenidos parciales o como asignaturas dentro de diferentes planes de estudio pasaba por ligarla con la comprensión de la ciencia actual, ahora podemos ir más lejos y también relacionar la necesidad de nuestra disciplina con la comprensión y ejercicio de la creatividad y la innovación. Esto abre la posibilidad a propuestas novedosas ya sea en grados de ciencias y tecnologías como dentro de estudios de arte y diseño. Incluso, por qué no, aplicar el mismo razonamiento para diseñar actividades transdisciplinares en el bachillerato y etapas educativas anteriores.

La experiencia en la Escola Massana

Quienes nos dedicamos a la historia de las ciencias y de las técnicas tenemos presente la compleja hibridación que en diferentes épocas ha existido entre las prácticas científica y tecnológica y la artística, desde influencias mutuas o incursiones en una y otra dirección a cuestiones que abarcan ambas áreas de conocimiento o las atraviesan: son los estudios de arte y ciencia en la historia, que desde hace un par de décadas han adquirido una fuerte inercia dentro de nuestra disciplina. Tampoco son temas ignorados dentro de la historia del arte y el diseño, lo que posibilitó la inclusión de este tipo de contenidos en los estudios de artes y diseño de la Escola Massana. La experiencia comenzó cuando me hice cargo de la asignatura Fundamentos Científicos, que formaba parte del antiguo graduado de Artes y Diseño, unos estudios que se extinguían aquel mismo año para dar paso al nuevo grado ajustado al Plan Bolonia. Ya en el curso siguiente, me encargué de las dos asignaturas del grado de Artes y Diseño herederas de aquella del graduado: las actuales Materiales y Procedimientos y Laboratorio de Materiales.

Dentro del plan de estudios, la asignatura Materiales y Procedimientos corresponde al segundo curso del grado, mientras que Laboratorio de Materiales es su continuación en el tercer curso. En ambas he seguido manteniendo la consigna inicial que los responsables del plan de estudios me sugirieron: evitar en lo posible el contenido matemático dado el desconocimiento por parte del alumnado. Así que me encontré en la circunstancia de que, siendo físico de formación, debía impartir dos asignaturas sobre materiales y su manipulación sin recurrir a las matemáticas. ¿Cómo explicar las deformaciones mecánicas de diferentes materiales? ¿Cómo explicar propiedades eléctricas, magnéticas u ópticas? Cuestiones así pueden ser importantes para el quehacer del artista o diseñador y la solución que encontré para poder transmitir este tipo de conocimiento fue recurrir, por un lado, a la historia de las ciencias, las técnicas y las artes; por el otro, a los talleres disponibles en la escuela.

Como todo centro dedicado a la enseñanza de las artes y el diseño, la Escola Massana dispone de diferentes talleres llamados de recursos: cerámica, joyería, metal, madera, vidrio, impresión, etc. Todos ellos están equipados con los instrumentos tradicionales de cada ámbito: hornos, sierras, tornos, tintas... pero no disponen de ningún tipo de instrumento de medida de precisión como podríamos encontrar en cualquier laboratorio. Son, lógicamente, talleres que delimitan el espacio de trabajo del artista, el diseñador y el artesano, en buena parte un trabajo empírico que es el que el alumnado está acostumbrado a desarrollar y que asocia fuertemente con el proceder artístico. Con la inestimable ayuda de las personas responsables de los talleres, decidí que los alumnos y alumnas debían pasar por todos los talleres de forma que en ellos pudieran conocer y practicar con los materiales y técnicas propios de cada taller. Esta es la parte práctica pero pautada y supervisada de la asignatura, la que corresponde al trabajo autónomo del estudiante.

En las horas lectivas y dirigidas no tenía sentido pedagógico hacer una descripción de numerosos materiales y técnicas, aunque sólo fuera de forma cualitativa. En cambio, diseñé el programa como un recorrido temporal, desde la prehistoria hasta la actualidad, que tiene como eje fundamental la forma en que la humanidad ha entendido y explicado la materia, su comportamiento y su transformación, un recorrido basado en la historia de las ciencias y de las técnicas donde destaca la capacidad creativa de las personas. En cada etapa, por así decirlo, de este viaje, me detengo en explicar la situación filosófico-científica respecto de la materia y señalo aspectos importantes en relación a lo que llamé grupos representativos de materiales: cerámica, madera, metal, pigmentos, piedra, tejidos, sintéticos y luz. Igualmente cada etapa permite analizar con algo de detenimiento alguna de las propiedades fundamentales de los materiales así como las diferentes técnicas para el trabajo y procesado de estos. Insisto con frecuencia en que existen diferentes materiales dentro de los grupos representativos, lo que me permite añadir otro elemento transversal a todo el programa: la búsqueda de información en Internet y en bibliotecas sobre las características concretas de un material en particular y el uso de programas de software específicos para la selección de materiales. Trato de orientar a los alumnos a la hora de buscar información, de filtrarla y de procesarla, con lo que son sus propios intereses respecto de los materiales los que guían su trabajo a la hora de profundizar, en ocasiones a través de requerimientos de las demás asignaturas que cursan. Por último, en el recorrido histórico del programa utilizo los resultados de la historiografía más reciente sobre las ciencias y artes. En cada tema se comentan casos prácticos del mundo del arte y del diseño, artistas de cada época que utilizaron un material concreto, usaron una nueva técnica o se inspiraron en la ciencia y la tecnología de su tiempo.

Conclusiones

La evaluación de la experiencia relatada presenta dos facetas: las impresiones de los alumnos y las del equipo docente del centro. Respecto a lo primero, las encuestas anónimas que rellenan cada curso los estudiantes arrojan una valoración media superior al 8 sobre 10. En numerosos comentarios reflejan la sorpresa positiva que ha supuesto este tipo de acercamiento a los materiales y a la historia de la ciencia y el arte. También se ha comprobado cómo algunos alumnos se vuelven conscientes de la importancia de las expresiones matemáticas en el tratamiento las propiedades y procesos de los materiales, cosa que podría ocurrir porque llegan a la perspectiva más científica de los materiales después de haber escogido aquellos que por una u otra razón desean utilizar.

Desde el punto de vista del centro y dada la valoración por parte del alumnado, la experiencia se considera exitosa y continúa en marcha. Pero existen otros indicios del beneficio que supone el acercamiento a los materiales descrito, como son las incipientes carreras artísticas de algunos antiguos alumnos o la creación de nuevos colectivos artísticos profundamente interesados en la tecnología actual y en los aspectos más filosóficos de la explicación científica de la realidad. Una realidad contemporánea fuertemente mediada por la ciencia y la tecnología, en la que vive, con mirada atenta, el artista.

Bibliografía

ARES, J. A. (2007) *El metal: técnicas de conformado, forja y soldadura*. Barcelona, Parramón.

ASHBY, M., JOHNSON, K. (2002) *Materials and Design. The Art and Science of Material Selection in Product Design*. Oxford, Elsevier.

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE TÉCNICOS CERÁMICOS (2004) *Tecnología cerámica aplicada*. Castellón de La Plana, Faenza.

DELAMARE F. (2000) *Los Materiales del color: historia de los pigmentos y colorantes*. Barcelona, Ediciones B.

HUMMEL, R. E. (1998) *Understanding materials science: history, properties, applications*. New York, Springer.

MALTESE, C. (coord.) (1980) *Las técnicas artísticas*. Madrid, Cátedra.

MANGONON, P. L. (2001) *Ciencia de materiales: selección y diseño*. México, Prentice Hall.
MAYER, R. (1993) *Materiales y técnicas de arte*. Tursen, Herman Blume.
PEDROLA, A. (2004) *Materiales, procedimientos y técnicas pictóricas*. Barcelona, Ariel.
TRIBE, M. (2006) *Arte y nuevas tecnologías*. Barcelona, Taschen.

BLANCO ABELLÁN, M. (coord.) (2014) *Enseñanza e Historia de las Ciencias y de las Técnicas: Orientación, Metodologías y Perspectivas.* Barcelona, SEHCYT, p. 235.

LA HISTORIA DE LAS MATRONAS EN LA FORMACIÓN DE LAS MATRONAS EN ESPAÑA

Dolores RUIZ-BERDÚN
Unidad Docente de Matronas de Madrid, E.U.E. Cruz Roja de Madrid

Resumen

No es muy conocido, hasta hoy en día, el tratamiento que se dio a la historia de las matronas en los textos editados en España para la instrucción específica de las aspirantes a ejercer esta antigua profesión sanitaria. Textos, como por ejemplo el de Juan de Navas, que no podían obviar el papel que la mujer ha jugado a lo largo del tiempo en la asistencia al parto. El hecho de que a mediados del siglo XX la formación de matrona dejase de ser una carrera independiente y se transformase en una especialidad de la enfermería propició que los contenidos de su historia quedasen diluidos dentro de la diplomatura primero y del grado después, de dichos estudios de enfermería. Entre los objetivos de la presente comunicación están: repasar el tratamiento que la historia de la profesión ha merecido en los textos editados en España para la enseñanza de las matronas antes de transformarse en una especialidad de enfermería; dar a conocer en qué punto se encuentra la enseñanza de la historia de las matronas en las Unidades Docentes donde se imparte esta especialidad, su peso dentro del programa formativo y cuáles son los textos de referencia que se utilizan para impartirla; y, por último, valorar las referencias a la historia de las matronas que podemos encontrar en otros cursos y textos de contenido histórico y/o sanitario.

Abstract

Even today not much is known about the portrayal of the history of midwives in texts published in Spain for students who wish to practice this ancient healthcare profession. Texts such as Juan de Navas could not ignore the role that women have played over time in midwifery. The fact that in the mid-twentieth century midwife training ceased to be an independent career and became a specialty of nursing meant that the contents of its history were diluted within these nursing studies. The objectives of this paper are to review the portrayal of the history of the profession in texts published in Spain for teaching midwives before they become nursing specialists; to give an overview of the teaching of the history of midwives in Teaching Units where this specialty is offered, its weight in the training program and what the reference texts are used to teach it, and, finally, to evaluate the references to the history of midwives found in other courses and texts of historical and/ or health content.

Palabras clave: formación de las matronas, historia de las matronas

Keywords: Teaching of midwives, History of midwives

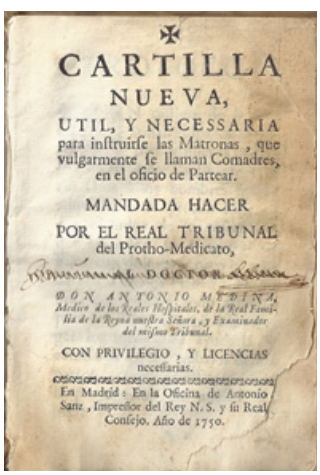
Introducción

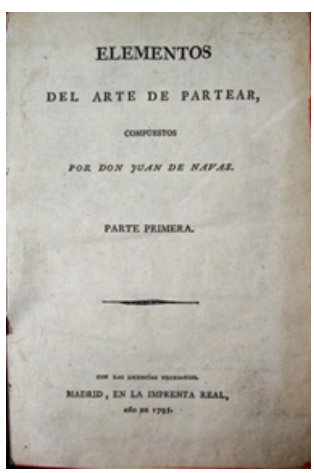
Atender el parto de otras mujeres de la comunidad fue uno de los oficios más antiguos al que accedieron las mujeres desde épocas remotas. Por este motivo podemos encontrar referencias a esta profesión con cualquiera de sus denominaciones en documentos tan antiguos como la Biblia. Las matronas fueron las primeras mujeres que pudieron acceder a unos estudios reglados en España en el siglo XVIII. Aunque los cirujanos ya se habían introducido con fuerza en el campo de la Obstetricia, la asistencia de las matronas a los partos se consideraba imprescindible por cuestiones relacionadas con el género.

La historia de las matronas en los textos para su formación

Uno de nuestros objetivos al elaborar este trabajo era conocer en qué momento se incorporaron los contenidos de historia a la enseñanza reglada de las matronas. Para ello se han analizado algunos de los textos más famosos utilizados históricamente para su formación. Aunque la enseñanza reglada de estas profesionales no se inició en España hasta finales del siglo XVIII, en algún texto de fechas anteriores que se utilizaba para su educación informal aparecen ya referencias históricas. Es el caso de la *Cartilla nueva, útil y necessaria para instruirse las Matronas, que vulgarmente se llaman Comadres, en el oficio de partear*, que el Real Tribunal del Protomedicato encargó redactar a Antonio Medina [MEDINA, A. (1750)]. En el texto de Antonio Medina (figura 1) se introducen algunos datos históricos sobre la profesión, entre los que figura, como no, una referencia a los orígenes remotos de esta:

> «De estas [las matronas], aunque no es fácil averiguar su origen, no se debe dudar, que su necesidad tiene casi igual antigüedad á la del mundo».


CARTILLA
NUEVA,
UTIL, Y NECESSARIA
para instruirse las Matronas, que vulgarmente se llaman Comadres, en el oficio de Partear.
MANDADA HACER
POR EL REAL TRIBUNAL
del Protho-Medicato,
DON ANTONIO MEDINA,
CON PRIVILEGIO, Y LICENCIAS necessarias.
En Madrid: En la Oficina de Antonio Sanz, Impressor del Rey N. S. y su Real Consejo. Año de 1750.


ELEMENTOS
DEL ARTE DE PARTEAR,
COMPUESTOS
POR DON JUAN DE NAVAS.
PARTE PRIMERA.
MADRID, EN LA IMPRENTA REAL,

Figuras 1 y 2: Dos de los libros utilizados durante el siglo XVIII para la enseñanza de las matronas en España.

Pero tal vez el texto que recoge más extensamente una revisión histórica tanto sobre las matronas como sobre la Obstetricia es el texto de Juan de Navas: *Elementos del Arte de Partear*, publicado en Madrid por primera vez en 1795 (figura 2) [NAVAS, J. (1795)].

En el *Programa de Obstetricia práctica aprobado por el Real Consejo de Instrucción Pública para los exámenes de las matronas*, redactado por Francisco Viñals Torrero en 1889 [VIÑALS TORRERO, F. (1889)], nuevamente aparecen las referencias a la historia de la profesión en la que el autor reflexiona sobre la pérdida de poder e importancia que habían experimentado las matronas a lo largo de la historia.

La enseñanza de la historia de las matronas en la actualidad

En la actualidad en España, para ser matrona, hay que cursar en primer lugar el grado de Enfermería y aprobar un examen de acceso a la especialidad de Enfermería Obstétrico-Ginecológica (Matrona). Dicha especialidad tiene otros dos años de duración durante los cuales las residentes adquieren las competencias prácticas y teóricas entre las que se encuentran los conocimientos sobre la historia de la profesión. Hasta hace poco la formación se realizaba exclusivamente en Unidades Docentes específicas para matronas, pero en la actualidad se tiende a implantar el modelo formación en Unidades Docentes multiprofesionales.

Para saber que conocimientos adquieren las futuras matronas sobre la historia de la profesión se ha diseñado un sencillo cuestionario que se ha enviado posteriormente a todas las Unidades Docentes donde se forman matronas y que están distribuidas por el territorio nacional. En total se enviaron 31 cuestionarios por correo electrónico de los cuales se recibieron cumplimentados 18 (tabla 1).

Nombre de la Unidad Docente de matronas	Cuestionarios enviados	Cuestionarios cumplimentados
UD de Madrid-Hospital “La Paz”	SI	SI
UD de Madrid-Hospital “Gregorio Marañón”	SI	NO
UD de Toledo	SI	NO
UD de Cuenca	SI	NO
UD de Alcázar de San Juan (Ciudad Real)	SI	SI
UD de Málaga	SI	SI
UD de Granada	SI	NO
UD de Almería	SI	SI
UD de Cádiz	SI	NO
UD de Córdoba-Jaén	SI	NO
UD de Sevilla	SI	SI
UD de Albacete	SI	NO
UD de Murcia	SI	NO
UD de la Comunidad Valenciana	SI	SI
UD de Cataluña	SI	SI
UD de Navarra	SI	SI
UD del País Vasco	SI	NO
UD de Cantabria	SI	SI
UD de Asturias	SI	SI
UD de Galicia	SI	SI
UD de Valladolid	SI	NO
UD de Aragón	SI	SI
UD de Extremadura	SI	SI
UD de Ávila	SI	NO
UD de Salamanca	SI	NO
UD de Logroño	SI	SI
UD de las islas Baleares	SI	SI
UD de las Palmas de Gran Canaria	SI	SI

Nombre de la Unidad Docente de matronas	Cuestionarios enviados	Cuestionarios cumplimentados
UD de Santa Cruz de Tenerife	SI	SI
UD de la ciudad autónoma de Melilla	SI	SI
UD de la ciudad autónoma de Ceuta	NO*	NO

Tabla 1: Relación de Unidades Docentes donde se forman matronas en el momento de realizar el estudio, especificando cuales fueron los que cumplimentaron el cuestionario. *En el caso de la Unidad Docente de la ciudad autónoma de Ceuta no se consiguió averiguar la dirección de correo electrónico del resposable.

Con este cuestionario se ha pretendido conocer el número de horas que se emplean en cada Unidad para impartir la materia de Historia de las matronas, el curso en el cual se imparte y la bibliografía utilizada para ello. También se incluyó una pregunta abierta relativa al interés que muestran las residentes por la historia de su profesión.

Hay mucha variabilidad en cuanto al número de horas que cada una de las unidades dedica a la impartición de contenidos de historia. Desde un seminario de dos horas que se incluye en algunas unidades hasta un máximo de 20 horas en una de ellas. En la figura 3 podemos ver dicha distribución. La media es de 5,1 horas. En algunos casos, concretamente en aquellas Unidades donde más carga lectiva tienen los contenidos de historia, se incluyó la información adicional de que la profesora que impartía la materia era, además de matrona, licenciada en Historia o en Humanidades.

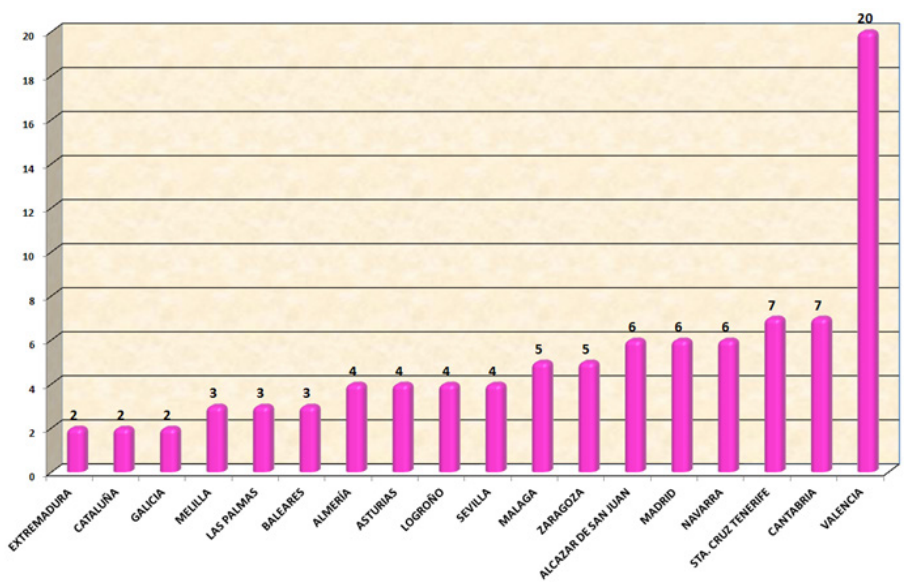


Figura 3: Número de horas dedicado a la materia de Historia de las matronas de las Unidades Docentes que cumplimentaron el cuestionario.

Tampoco existe unanimidad en cuanto al curso durante el cual se imparten los contenidos. En la mitad de las unidades docentes que contestaron los contenidos se imparten en segundo curso, y en casi la otra mitad, ocho de ellas, en primero. Uno de los cuestionarios devueltos no contestó a este ítem. En la mayoría de los estudios los contenidos de historia se imparten en el primer año de formación, aunque siempre está latente el eterno debate sobre en qué curso sería más conveniente incorporarlos.

Con respecto a la pregunta abierta sobre el interés que muestran los residentes en la Historia de la profesión, existe cierta concordancia en considerar que el interés de estos es relativo con respecto a otras materias de carácter más práctico.

El análisis de la bibliografía

En cuanto a la bibliografía utilizada para impartir la Historia de las matronas, podemos afirmar que existe una amplia variedad de fuentes. Algunas Unidades utilizan algunos tratados antiguos, como los que hemos mencionado al inicio de la comunicación, que fueron usados para la formación de las matronas en los siglos precedentes. Aunque pueden ser una valiosa fuente de información, por regla general, están escritas por autores masculinos y esto contribuye a la invisibilidad de la figura de la matrona dentro de la Historia de la Obstetricia.

También se utilizan monografías contemporáneas que se caracterizan por abarcar la historia de las matronas en general, o incluso centrada en otros países y no de manera específica en España. Pero esto tiene su explicación ya que según nuestros datos, a día de hoy, no se ha publicado ninguna monografía al respecto. La figura de la matrona solo aparecía hasta fechas recientes de manera accidental en libros sobre la Historia de la Obstetricia o de la Medicina, como en algunos libros de Luis Granjel [GRANJEL, LUIS S. (1978), p. 61-75]. Esta falta de interés sobre la figura histórica de la matrona en España queda reflejada en esta frase de Manuel Usandizaga [USANDIZAGA, M. (s.a.), p. 213]:

> Es de señalar que en España en aquellos tiempos [siglos XVIII-XIX] las comadronas no tenían ninguna importancia científica, en contraposición de lo que sucedía en Francia y Alemania. No es sólo que no tengamos figuras de gran prestigio y que no haya libro alguno publicado por ellas, sino que casi ni se conserva el nombre de ninguna de ellas.

Sin embargo, desde la última década del siglo XX, diversos autores entre los que destaca Teresa Ortiz se han ocupado de rescatar parte de esta historia, bien en forma de artículos de revistas científicas, o bien como capítulos de libros dedicados a la Historia de las mujeres. Muchas de estas publicaciones, que son cada vez más numerosas, se incluyen entre la bibliografía utilizada en la diferentes Unidades Docentes.

Manuel Usandizaga [USANDIZAGA, M. (s.a.), p. VII] también comentaba que a mediados del siglo XX no existía en España ninguna obra consagrada exclusivamente a la Historia de la Ginecología y la Obstetricia en nuestro país, cuestión que ha sido resuelta por el propio autor y por otros posteriores. Sin embargo, aún no existe en la actualidad ningún libro que aborde la Historia de las matronas en España de manera exclusiva, problema que esperamos ver resuelto en los próximos años.

Por otro lado las unidades docentes multiprofesionales de Obstetricia y Ginecología se centran en la formación a base de sesiones clínicas, en detrimento de las materias de antropología, historia y sexualidad. Esto podría suponer que, a la larga, los contenidos de historia de las matronas fuesen desapareciendo de la formación, con el riesgo añadido de pérdida de la conciencia histórica de los nuevos profesionales. Apelo a los compañeros docentes para que luchen, cada uno en la medida de sus fuerzas y que no se produzca esta desaparición. Si bien, los resultados no los podremos comprobar hasta dentro de unos años.

Bibliografía

GRANJEL, LUIS S. (1978) *La Medicina española en el siglo XVII*. Salamanca: ediciones de la Universidad de Salamanca.

MEDINA, A. (1750) *Cartilla nueva útil, y necessaria para instruirse las Matronas, que vulgarmente se llaman Comadres, en el oficio de partear*. Madrid: en la oficina de Antonio Sanz.

NAVAS, J. (1795) *Elementos del Arte de Partear.* Madrid: en la Imprenta Real.

USANDIZAGA, M. (s.a.) *Historia de la Obstetricia y la Ginecología en España*. Barcelona: Editorial Labor.

VIÑALS TORRERO, F. (1889) *Programa de Obstetricia práctica aprobado por el Real Consejo de Instrucción Pública para los exámenes de las matronas*. Madrid: establecimiento tipográfico de E. Cuesta, a cargo de J. Giráldez.

BLANCO ABELLÁN, M. (coord.) (2014) *Enseñanza e Historia de las Ciencias y de las Técnicas: Orientación, Metodologías y Perspectivas.* Barcelona, SEHCYT, p. 241.

PROYECTOS FIN DE CARRERA SOBRE TEMAS DE HISTORIA DE LA TÉCNICA Y DE LA INDUSTRIALIZACIÓN EN LA ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL (1999-2009)

Fernando VEA MUNIESA
Mª Ángeles VELAMAZÁN GIMENO
Universidad de Zaragoza

Resumen

En la Convocatoria de Junio de 1999 se defendían los dos primeros proyectos fin de carrera (PFC) sobre Historia de la Técnica y de la Industrialización en la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de Zaragoza. Hasta la misma convocatoria de 2009, se defendieron un total de 55 PFC. Estos diez años de trabajos académicos se analizan en su temática, en la participación de profesores de otros departamentos universitarios (tanto en la codirección como en la participación en los tribunales evaluadores), …

Abstract

In June 1999, they defended the first two academic final works (PFC) on the History of Technology and Industrialization in the University School of Industrial Engineering of Zaragoza. Until June 2009, they defended a total of 55 PFC. These ten years of academic papers are analyzed in his subjects, in the participation of teachers from other university departments (in the co-direction and participation in court evaluators), ...

Palabras clave: Enseñanza, Historia, Técnica, Universidad, España.

Keywords: Education, History, Technology, University, Spain.

Antecedentes

Antes de entrar en el desarrollo de los diez años de proyectos fin de carrera realizados en la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de Zaragoza se ha considerado conveniente exponer los distintos momentos en que se realizó la presentación a la comunidad científica del tema objeto de este trabajo

Así, cuando en la revista *LLULL* de 1999 [22(44), 511-514] aparecía una *nota*, en la que se daba cuenta de los dos primeros proyectos fin de carrera (PFC) defendidos en la EUITIZ sobre temas de Historia de la Ciencia y de la Técnica, terminaba un proceso y comenzaba un nuevo camino.

En la trayectoria de estos trabajos se incluía la necesidad de presentarlos a la comunidad científica. En Diciembre de 2000, en Caspe (Zaragoza), tras un primer año de realización de PFC, se hizo una primera reflexión sobre lo que suponía este tipo de trabajos para el conocimiento de la técnica y la industrialización en Aragón.

Posteriormente, en el IX Congreso de la SEHCYT, celebrado en Cádiz en Septiembre de 2005, se presentó un trabajo en el que se mostraba una de las líneas de trabajo de los PFC: La conservación y difusión del patrimonio técnico e industrial en Aragón.

En la presente aportación, se quieren mostrar las diferentes áreas de trabajo, en las que se han realizado PFC, las vinculaciones con otros departamentos a través de la codirección de algunos y de la participación en los tribunales evaluadores de otros.

Marco académico y primeros pasos

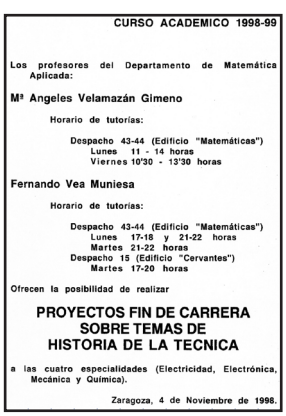
Para que, en la Convocatoria de Junio de 1999 se defendieran los dos primeros PFC, se tuvieron que realizar diversas gestiones académicas y hubo que superar el recelo a la temática de la nueva línea de proyectos fin de carrera.

La *Normativa Básica de Proyectos Fin de Carrera* en la Universidad de Zaragoza fue aprobada por Junta de Gobierno de 16 de Diciembre de 1996; pero dejaba en manos de los centros el desarrollo de la misma.

Así, en la *Normativa de Proyectos Fin de Carrera* de la EUITIZ, en su punto primero señala la posibilidad de realizar PFC de tipo A (proyecto técnico con la estructura y forma normalizadas) y de tipo B:

> Con un contenido más libre, pudiendo ser estudios técnicos, estudios económicos, estudios sobre la gestión de calidad, elaboración y aplicación de programas informáticos, investigación, peritaciones, etc.

A pesar de la amplitud temática de los PFC de tipo B, para evitar problemas a los alumnos que optaran por esta nueva temática de Historia de la Técnica y de la Industrialización, resultaba obligado contar con los pronunciamientos favorables de distintas instancias académicas.



CURSO ACADEMICO 1998-99

Los profesores del Departamento de Matemática Aplicada:

Mª Angeles Velamazán Gimeno

Horario de tutorías:

Despacho 43-44 (Edificio "Matemáticas")
Lunes 11 - 14 horas
Viernes 10'30 - 13'30 horas

Fernando Vea Muniesa

Horario de tutorías:

Despacho 43-44 (Edificio "Matemáticas")
Lunes 17-18 y 21-22 horas
Martes 21-22 horas
Despacho 15 (Edificio "Cervantes")
Martes 17-20 horas

Ofrecen la posibilidad de realizar

PROYECTOS FIN DE CARRERA SOBRE TEMAS DE HISTORIA DE LA TECNICA

a las cuatro especialidades (Electricidad, Electrónica, Mecánica y Química).

Zaragoza, 4 de Noviembre de 1998.

Primer Anuncio de PFC sobre temas de Historia de la Técnica

Durante el curso 1997-1998 se realizaron gestiones académicas con José Manuel Correas Dobato, director de Departamento de Matemática Aplicada y coordinador del mismo en la EUITIZ, que apoyó el hecho de que dos profesores asociados del departamento quisieran dirigir PFC; con Vicente Fernández Escarpín, presidente de la Comisión de Docencia de la EUITIZ y co-coordinador de la especialidad de Electrónica Industrial, que avaló la posibilidad de la temática dentro de los PFC de tipo B; de Mª Dolores Mariscal Sasot, subdirectora de Ordenación Académica y presidenta de la Comisión de PFC de la EUITIZ, que mostró su aprobación a dichos PFC; y, finalmente, Juan José Cubero Marín, director de la EUITIZ, que no sólo defendió los PFC en Historia de la Técnica y de la Industrialización, sino que ha participado en varios tribunales de evaluación de los mismos.

A comienzos del curso siguiente, 1998-99, apareció la primera oferta de dirección de PFC sobre temas de Historia de la Técnica, dirigida a los alumnos de las cuatro especialidades de Ingeniería Técnica que se impartían (Electricidad, Electrónica, Mecánica y Química).

Los dos PFC pioneros y la trayectoria de diez años

Aunque el contenido de los dos primeros PFC está desarrollado en la revista *LLULL*, señalada anteriormente, merecen reseñarse tanto por el hito educativo que marcan como por ser unos trabajos que mezclan la recopilación de información con la investigación. Sus títulos y sus autores, *Un paseo por el tiempo.*

Del Paraninfo al Actur. Historia de la Escuela (1895-1999) de Oscar Erdociain Martín y *Aproximación a la historia de los motores eléctricos. Los motores eléctricos en la industria de Zaragoza (1923-1936)* de Francisco Javier Bandrés Soria, marcaron las primeras huellas en el camino de los PFC de Historia de la Técnica y de la Industrialización.

Tras estos dos PFC se defendieron 53 más a lo largo de los diez años siguientes, en los que la dirección o codirección de los mismos corrió a cargo de alguno de los dos autores de este trabajo.

DIRECCIÓN / CODIRECCIÓN DE PFC	
Mª Ángeles Velamazán Gimeno	7
Fernando Vea Muniesa	23
Mª Ángeles Velamazán / Fernando Vea	17
Fernando Vea Muniesa / Otros	8
Total PFC defendidos (1999-2009)	55

Las ocho codirecciones se reparten entre los departamentos de Ingeniería Eléctrica (1), Ingeniería Mecánica (1), Métodos Estadísticos (1), Informática e Ingeniería de Sistemas (3), Ingeniería Electrónica y Comunicaciones (1) e Ingeniería de Diseño y Fabricación (1).

La participación de los departamentos con docencia en la EUITIZ en los PFC sobre Historia de la Técnica y de la Industrialización también se ha venido plasmando en la participación de profesores en los tribunales evaluadores de los mismos.

DEPARTAMENTO	Nº profesores	Nº tribunales
Ingeniería Eléctrica	9	17
Ingeniería de Diseño y Fabricación	4	5
Informática e Ingeniería de Sistemas	3	12
Ingeniería Mecánica	3	6
Matemática Aplicada	2	2
Métodos Estadísticos	1	24
Historia del Arte	1	7
Física Aplicada	1	2
Ingeniería Electrónica y Comunicaciones	1	1
Ing. Química y Tecnología del Medio Ambiente	1	1
Dirección y Organización de Empresas	1	1
TOTAL	27	78

En esta colaboración, es de justicia resaltar el trabajo desarrollado por dos profesoras: Belén Sánchez-Valverde García del Departamento de Métodos Estadísticos, que, gracias a su formación como Doctora Ingeniero Industrial, ha participado en 24 tribunales, además de una codirección en el periodo 1999-2009, y Pilar Ferrer López del Departamento de Informática e Ingeniería de Sistemas, de formación pluridisciplinar y especializada en aplicaciones informáticas, que ha participado en 10 tribunales y dos codirecciones en el periodo de análisis.

Las calificaciones obtenidas en estos 55 PFC han sido 4 aprobados, 18 notables, 28 sobresalientes y 5 matrículas de honor, que permiten hacer una valoración positiva del trabajo realizado por los alumnos y del interés que los temas abordados han despertado en ellos.

Precisamente, en relación con la temática abordada en estos 55 PFC, hay que señalar la gran variedad de la misma, que obliga a resumirla englobando los trabajos en grandes áreas.

CLASIFICACIÓN TEMÁTICA DE LOS PFC	
INSTITUCIONALIZACIÓN DE LA CIENCIA Y DE LA TÉCNICA	4
HISTORIA DE LA TÉCNICA Y DE LA INDUSTRIALIZACIÓN	2
HISTORIA DE LA TÉCNICA (8 de ellos en formato Multimedia)	14
HISTORIA DE LA INDUSTRIALIZACIÓN (3 de ellos en formato Multimedia)	11
ENERGÍAS (1 de ellos en formato Multimedia)	7
ARQUEOLOGÍA INDUSTRIAL (PATRIMONIO) (8 de ellos en formato Multimedia)	11
PERSONAJES	1
OTROS	5

Como puede observarse, veinte de los 55 PFC se han elaborado en formato CD/DVD interactivo, en la mayoría de los casos orientados a la divulgación de la Historia de la Técnica y de la Industrialización (Historia de las Telecomunicaciones, Historia de la Tracción Eléctrica –Ferrocarril-, Historia de la Electricidad, Historia de la Informática, Historia de la Televisión, Historia de la Transmisión de Datos, Historia y Tecnología de la Música Electrónica, La Energía Solar y su implantación en Aragón, Historia de la Moto, Historia de Pikolín, Historia de Empresas Aragonesas); si bien hay que tener en cuenta los orientados a la conservación virtual del patrimonio tecnológico (arqueología industrial, obras públicas, producción artesanal, …) en comarcas aragonesas (Somontano, Sobrarbe, Ribagorza, Matarraña, Andorra-Sierra de Arcos, Jiloca, Ribera Baja del Ebro) o de dos zonas de la provincia de Soria.

Un tema, que atrae especialmente a los alumnos, es el de la energía; así, además del relativo a la energía solar en Aragón, se han desarrollado PFC sobre la progresiva implantación de la energía eólica en Aragón, Navarra y Soria y, también, relacionando las energías renovables con la conservación del medio ambiente y, en particular, con el agua. Pero también se han realizado otros sobre la evolución tecnológica de la energía nuclear, sobre la energía hidráulica en Aragón o sobre la evolución de la producción y del consumo de energía eléctrica en la comunidad aragonesa.

Otro aspecto a resaltar es la especialidad de la que procedían los alumnos que realizaron los PFC. Así, mientras en los cursos 1998-99 y 1999-2000, de los seis PFC defendidos, cuatro eran de alumnos de Ingeniería Técnica Mecánica, uno de Ingeniería Técnica Eléctrica y uno de Ingeniería Técnica en Electrónica; a partir del curso 2000-2001, año en que comenzó a impartirse la asignatura de Historia de la Técnica, con gran mayoría de alumnos de Electrónica, los 49 PFC restantes se repartieron en cuatro alumnos de la especialidad mecánica, tres de la eléctrica y 42 de Electrónica, cuyo elevado número está claramente vinculado con dicha asignatura.

A modo de conclusión

En el periodo de Junio de 1999 a Junio de 2009, se han defendido 55 PFC, correspondientes a cuatro alumnos de Ingeniería Técnica Eléctrica, ocho de Ingeniería Técnica Mecánica y 43 de Ingeniería Técnica en Electrónica, donde el elevado número de alumnos de esta última especialidad debe estar vinculado a la impartición de la asignatura de Historia de la Técnica.

Lo que ha sido posible gracias a la colaboración de profesores de otros departamentos universitarios con docencia en la EUITIZ tanto en las codirecciones (8, realizadas por 7 profesores) como en la participación en los tribunales de evaluación de los PFC (78 participaciones de 27 profesores pertenecientes a 11 departamentos).

En definitiva, el esfuerzo de los profesores y de los alumnos, que han participado en la dirección y elaboración de los mismos, ha permitido alcanzar el reconocimiento académico y convertirse en uno de los temas no-técnicos que más ha interesado a los alumnos para finalizar sus estudios. Muestra de ello es que,

cuando apenas quedan dos cursos para la extinción total del antiguo plan de estudios de Ingeniería Técnica (y con dos años sin impartir la asignatura de Historia de la Técnica), siguen acudiendo numerosos alumnos para solicitar un PFC en las líneas que se han mostrado en este trabajo. Quizás, queda para el momento final una valoración cualitativa y cuantitativa del trabajo realizado con la elaboración de PFC en Historia de la Ciencia y de la Técnica.

Bibliografía

VEA MUNIESA, Fernando (1999). "Proyectos Fin de Carrera sobre temas de Historia de la Ciencia y de la Técnica presentados en la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de la Universidad de Zaragoza. *Llull*, 22 (44), 511-514.

VEA MUNIESA, Fernando y VELAMAZÁN GIMENO, Mª Ángeles (2006). "Un proyecto de conservación y difusión del patrimonio técnico e industrial en Aragón". En: PÉREZ-BUSTAMANTE, J. A. y otros (Coords.). *Actas del IX Congreso de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas*. 2 tomos. Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas - Universidad de Cádiz - Real Instituto y Observatorio de la Armada. Cádiz, 2006, pp. 1219-1225.

VEA MUNIESA, Fernando y VELAMAZÁN GIMENO, Mª Ángeles (2007). "Estudios sobre Historia de la Técnica y de la Industrialización en la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial". En: UBIETO ARTETA, A. (Ed.). E*studios sobre Aragón en el umbral del siglo XXI. III Jornadas de Estudios sobre Aragón en el umbral del siglo XXI*. Formato CD. Instituto de Ciencias de la Educación - Universidad de Zaragoza. Zaragoza, pp.1223-1235.

BLANCO ABELLÁN, M. (coord.) (2014) *Enseñanza e Historia de las Ciencias y de las Técnicas: Orientación, Metodologías y Perspectivas.* Barcelona, SEHCYT, p. 247.

BALANCE DE LA ASIGNATURA *HISTORIA DE LA TÉCNICA* EN LA ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL (2000-2012)

Mª Ángeles VELAMAZÁN GIMENO
Fernando VEA MUNIESA
Universidad de Zaragoza

Resumen

Este trabajo contiene una valoración de los 12 cursos académicos (2000-2012), en que se ha impartido la asignatura de Historia de la Técnica en la Escuela Universitaria Ingeniería Técnica Industrial de Zaragoza (EUITIZ). Se expone su carácter multidisciplinar, no sólo en los programas, la metodología docente, la incorporación de las TIC, sino a través de las aportaciones de profesores de distintos departamentos universitarios de la EUITIZ.

Abstract

This paper contains a review of the 12 academic years (2000-2012), which has taught the subject for the History of Technology at the University School of Industrial Engineering of Zaragoza (EUITIZ). It exposes its multidisciplinary nature, not only in the contents, teaching methods, incorporation of ICT, but through the contributions of teachers from different university departments of EUITIZ.

Palabras clave: Enseñanza, Historia, Técnica.

Keywords: Education, History, Technology.

Introducción

La implantación del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) ha obligado en las universidades españolas a la elaboración de nuevos planes de estudios y, como consecuencia, a la extinción progresiva de los anteriores. En el caso de la Universidad de Zaragoza, los nuevos grados comenzaron a impartirse en el curso 2010-2011.

La desaparición de éstos ha supuesto la pérdida de la docencia de asignaturas como *Historia de la Técnica*, que venía impartiéndose desde comienzos del siglo XXI, en la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de Zaragoza. A hacer balance de más de una década en que se ha desarrollado la misma se dedica este trabajo.

Antecedentes

En el IV Simposio de Enseñanza e Historia de las Ciencias, celebrado en Puerto de la Cruz (Tenerife) entre el 2 y el 5 de Abril de 1991, Mª Ángeles Velamazán presentaba la situación de las asignaturas de Historia de la Ciencia y de la Técnica (de carácter voluntario y opcional) en la Universidad de Zaragoza:

> En esta comunicación se describe la experiencia de la enseñanza de las asignaturas de Historia de las Matemáticas, de Historia de la Ciencia y de Historia de la Técnica que se llevan a cabo en la Universidad de Zaragoza. La asignatura de Historia de las Matemáticas se inició en el curso académico 1986-87 y a ella tienen acceso los estudiantes de 2º ciclo de la Licenciatura de Matemáticas. Debido a la buena acogida de esta experiencia, tres años más tarde se inició la asignatura de Historia de la Ciencia a la que acceden los estudiantes del 1er ciclo de las licenciaturas de Física, Química y Geología. También en este año 1989-1990 se inició la asignatura de Historia de la Técnica [Tecnología] que se imparte en el sexto curso de la especialidad de Ingeniería Industrial.

Las dos primeras asignaturas fueron impartidas en la Facultad de Ciencias por Mariano Hormigón Blánquez y otros miembros del Seminario de Historia de la Ciencia y de la Técnica de Aragón; mientras que la docencia de la tercera corría a cargo del profesor Carlos Valero Ruiz (Departamento de Ingeniería de Diseño y de Fabricación) en el Centro Politécnico Superior (CPS).

La justificación de la asignatura

A partir de esta situación en la Facultad de Ciencias y en el CPS, un grupo de profesores y profesoras, todos de la EUITIZ, hizó el planteamiento de la asignatura de Historia de la Técnica. El punto de partida fue la consideración de que la Universidad, que contribuye al progreso de nuestra sociedad proporcionándole conocimientos, procedimientos y personas, está moralmente obligada a poner de manifiesto la dimensión cultural de la tecnología, sus ideales y sus valores, así como los peligros que comporta su desarrollo desligado de los intereses sociales y humanos de la mayoría.

Se hacía necesaria una visión integrada de las implicaciones culturales de la técnica, para que los alumnos puedan transmitirla a la sociedad. Nada más natural que el futuro tecnólogo conozca la historia de sus disciplinas y nada mejor, para los fines deseados, que la comprensión de unos conocimientos en los que confluyen la ciencia, la técnica, la sociedad, la cultura, las ideas, …

Tanto por los contenidos como por los puntos de vista para abordarlos, era imprescindible que la asignatura tuviese un carácter pluridisciplinar, lo que trasladó esa misma exigencia al profesorado, que debía pertenecer al abanico más amplio posible, tanto de participación de todos los departamentos que tienen docencia en la EUITIZ, como de implicación de las cinco especialidades de que constaba el centro.

Los primeros pasos

En la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de Zaragoza (EUITIZ), como suele ser habitual en este tipo de asignaturas, sus comienzos no fueron fáciles, impidiéndose que se aprobara como asignatura optativa (con reconocimiento de carga docente) y relegándola al papel de asignatura de libre elección (de propuesta departamental y sin reconocimiento de carga docente para los profesores que la impartían).

Su incorporación al listado de asignaturas de libre elección, dentro del Plan de estudios de Ingeniería Técnica en Electrónica Industrial (1991), que asignaba 27 créditos de este tipo sobre 267 totales del mismo, se produce como consecuencia de la propuesta de nuevas asignaturas de libre elección lanzada en la reunión de coordinación de Electrónica Industrial (24-6-1999). En la sesión de Junta de Gobierno de la Universidad de Zaragoza de 13 de Abril de 2000, se aprobó la asignatura de Historia de la Técnica y el curso académico 2000-2001 inició su andadura en la EUITIZ.

La estructura de la asignatura

El diseño oficial de la asignatura establecía seis temas a desarrollar a lo largo del curso en 60 horas de clase a razón de 2 horas semanales. La responsabilidad docente de la asignatura correspondió a la profesora Mª Ángeles Velamazán Gimeno del Departamento de Matemática Aplicada. El programa oficial de la asignatura era el siguiente:

Tema 1: La técnica en la Antigüedad. Primeras civilizaciones (6 horas).

Tema 2: La técnica en la Antigüedad. La Edad del Hierro. La sociedad clásica: Grecia y Roma (6 horas).

Tema 3: La técnica en la Edad Media (12 horas).

Tema 4: La evolución de la ciencia y la tecnología: la Revolución Científica y los inicios de la Revolución Industrial (12 horas).

Tema 5: La Revolución Industrial. Madurez (12 horas).

Tema 6: La Revolución Científico-Tecnológica actual (12 horas).

Sin embargo, el carácter multidisciplinar de la asignatura y el deseo de incorporar a profesores de otros departamentos en su docencia hicieron que la estructura real tuviera 30 horas dedicadas a mostrar una visión histórica global de la tecnología hasta el siglo XVII, que se correspondían aproximadamente con los cuatro primeros temas del programa oficial y que eran impartidas por la profesora Velamazán, y que las otras 30 horas lectivas fueran desarrolladas sobre temas concretos, a partir del siglo XVIII, por profesores de otros departamentos de la EUITIZ y por colaboradores externos, coordinados por la responsable de la asignatura.

Como muestra de los contenidos y de la participación de los distintos departamentos de las 30 horas del segundo cuatrimestre, puede verse la tabla de los desarrollados en el curso 2000-2001.

CURSO 2000-2001	
DEPARTAMENTO	**TEMA DE LA CLASE**
Matemática Aplicada	**La industria textil**
Física Aplicada	**La máquina de vapor**
Ingeniería Mecánica	**El ferrocarril**
	El motor de combustión interna
	Historia de la Mecánica (Construcción)
Química Analítica e Ingeniería Q. y TMA	**Historia de la Química y de su industria**
Ingeniería Eléctrica	**Historia de la Electricidad (1)**
	Historia de la Electricidad (2)
	Historia de la técnica fotográfica
Ingeniería de Diseño y Fabricación	***Raíces del Diseño y del Dibujo Industrial***
Ingeniería Electrónica y Comunicaciones	**Historia de la Electrónica**
	Historia de la Ingeniería de control
Informática e Ingeniería de Sistemas	**Historia de la Informática**

La propia dinámica de la asignatura hizo que algunas de las clases de este segundo cuatrimestre, en concreto las 4 indicadas en cursiva, no se impartieran durante los 12 cursos de docencia de la asignatura, y por el contrario, otras 2 señaladas también en cursivas en la tabla siguiente, se incorporaron a su temario. Basta comprobar los contenidos de los cursos 2000-01 y 2011-12 para comparar su evolución.

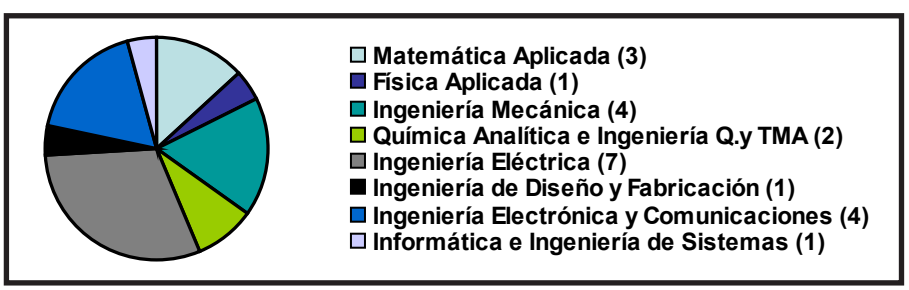
Estas sesiones se completaron con las impartidas por colaboradores externos que abordaron temas metodológicos: *¿Cómo realizar una completa búsqueda informática?; Pautas para la elaboración y la presentación de un trabajo en powerpoint*. Así como clases de temática concreta la mayoría de ellas impartidas

CURSO 2011-2012	
DEPARTAMENTO	**TEMA DE LA CLASE**
Matemática Aplicada	**La industria textil**
	Matemáticas e Ingeniería
Física Aplicada	**La máquina de vapor**
Ingeniería Mecánica	**El ferrocarril**
Química Analítica e Ingeniería Q. y TMA	**Historia de la Química y de su industria**
Ingeniería Eléctrica	**Historia de la Electricidad**
Ingeniería Electrónica y Comunicaciones	**Historia de la Electrónica**
	Historia de la Ingeniería de control
Informática e Ingeniería de Sistemas	**Historia de la Informática**
	Historia de Internet

en más de un curso: *Los oficios en la Edad Media; La ciencia y la técnica en la China tradicional; La construcción de las grandes pirámides de Egipto, …*

Así pues, además de los cinco colaboradores externos, en la docencia de la asignatura de Historia de la Técnica participaron 23 profesores de la EUITIZ, distribuidos por departamentos según el cuadro adjunto.

Junto a las clases, se realizaron actividades complementarias como **viajes** a: *Los telares de Monflorite* (Huesca), *La Ciudad de las Artes y las Ciencias* (Valencia), *Las neveras y La Casa y Museo de Goya en Fuendetodos* (Zaragoza), *Museo del Viento y Museo del Aceite en La Muela* (Zaragoza). **Visitas** a: *De mono a hombre. Cinco hitos en la evolución humana,* (Fundación "LaCaixa". Exposición itinerante), *El Museo Provincial* (Zaragoza), *Museo de la Cerveza La Zaragozana* (Zaragoza). Y **proyección de películas**: *En busca del fuego* (sobre la antigüedad), *Tiempos modernos*, de Charles Chaplin (sobre la industrialización), *Creadores de sombras* (sobre el debate ciencia/moral).



Profesores de Historia de la Técnica cursos 2000-2012

Los alumnos

Las dificultades para implantar la asignatura de Historia de la Técnica en la EUITIZ (aprobada cuando la asignatura de Historia de la Tecnología en el Centro Politécnico Superior ya llevaba más de 10 años impartiéndose) no han impedido que, a lo largo de estos años, numerosos alumnos hayan compartido con el profesorado la necesidad de adentrarse en el mundo de la historia de la ciencia y de la técnica.

El primer curso, como suele ocurrir con las novedades, no hubo muchos alumnos, apenas 19, que se decidieran por matricularse en una asignatura atípica dentro del plan de estudios de Ingeniería Técnica Industrial; pero los dos siguientes cursos, con 83 y 155 alumnos en dos grupos de docencia, motivaron la solicitud de *numerus clausus* para la asignatura, que se fijó en 50 alumnos por curso.

La razón de solicitar *numerus clausus* vino motivada por la sobrecarga docente que exigía dar la asignatura a dos grupos, sin que las horas de clase figuraran dentro del encargo docente del profesorado que las impartía, ya que las asignaturas de libre elección (o departamentales) no computan como dedicación del profesorado en la Universidad de Zaragoza.

En cuanto a la evaluación de la asignatura, se exigía una asistencia presencial mínima (que incluía la realización de test –y en algunos temas, desarrollos más completos de determinados aspectos planteados al alumno- y la participación en foros de trabajos) suponiendo el 75% de la calificación; mientras que el 25% restante se valoraba a través de un trabajo, realizado individualmente o por grupos de dos alumnos y expuesto en clase en PowerPoint.

EVOLUCIÓN Y CALIFICACIONES DE LOS ALUMNOS													
	2000-01	2001-02	2002-03	2003-04	2004-05	2005-06	2006-07	2007-08	2008-09	2009-10	2010-11	2011-12	TOTAL
Matriculados	19	83	155	50	58	34	36	11	8	12	31	29	526
		2 grup.	2 grup.	*Numerus clausus*									
No presentados	1	9	9	3	4	2	1	0	1	0	3	4	37
Aprobados	1	16	41	15	5	5	10	0	0	1	2	5	101
Notables	10	22	72	18	44	27	18	8	2	4	18	11	254
Sobresalientes	6	36	33	13	4	0	5	3	5	7	7	7	126
Matr. de Honor	1	0	0	1	1	0	2	0	0	0	1	2	8

Proyectos de innovación docente

Desde el curso 2008-2009 al último curso 2011-2012, en que se ha impartido la asignatura de Historia de la Técnica, se ha evolucionado en la metodología docente, pasando de la docencia tradicional a una docencia semipresencial mediante el uso de la plataforma virtual Moodle.

Se presentaron cuatro proyectos de innovación docente, que tenían como objetivo fundamental la incorporación de las TIC a la asignatura. Todos fueron aprobados por la Universidad de Zaragoza. Sus títulos reflejan el camino seguido en la renovación didáctica:

- 2008-2009: *Aplicación de las TIC a la asignatura de Historia de la Técnica en la EUITIZ.*
- 2009-2010: *Aprendizaje activo de la Historia de la Técnica mediante las TIC.*
- 2010-2011: *La Historia de la Técnica: un enfoque interdisciplinar.*
- 2011-2012: *Curso semipresencial e interactivo de Historia de la Técnica.*

En este camino de evolución docente, la mayoría de las clases, tanto del desarrollo del primer cuatrimestre como de los temas específicos del segundo, pasó a desarrollarse a través de Moodle con una buena acogida por parte de los alumnos. Sólo algunos temas concretos y las exposiciones de los alumnos permanecían en el formato tradicional de clase.

A modo de conclusión

El balance de los 12 cursos, recogido en cifras (23 profesores implicados, pertenecientes a 8 departamentos universitarios, 526 alumnos matriculados, desarrollo de 4 proyectos de innovación docente, 4 viajes y 3 visitas realizadas en varias ocasiones, 5 clases con profesores invitados en más de una ocasión, proyección de 3 películas), puede valorarse como positivo y dinámico tanto en el fondo como en la forma. En definitiva, un pasado enriquecedor para profesores y alumnos.

En relación al futuro, con la implantación en el curso 2010-2011 de los Grados de Ingeniería (Espacio Europeo de Educación Superior-Declaración de Bolonia), se abrió un nuevo camino para la Historia de la Técnica

a través de la propuesta de asignaturas optativas transversales para todos los grados; pero, de momento, la Junta de Escuela de la Escuela de Ingeniería y Arquitectura (EINA), fruto de la fusión de EUITIZ y CPS, celebrada el 19 de Diciembre de 2012, dejó fuera la asignatura de Historia de la Técnica sin demasiadas explicaciones. En definitiva, un futuro incierto y, en cierta medida, desalentador.

ÁREA TEMÁTICA IV

LA HISTORIA DE LA CIENCIA EN LA FORMACIÓN DEL PROFESORADO

BLANCO ABELLÁN, M. (coord.) (2014) *Enseñanza e Historia de las Ciencias y de las Técnicas: Orientación, Metodologías y Perspectivas.* Barcelona, SEHCYT, p. 255.

LA HISTORIA DE LAS CIENCIAS NATURALES COMO HERRAMIENTA FUNDAMENTAL EN LA FORMACIÓN DE NUEVO PROFESORADO DESDE EL PUNTO DE VISTA DEL CONSTRUCTIVISMO EDUCATIVO

Óscar ÁLVAREZ ALONSO
Jaime DELGADO IGLESIAS
Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Sociales y de la Matemática
Universidad de Valladolid

Resumen

Una de las líneas educativas actuales, basada en el constructivismo, aboga por la contextualización de los conocimientos a impartir, tratando de evitar el desconcierto, la falta de interés y la frustración que se puede dar en el alumno, motivo de un alto porcentaje de fracaso en las aulas. Es por ello que, la enseñanza de historia de conocimiento científico en general, y de ciencias de naturales en particular, es de vital importancia para la alfabetización científica y enseñanza académica, especialmente en casos como la formación inicial de futuros maestros o profesores, cuyos conocimientos en materias de corte científico pueden llegar a ser muy dispares.

Abstract

One of the current educational lines, based on constructivism argues for contextualization of knowledge to teach, to avoid confusion, lack of interest and frustration in the students and which are causes of a high rate of failure in the classrooms. This is why the teaching of scientific history, and natural sciences particularly, is very important in the academic training, because with it, not only is opened the door to new stages in the development of so-called teaching-learning process, it builds the interest in theorist aspects of teaching, making them closes, especially in the case of basic training of future teachers or professors, whose scientific knowledge in general are very shallow.

Palabras clave: Constructivismo, Formación Inicial, Maestro.

Keywords: Constructivism, First Formation, Teacher.

1. La historia de la ciencia, es ciencia.

Algunos críticos son reacios a aceptar la utilidad de incluir en los currículos contenidos relacionados expresamente con la Historia de La Ciencia. Tradicionalmente esto se puede explicar por varios motivos, como el

de no disponer de datos totalmente significativos de que su incorporación mejore el aprendizaje de la materia. A propósito de la inserción de dichos contenidos –algunos de ellos se califican de tipo filosófico–, a menudo se cometen errores que han de ser subsanados para el aprovechamiento de estos nuevos conceptos, dada su relevancia actual en las Facultades de Educación, y no tanto en el caso de las carreras puramente científicas [SÁNCHEZ RON, 1998, 6 (2), pp 187-188]. Sin embargo numerosas experiencias han puesto de manifiesto que la inclusión de contenidos históricos para la enseñanza de ciencias puede arrojar resultados positivos en su enseñanza en todos los niveles educativos [HERNÁNDEZ Y PRIETO, 2000, 18 (1), pp. 111-112] [SOLBES Y TRAVER, 1996, 14 (1), pp. 110-111] [IPARRAGUIRRE, 2007, 23 (5), p.430]. Más aun, no se puede obviar que la Historia de La Ciencia es necesaria, ya que forma parte de la propia Historia y ha jugado un papel fundamental en el desarrollo humano [CATALÁN Y CATANY, 1986, 4 (2)]

2. ¿Por qué constructivismo e historia de la ciencia?

El constructivismo, surgido a mediados del siglo XX como teoría filosófica y epistemológica, pronto encontró ramificaciones útiles en la pedagogía. Son varias las corrientes y autores de las que habría que hablar, y cómo se imbrican de una manera u otra en la didáctica de las ciencias [MARÍN, 2003, pp. 44-45]. Todas ellas parten de la premisa clara de que el aprendizaje se realiza creando nuevos conocimientos sobre los ya presentes en el alumno, siendo éste parte fundamental del proceso de enseñanza-aprendizaje, y como gracias a ello, se produce un cambio en los conceptos que el alumno poseía, contribuyendo a la alfabetización científica y más importante aun, ayuda a su comprensión, facilitando el aprendizaje significativo.

Esta construcción del conocimiento ha de producirse en todas las etapas educativas pero sin duda es fundamental que ocurra en las primeras fases del sistema educativo, concretamente en los niveles de infantil y primaria. Es, precisamente, en esos estadios iniciales donde difícilmente puede darse un cambio en los conocimientos del alumno si no se toma en consideración que éstos son, en realidad, conocimientos adquiridos por los niños en su experiencia cotidiana, incluyendo los fenómenos que tienen relación con aspectos científicos y naturales. Si importante es que los conocimientos sean afianzados de manera correcta en dichas etapas y en las subsiguientes de secundaria y bachillerato, ésto se vuelve fundamental en la etapa superior, bien en Grados de Infantil y Primaria, o bien en el Máster que capacitará para impartir clases en Secundaria y Bachillerato. Por esta razón el uso de estrategias de corte constructivista, pensadas para fomentar un cambio conceptual en el alumno son esenciales de cara a la formación de los maestros encargados de tutelar dichos niveles educativos. No sólo porque los alumnos de las facultades de educación consigan llevar a cabo su propio cambio conceptual y adquieran conocimientos que deben servir de base en su trabajo, sino que, junto a ello, el uso de este tipo de estrategias les otorga una formación didáctica, muy necesaria, a la hora de afrontar la enseñanza de contenidos de carácter científico como pueden ser las ciencias naturales. En el caso de la enseñanza científica de maestros de Educación Infantil y Educación Primaria, el perfil del alumnado, que llega con conocimientos olvidados o desfasados, lo que da lugar a que muchas veces los conceptos sencillos sean difíciles de asimilar con una simple explicación tradicional. Si nos referimos a alumnos que cursen Máster, además, hay que tener en cuenta que su ámbito de trabajo y conocimientos a desarrollar en el aula deberán ser más específicos y de mayor profundidad conceptual. Por ello una perspectiva constructivista en la que es el alumno quien lleva a cabo parte de la responsabilidad de su aprendizaje no sólo influye en una mejor comprensión en el aula, sino que, además, estimula el interés por la cultura científica. La Historia de las ciencias naturales facilita este aprendizaje personal, ya que consiguen asociar las ciencias naturales más allá de fórmulas o teorías, estableciendo una conexión con eventos, personas o situaciones que, en su momento, propiciaron los avances científicos, generando un cambio conceptual mucho más acentuado y significativo.

En esta línea de actuación fueron numerosos los ejemplos que se utilizaron tanto en el aula como en prácticas realizadas fuera de ella. Ejemplos de científicos, contextos sociales o situaciones por las que pasaron las diferentes teorías científicas que ayudaron a que los alumnos empatizaran con la Ciencia y con la labor científica. Casos como Wegener y su Teoría de la Deriva Continental, y el hecho de que no fuera totalmente aceptada hasta pasada la primera mitad del siglo XX al incluirla en la Teoría de la Tectónica de Placas hicieron

que una teoría que se estudia como algo cotidiano durante niveles inferiores se convierta en algo interesante, asociándolo a cambios sociales.

En otra de las lecciones, la simple introducción de la figura de la científico Rosalind Franklind y sus aportaciones en el descubrimiento de la estructura del ADN, fomentó un debate sobre la posición de la mujer en la ciencia. Dicho debate favoreció un interés mucho mayor por todo lo relacionado con el descubrimiento de la estructura del ADN y contribuyó notablemente a la adquisición de un conocimiento, las características y composición del ADN, que muchas veces, debido a la necesidad de abstracción, es difícil de conseguir en alumnos que, en numerosos casos, no han estudiado nunca nada relacionado.

Por último, conviene señalar que ni siquiera es necesario hablar de científicos o sus teorías para que se adquieran conocimientos científicos; la Historia puede servir de nexo de unión para ello. Fue el caso de una práctica relacionada con los problemas del río Esgueva de Valladolid y su contaminación por los habitantes de la ciudad a lo largo de las Edades Media y Moderna, en especial por los vertidos de las carnicerías, que terminaron por hacer inviable el uso del agua de dicho río para el consumo doméstico [PELAZ FLORES 2010, 1, p. 611]. Todo ello propició una mayor conciencia del medio ambiente, problemas derivados de la contaminación y del mal uso de las aguas. El hecho de que un tema tan actual como la insalubridad de las aguas se viera presente mucho antes de lo que los alumnos podían pensar supuso un verdadero choque conceptual.

Estos tres casos son solamente algunos de los ejemplos de una experiencia docente en la cual usando la Historia relacionada con la ciencia, o en última instancia la propia Historia, y basándose en premisas constructivistas, se puede observar cómo el interés y el aprendizaje de los alumnos altamente positivos. Los alumnos integraron los nuevos conocimientos con el apoyo de la Historia de las ciencias naturales sobre los suyos propios, y alcanzaron un nivel superior de conocimiento, favoreciendo el asentamiento de conocimientos de Biología y Geología en un Grado que no necesariamente está encaminado a dicho fin.

3. Conclusión, una renovación pedagógica.

Son múltiples los factores que se pueden analizar para hacer un diagnóstico de los problemas que lastran el sistema educativo español. Sin ánimo de entrar en profundidad en todos ellos, sin duda uno de los principales a considerar es la formación de los propios profesionales, es decir, maestros y profesores que en muchas ocasiones no reciben instrumentos adecuados que les permitan afrontar con garantías su futura labor y desempeño docente. Más aún el problema se puede estructurar en dos vertientes: por un lado, la formación en temas pedagógicos como lo son organizar una clase, detectar problemas de aprendizaje, tanto en el grupo como en alumnos concretos, o conseguir que todos ellos rindan y alcancen los objetivos que marcan en los diferentes currículos y además que los conocimientos sean adquiridos de manera significativa y no meramente pasajera. Por otro, y dado que los estudiantes de las facultades de educación deben recorrer en una adecuada formación, la otra vertiente es la referente a los propios conocimientos. No vale de nada prepararles perfectamente para enseñar, si no tienen los conocimientos que deben transmitir, ni son capaces de dominar los principios básicos de las materias a tratar en las aulas. Tienen que saber qué enseñar y cómo enseñarlo. Es en este punto donde se inscribe todo lo dicho anteriormente. Podemos encontrar referencias de intentos de una inclusión de contenidos relacionados y mejora en la formación científica del profesorado desde principios del siglo XX [BERNAL Y COMAS, 2005, 24, p. 134], pero si miramos el Proyecto de Ley Orgánica de Mejora de la Calidad de la Enseñanza (LOMCE), veremos que las referencias a la cultura científica se incluyen muy tarde y se limitan a una asignatura en cuarto curso de la Educación Secundaria Obligatoria y otra en Bachillerato, y siempre de manera optativa y si los centros pueden ofertarla. Nuevamente se obvia desde los niveles inferiores que La Ciencia tiene relación con la sociedad y que su conocimiento y su historia se integran dentro de la cultura y sociedad humanas, condenando a que se imparta de manera tradicional.

Debemos tener en cuenta además que según los datos ofrecidos por las universidades las carreras científicas están en franco retroceso como opción de los alumnos que comienzan su andadura en la educación superior. Anteriormente con las Licenciaturas, y hoy en día con los nuevos Grados, parece que La Ciencia,

comienza a perder fuerza y atractivo entre los jóvenes. No es extraño oír a muchos de ellos decir que "las ciencias son muy difíciles" o que "las ciencias no se me dan bien". En dichas afirmaciones subyace un problema de base, de formación en las capas inferiores del sistema educativo, el cual debe ser resuelto de una manera común, pero en lo que se refiere a la formación inicial de maestros, una de las muchas herramientas que se pueden usar en dicha resolución es la manera de explicar ciencias en facultades que forman futuros maestros, ya que a menudo en ellas los alumnos han llegado con dichos prejuicios en torno a las ciencias y, sin una solución, ello hará que de nuevo dichos prejuicios se inserten en el sistema educativo. Quizá porque la manera tradicional de exponer los principios científicos no es capaz de transmitir de los procesos de la Ciencia, sino simplemente sus conclusiones, haciendo que el alumno tenga que aprender productos finales, leyes, fórmulas matemáticas y tablas [MONK Y OSBORNE 1997, pp, 409-410], de manera que ante la incapacidad de integrar ese conocimiento en su propia red de conocimientos, y no necesariamente éstos tienen que ser de corte científico, en numerosas ocasiones optará por el aprendizaje memorístico y la motivación a la hora de estudiar contenidos científicos sea nula.

Por todo ello se debe recurrir también a dichos conocimientos no científicos, o a las propias experiencias sociales de los alumnos, lo que permite que la ciencia se vea de una manera distinta, integrada en la sociedad, fruto de esfuerzos y no de genialidades o meras casualidades al alcance de muy pocos. Contextualizar La Ciencia y mostrarla como un aspecto más de la enseñanza sin preeminencia sobre otras disciplinas no es rebajarla ni perder nivel, sino acercar al alumno a conocimientos que, de otra manera, pueden motivar muy poco, se estudian rápidamente y se olvidan con facilidad.

4. Bibliografía

ALLCHIN, D. (2004) "Pseudohistory and Pseudoscience" *Science & Education*, 13, 179-195.

BERNAL MARTÍNEZ, J. M., y COMAS RUBÍ, F. (2005) "La función social de las ciencias de la naturaleza: Una influencia europea en el currículum escolar en España" *Historia de la Educación: Revista Universitaria, 24,* 131-156.

CATALAN FERNÁNDEZ, A. Y CATANY ESCANDELL, M. (1986) "Contra el mito de la neutralidad de la ciencia: El papel de la historia" *Enseñanza de las ciencias, 4 (2)*, 163-166.

DRIVER, R. (1988) "Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo de ciencias" *Enseñanza de las ciencias, 6 (2)*, 109-120.

HERNÁNDEZ GONZÁLEZ, M Y PRIETO PÉREZ, J. L. (2000) "Un currículo para el estudio de la historia de la ciencia en secundaria (La experiencia del seminario orotava de historia de la ciencia) *Enseñanza de las ciencias, 18 (1)*, 105-112

IPARRAGUIRRE MARCOS, L. (2007) "Una propuesta de utilización de la historia de la ciencia en la enseñanza de un tema de física" *Enseñanza de las ciencias, 25 (3),* 423-434.

MARÍN MARTÍNEZ, M (2003) "Visión constructivista dinámica para la enseñanza de las ciencias" *Enseñanza de las ciencias, Número Extra*. 43-55.

MARTÍN-DÍAZ, M. J. (2005) "Alfabetización científica: formación inicial, experiencia docente y pensamiento del profesorado" *Enseñanza de las ciencias, Número Extra. VII Congreso* 1-4.

MARTIN MONK, J. O. (1997) "Placing the History and Philosophy of Science on the currículo: A model for the Development of Pedagogy" *Science Education, 81 (4)*, 405-424.

MARTÍNEZ NAVARRO, F., MATO CARRODEGUAS, C. Y REPETTO JIMÉNEZ, E,. () "La historia de la ciencia en los currículos oficiales: Implicaciones para la formación del profesorado"

PELAZ FLORES, D. (2010) "El concejo en las obras públicas de la Villa de Valladolid a partir de los Libros de Actas a finales del s. XV" En: B. Arízaga Bolumburu y J. A. Solórzano Telechea (Eds.) *Construir la ciudad en la Edad Media, 1*. Logroño. 601-620.

SÁNCHEZ RON, J. M. (1988) "Usos y abusos de la historia de la física en la enseñanza" *Enseñanza de las ciencias, 6 (2)*, 179-188.

SOLBES, J. Y TRAVER, M. J. (1996) "La utilización de la historia de las ciencias en la enseñanza de la física y la química" *Enseñanza de las ciencias, 14 (1).* 103-112.

BLANCO ABELLÁN, M. (coord.) (2014) *Enseñanza e Historia de las Ciencias y de las Técnicas: Orientación, Metodologías y Perspectivas.* Barcelona, SEHCYT, p. 261.

LA CUADRATURA DE LA PARÁBOLA EN EL MÁSTER EN PROFESORADO (MATEMÁTICAS), UN EJEMPLO DE SABER HISTÓRICO VERSUS SABER MATEMÁTICO[1]

Luis ESPAÑOL GONZÁLEZ
Universidad de La Rioja

Resumen

El trabajo se inserta en la corriente que utiliza la historia de las matemáticas como herramienta útil para los profesores de matemáticas elementales. Tomando como argumento el conocido problema de la cuadratura de la parábola, propongo dos mini-cursos temáticos aplicables al Máster en Profesorado, especialidad de Matemáticas. En uno se expone el tema como un desarrollo de matemática elemental que podría ser hipotéticamente impartido, salvo opciones curriculares, en cursos de bachillerato o como complemento de los mismos. En el otro se aborda el desarrollo histórico del tema, dando los elementos que el profesor necesitaría conocer para utilizar la historia en el aula; por ejemplo, encontrando motivaciones históricas para la definición de integral como área bajo una curva.

Abstract

This work is inserted into the stream that uses the history of mathematics as a useful tool for teachers of elementary mathematics. Taking as an argument the known problem of the quadrature of the parabola, I propose two thematic mini-courses to be applied to the Máster in Teaching, specialty of Mathematics. One of them presents the topic as a development of elementary mathematics that could be hypothetically delivered, except for curricular options, in high school courses or as a complement to them. The other deals with the historical development of the subject, giving the elements that the teacher would need to use history in the classroom; for example, finding historical motivation for the definition of integral as the area under a curve.

Palabras clave: Historia de las matemáticas, Formación de profesores, Cuadratura de la parábola.

Keywords: History of mathematics, Teacher training, Quadrature of the parabola.

Introducción

Para considerar el papel de la historia de las matemáticas en el aula de matemáticas[2], debe suponerse que los profesores han recibido formación en historia de las matemáticas, preferiblemente después de una

[1] El autor ha realizado este trabajo disfrutando de una ayuda a la investigación de la Universidad de La Rioja (API11/05).

previa determinación de aquéllos aspectos de la historia y su aprendizaje que han de resultar más pertinentes para el uso docente en el nivel elemental. Comparto la opinión que afirma la existencia de una "matemática elemental", que es la matemática que concierne al profesor como tal profesional, teniendo presente, con F. Klein, que el profesor debe saber más de lo que enseña. Según I. M. Yaglom: "la matemática elemental es aquella que puede trabajar con estudiantes y profesores de las escuelas y colegios", recalcando que tiene mucho más recorrido que los currículos escolares mínimos[3]. Al profesor de matemáticas le interesa sobre todo la historia de esta matemática elemental.

Los aspirantes a profesores de matemáticas han estudiado algo de matemáticas en carreras técnicas, con muchas recetas para calcular, o una carrera de matemáticas cuyo contenidos son *verticales* porque viajan rápidamente hacia niveles elevados de conocimiento. En ambos casos se pasan por alto gran cantidad de matemáticas elementales, que son *horizontales* porque ensanchan y enriquecen el bagaje matemático del estudiante. En general, cuando el estudiante llega a profesor tiene que ir descubriendo más matemáticas elementales a partir de lo que aprendió. Si tiene buena formación matemática universitaria, sin duda estará capacitado para ampliar su base de conocimiento elemental, pero debe hacerlo y le llevará un tiempo. Habitualmente, ni unos ni otros de los alumnos del master suelen conocer la historia de las matemáticas, salvo algo aprendido como una afición privada, a lo sumo un breve curso generalista.

La conclusión es que en el Master de Profesorado (Matemáticas) conviene conseguir, simultáneamente, promover la formación en matemática elemental de los estudiantes y enseñarles historia de las matemáticas. Hay que aprovechar la enseñanza de la historia para explicar las matemáticas elementales que viven en ella, porque un conocimiento adecuadamente dirigido de las matemáticas favorece la comprensión de su historia.

Una tercera misión en el Master es poner de manifiesto la utilidad específica del conocimiento histórico en el aula, mostrando casos de dicha aplicabilidad. Si, además, la formación en estas tres dimensiones debe hacerse en un tiempo muy limitado, como suele ser el caso en las programaciones concretas de estos estudios, se hace imprescindible algún tipo de selección de los contenidos, para mostrar lo que puede hacerse, en el sentido dicho, sobre un aspecto concreto; más adelante, que sea el ya profesor, a lo largo de su experiencia profesional y en formación continua, el que repita la estrategia con otros temas.

Como hilo conductor de este doble punto de vista propongo la determinación del área de un segmento de parábola[4], conseguida por Arquímedes con método heurístico y enseguida incorporada por él mismo a la teoría lógico-deductiva de la geometría de su tiempo, que tanto mejoró y amplió él mismo[5]. Hoy podemos también explicar los resultados de Arquímedes sobre la parábola con recursos analíticos sencillos conocidos desde una formación matemática temprana[6].

Presentaré dos mini-cursos sobre esta temática. Uno es un curso de historia que avanza en sentido cronológico desde las cuadraturas realizadas por Euclides en *Elementos* hasta la integral de Cauchy. El otro es un curso de matemáticas elementales que ofrece una explicación directa y sencilla de las matemáticas que subyacen en el curso de historia. Esto permite, a su vez, vislumbrar las posibilidades de utilizar el contexto de la solución antigua y su evolución para motivar conceptos modernos, en nuestro caso la definición de integral como área bajo una curva.

---

[2] Véase el *ICMI study* preparado por FAUVEL y MAANEN [2000] y la abundante bibliografía al respecto, por ejemplo el volumen editado por KATZ [2000].

[3] Citado por HERNANDO [2007]. "Historia de las matemáticas elementales" es el título del último capítulo de este libro, con aplicación a la educación matemática. Desde hace más de un siglo se escriben libros con esta orientación, por ejemplo [CAJORI, 1894] y [BUNT *et al.*, 1988].

[4] Este tema ya ha sido tratado por otros autores con este enfoque de aplicación de la historia a la enseñanza, por ejemplo SÁNCHEZ y VALDÉS [1999].

[5] La gran mayoría de los aspirantes a profesores no conocen esta cuadratura de Arquímedes y necesitan demasiado tiempo y esfuerzo para aprenderla como un tema de matemáticas al modo griego, si es que debieran hacerlo. Para los que lo deseen, es muy recomendable le magnífica edición, facsimilar y traducida, *Arquímedes. Obras escogidas*, publicada por la RSME en 2006, con A. J. Durán como editor. El estudio y las anotaciones sobre la obra de Arquímedes, en particular sobre *La cuadratura de la parábola*, corren a cargo de P. M. González Urbaneja.

[6] Quienes conozcan la polaridad en las cónicas en geometría analítica proyectiva pueden deducir con facilidad el teorema de Arquímedes. Lo que aquí se ofrece es una exposición directa y elemental, no la aplicación de una teoría sistemática y general.

Sobre la cuadratura de la parábola

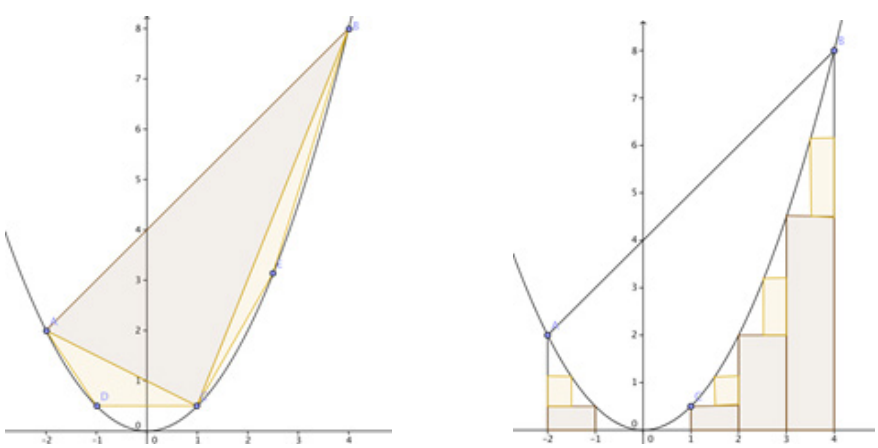
Por cuadratura de una figura plana se entiende hallar el lado de un cuadrado que tenga igual área que la figura dada. Hay que observar, aunque no entraremos en la discusión de este interesante matiz, que "tener la misma área" es una relación entre figuras planas previa la asignación sistemática de un número a cada figura, de una medida, de modo que "tener la misma área" resulte lo mismo que tener la misma medida. En los dos primeros libros de los *Elementos* [EUCLIDES, 2000] se encuentran los resultados que permiten cuadrar toda figura rectilínea con regla y compás, es decir, las figuras rectilíneas[7] son cuadrables, se puede encontrar un cuadrado "que tiene la misma área" que la figura dada.

La tarea pendiente después del gran libro era cuadrar figuras entre cuyos límites hubiera curvas, por ejemplo el segmento de parábola, que es la figura limitada por un arco de parábola y su cuerda. Arquímedes [2006, pág. 123] demostró este enunciado:

> Todo segmento comprendido por una recta y una parábola es cuatro tercios del triángulo que tiene la misma base que él e igual altura.

La expresión "igual altura" significa que el vértice opuesto a la cuerda es el punto en que una paralela a ella es tangente a la parábola. Arquímedes hizo una *demostración geométrica* de este resultado, en el sentido de la exigencia lógico-deductiva consagrada en *Elementos*. Pero antes había realizado el *descubrimiento heurístico*, con método intuitivos y argumentos basados en el equilibrio estático, de un resultado algo distinto del anterior [ARQUÍMEDES, 2006, pág. 123]: *el segmento de parábola tiene por área un tercio de la del triángulo formado por la cuerda, la tangente a la parábola en uno de sus extremos y el diámetro por el otro*. Este resultado y el anterior se implican mutuamente de modo evidente. Todavía hay un tercer enunciado equivalente mencionado con frecuencia: *el segmento de parábola tiene por área dos tercios de la del triángulo formado por la cuerda y las tangentes en sus extremos.*

El curso de historia dedicado a este tema debe pasar a considerar la relectura del método de Arquímedes por Fermat, quien, ya con la geometría analítica en sus manos, calcula el área bajo la parábola, que restada del área del trapecio bajo la cuerda da el área del segmento; de este modo introduce un método aplicable a otras curvas de ecuación conocida. Mientras Arquímedes iba llenando de manera exhaustiva el segmento de parábola con triángulos y sumaba las áreas de estos, lo que hace Fermat es sumar rectángulos de anchura constante, que aproximan por exceso y por defecto el área bajo la parábola, que resulta haciendo infinitesimal la anchura de los rectángulos. Este es el método que acabará dando con Cauchy la definición de integral.



Triángulos de Arquímedes y rectángulos por defecto de Fermat[8]

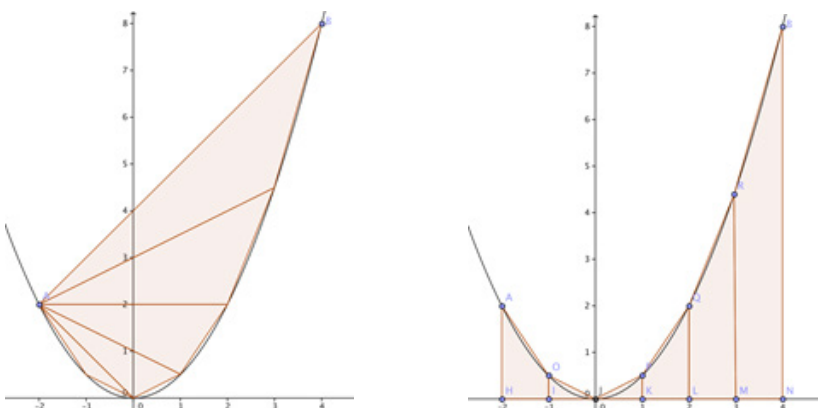
[7] Los principales son el teorema de Pitágoras (Libro I), que permite sumar cuadrados, y la cuadratura del rectángulo (Libro II), que permite cuadrar triángulos.
[8] La figura muestra dos aproximaciones. En el caso de Fermat los rectángulos se superponen y la figura muestra la primera aproximación al área bajo la curva y lo que se gana en la segunda, excepto junto al origen.

Este recorrido del curso de historia tiene como contraparte un curso que explique las matemáticas involucradas a un nivel elemental. Para demostrar los teoremas de Arquímedes es necesario utilizar propiedades de la parábola, sus tangentes y sus diámetros. Es posible explicar estos temas dentro de la matemática elemental, sin dominar el método clásico de la geometría griega ni un curso actual general de cónicas, sintético o analítico.

La parábola se introduce en forma elemental como sección de un cono recto a la manera de Menecmo, quedando representada por una igualdad $ly=x^2$ que, siendo la expresión de la cuadratura de un rectángulo, determina un método para dibujar la parábola en el plano punto a punto. Ahora la geometría analítica puede ir en auxilio de la geometría pura, pues operando con la ecuación $y=x^2$ (no es necesario mantener el parámetro l) es elemental e ilustrativo obtener las propiedades de los diámetros y las tangentes, para las cuales se pueden usar derivadas o solo raíces dobles a la manera de Descartes.

El área S del segmento de parábola es aproximado por Arquímedes mediante acumulación sucesiva con triángulos, en el paso n tiene un área triangulada $S_n<S$, que tiende a S cuando n tiende a infinito, tendencia que se plasma en la suma de una serie geométrica de razón ¼. Fermat toma como área F a calcular la que queda bajo el arco de parábola, hasta el eje de abscisas, y la divide en n franjas rectangulares, por defecto y por exceso, que se suman para obtener, respectivamente, áreas $B_n<F<U_n$. La sumas involucradas son tales que tienden a igualarse cuando crece n, así que B_n y U_n tienden a valer F. Por otra parte, son sumas de cuadrados de números naturales sucesivos, lo que da lugar a desigualdades $B_n<(1/3)b^3<U_n$ para un cierto número b; en consecuencia $F=(1/3)b^3$.

En este marco de la matemática elemental se pueden exponer variantes de los métodos usados por Arquímedes y Fermat. Mencionaremos dos.



Triángulos interiores por defecto y trapecios bajo cuerdas por exceso

Se toma en el arco de parábola una quebrada que se proyecta sobre las abscisas en la división de la base en n partes iguales, desde el inicio del arco hacia las cuerdas de la quebrada se tienen triángulos sucesivos cuyas áreas suman $Q_n<S$, siendo S el valor límite de la sucesión creciente Q_n cuando n crece. Segunda opción: Con la misma quebrada sobre el arco, se toma los trapecios bajo las cuerdas de la quebrada y se suman sus áreas, lo que da un valor $F_n>F$, siendo F el valor límite de la sucesión decreciente F_n cuando n crece. En todas estas formas de cálculo el punto crucial es sumar, de una u otra forma, números naturales o cuadrados de números naturales. Examinar estas variaciones de un mismo problema permite discernir el método más adecuado para ser extendido a funciones generales.

Temario de los mini-cursos

La tabla que sigue contiene el esquema de los dos mini-cursos, divididos ambos en ocho temas. Se pueden impartir por separado o mezclados, pero en la primera opción es conveniente que aquel que se imparta contenga al menos una breve mención al otro.

Mini–curso de matemáticas	Mini–curso de historia
Tema 1. La cuadratura de las figuras planas rectilíneas según los *Elementos* de Euclides. *Tema 2*. El método de Menelao da a la parábola sección del cono recto la ecuación $ly=x^2$ (cuadratura de un rectángulo), usando teoremas de *Elementos*. Dado el *latus rectum l* se construye la parábola punto a punto. *Tema 3*. Fermat vio que las ecuaciones $ax^2+2bxy+cy^2+2dx+2ey+f=0$ representan cónicas. Condiciones para que sea una parábola. *Tema 4*. En la parábola $y=x^2$, sea un punto $A=A(a)=(a,a^2)$. La ecuación de la cuerda *AB* es $ab-(a+b)x+y=0$; esa cuerda y otra son paralelas si y sólo si $a+b=a'+b'$: los puntos medios de cuerdas paralelas están en una recta paralela al eje (diámetro). Además: la tangente a la parábola en el extremo de un diámetro es paralela a las cuerdas que lo bisecan; lo que da un método para el trazado de la tangente a la parábola en uno de sus puntos, conocidos el eje y el vértice. *Tema 5*. El segmento parabólico de cuerda *AB* tiene área *S*. Con base *AB* hay dos triángulos con tercer vértice: bien el punto *C* de la parábola con tangente paralela a la cuerda *AB*, bien el punto *D* de corte de las tangentes en *A* y en *B*. El primer triángulo tiene área *T*, el segundo *E*. Las fórmulas de Arquímedes son $S=(2/3)E=(4/3)T$. *Tema 6*. En la parábola $y=x^2$, entre la cuerda *AB* y el eje de abscisas se forma un trapecio de área *W*. Con $a<b$ resulta ser $W=(1/2)(a^2+b^2)(b–a)$. Fermat calculó por un método de aproximación el área bajo la parábola $F=(1/3)(b^3–a^3)$, con $S=W–F$. *Tema 7*. Tres puntos *ACB* de la parábola ($a<c<b$) forman un triángulo cuya área se calcula con un determinante de Vandermonde: $T=(1/2)(a–c)(c–b)(b–a)$. Dados *n* y puntos intermedios $ck=a+k(2h/n)$, $2h=b–a$, sumamos los triángulos sucesivos $T(c_k,c_{k+1},b)$; resulta un área Q_n, siendo *S* el límite de los valores Q_n. *Tema 8*. La evoluta de la parábola. Las parábolas y las ecuaciones diferenciales ordinarias. Parábolas con ecuación general y cuadraturas por integrales.	*Tema 1*. Medida y proporción en la Antigüedad. Del conocimiento práctico al científico. Lúnulas de Hipócrates. La dificultad de medir. Teoremas de Pitágoras y de Tales: heurística, relaciones lógicas, su ubicación en *Elementos*. Figuras "iguales" y figuras "con igual área". Geometría en el *Quadrivium*. *Tema 2*. La tangente a la circunferencia en *Elementos*. El método de exhaución de Eudoxo. La cuadratura del círculo: desde Euclides y Arquímedes hasta el siglo XIX. *Tema 3*. Las cónicas como curvas sólidas, sus tipos. Menecmo y Apolonio. Diámetros y tangentes. La normal a la parábola desde el eje en Apolonio. La cuadratura de la parábola por Arquímedes. Las vías para el conocimiento histórico de las obras clásicas griegas. La invención y la demostración. *Tema 4*. "Antecedentes" de la geometría analítica hasta Vieta. Descartes y Fermat. La normal a la parábola desde el eje en Descartes. Otras tangentes a curvas en Roberval y Fermat. De líneas de referencia para figuras a ejes coordenados para el plano. La parábola en óptica y mecánica. *Tema 5*. La espiral de Arquímedes, cuadratura y tangente. El principio de Cavalieri, su uso por Roberval con la cicloide. Método de inducción, triángulo aritmético. Otras cuadraturas de Fermat y Roberval. Mersene y la comunicación entre matemáticos. *Tema 6*. Geometría del plano y del espacio. Vandermonde y los determinantes. El volumen de la pirámide: Lagrange. El producto de determinantes. Primeros libros sobre determinantes. Invariantes. *Tema 7*. Últimos precursores del cálculo infinitesimal. Newton y Leibniz. Los libros: Bernoulli-L'Hôpital, Maclaurin, Agnesi. El cálculo en Euler y Lagrange. El análisis algebraico y la enseñanza. *Tema 8*. La curvatura de curvas planas según Euler. Curvas asociadas a la parábola. Las cúbicas. Otras curvas notables. Las cuadraturas en la resolución de las ecuaciones diferenciales en el siglo XVIII. La Escuela Politécnica. Cálculo diferencial e integral en Cauchy.

El desarrollo de cualquiera de los cursos anteriores debe ir acompañado por un buen surtido de figuras[9] y de cuestiones o ejercicios propuestos. Como ejemplo, y para terminar, indicaré la "cuestión propuesta nº 38" que lanzó a sus lectores la *Revista Matemática Hispano-Americana*[10] en 1922 y apareció resuelta en 1923:

[9] La figuras originales de Arquímedes y su reproducción en LaTeX por J. L. Varona, pueden admirarse en [Arquímedes, 2006]. El uso de *Goegebra* es muy apropiado para el complemento gráfico de ambos mini-cursos.

[10] Era la revista de la Sociedad Matemática Española (todavía no "Real" [ESPAÑOL, 2011]). Sobre esta y otras revistas de la RSME véase el estudio de F. A. González Redondo en [CURBERA, 2012]. La cuestión 38 se propuso en t. IV, pág. 139 y la "solución geométrica", basada en Arquímedes y con una buena figura, está en t. V, págs. 31-32, otras soluciones en págs. 51-52.

Demostrar que el área de todo triángulo inscrito en una parábola es el duplo de la del formado por las tangentes en su vértices.

Bibliografía

ARQUÍMEDES (2006) *La cuadratura de la parábola.* En: A. J. Durán (ed.) *Arquímedes. Obras escogida*s (2 vols., facsímil y traducción), RSME, Madrid. Contiene estudios de C. García Gual, A. J. Durán y P. González Urbaneja.

BUNT, L. N. H., JONES, PH. S. y BEDIET, J. D. (1988) *The historical roots of elementary mathematics*, Dover.

CAJORI, F. (1894) *A history of elementary mathematics,* Macmillan (Cosimo Classics 2007).

CURBERA, G. (coord.) (2012) *Gaceta Selecta. Antología de las revistas publicadas por la RSME en sus cien primeros años*. Suplemento de *La Gaceta de la RSME 15(1)*. Contiene un estudio de F. A, González Redondo.

ESPAÑOL, L. (2011) *Historia de la Real Sociedad Matemática Española*, RSME, Sevilla. Contiene un *Preámbulo* a cargo del autor y de E. Ausejo, F. Vea y M. A. Velamazán.

EUCLIDES (2000) *Elementos*, T. I (Libros I-IV), Madrid, Gredos. Obra completa en 3 vols., traducción de M. L. Puértolas, introducción de L. Vega.

FAUVEL, J. y van MAANEN, J. (2000) *History in mathematics education - An ICMI study,* Springer.

KATZ, V. J. (2000) *Using history of teach mathematics. An international perspective*. Washington, MAA.

PÉREZ, J. H. (2007) *Una fundamentación de la historia de las matemáticas*, Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá.

SÁNCHEZ, C. y VALDÉS, C. (1999) "Por un enfoque histórico-problémico en la educación matemática". *Revista Ciencias Matemáticas,* 17(2), 137-148.

BLANCO ABELLÁN, M. (coord.) (2014) *Enseñanza e Historia de las Ciencias y de las Técnicas: Orientación, Metodologías y Perspectivas.* Barcelona, SEHCYT, p. 267.

ENSEÑANZA E HISTORIA DE LA CIENCIA EN EL PROGRAMA DE DOCTORADO DEL DEPARTAMENTO DE DIDACTICA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES Y LA MATEMATICA DE LA UNIVERSIDAD DE BARCELONA (1987-2006)

José M. NÚÑEZ ESPALLARGAS - Jordi SERVAT SUSAGNE
Universidad de Barcelona

Resumen

En el curso 1987-88 se inició el programa de doctorado del Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y la Matemática de la Universidad de Barcelona. Este programa se extendió hasta 2006, año en que la UB modificó el sistema de formación de doctores. Mientras este programa se mantuvo vigente se impartió en él una asignatura sobre historia de la enseñanza de la ciencia. Comentaremos en esta comunicación algunos resultados de esta larga experiencia.

Abstract

During 1987-88 began the doctoral program in the Department of Didactics of Experimental Sciences and Mathematics, University of Barcelona, which lasted until 2006, when the old system of training of doctors has been modified. While this program was in effect was given a course on the history of science education. We discuss in this paper some of the results of this long experience.

Palabras clave: historia, educación científica, programa de doctorado.

Keywords: History, Science Education, Doctoral program.

El programa de doctorado

En el curso 1987-88 se inició en el Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y la Matemática de la Universidad de Barcelona un programa de doctorado, que fue uno de los primeros que se ofrecieron desde una Escuela Universitaria de Formación del Profesorado. El programa se ofertó a licenciados españoles y latinoamericanos.

La duración del Programa de Doctorado era un bienio, pero, habida cuenta de la demanda existente, cada año se iniciaba un nuevo programa, por lo que coincidían en el tiempo el segundo curso de un programa

con el primero del siguiente. Estos programas ofrecíans dos modalidades: didáctica de la matemática y didáctica de las ciencias experimentales, las dos áreas de conocimientos que constituían el Departamento. Ninguna de las asignaturas tenía carácter obligatorio, fuera cual fuera la modalidad elegida por el alumno. En el primer curso solían concentrarse las materias de carácter metodológico y en el segundo las de especialidad.

Hubo unanimidad en considerar la *Historia de la Ciencia* como una de las enseñanzas necesarias. Además, debía ser común a las dos modalidades y de carácter metodológico. La organización de esta materia recayó en el profesor que, además de su doble formación científica e histórica, contaba con investigaciones en ambas áreas.

La Historia de la Ciencia en el Programa de Doctorado

La asignatura correspondiente a la materia *Historia de la Ciencia* se organizó presentando una línea de investigación coherente con las necesidades de una Escuela Universitaria de Formación del Profesorado: el estudio histórico de las relaciones entre ciencia y educación.

Como no era posible en el tiempo limitado de un curso presentar una visión amplia y de conjunto de la problemática, se optó por la concreción estudiando situaciones o casos. Por ese motivo la asignatura se denominó de un modo realista: *Investigaciones históricas en el campo de la educación científica y matemática.*

Los casos elegidos para su análisis en las sesiones del curso se escogieron en función de varios factores. El primero fue la propia competencia del profesor: las cuestiones tratadas habían sido investigadas con cierta profundidad por él, de modo que no sólo conocía los detalles, sino que también podía responder con fundamento a las cuestiones metodológicas o de procedimiento que pudieran surgir en la clase: se pretendía que el estudiante "viviese" la experiencia investigadora. El segundo factor era el de atender a la diversidad temporal y temática: afortunadamente el profesor había realizado y realizaba investigaciones en épocas y temas muy diversos, hechos que ayudaron en la selección. En consecuencia, no era un programa rígido, sino que se modificaba y enriquecía de año a año con la experiencia adquirida en los anteriores y con la realización de nuevas investigaciones. El que vamos a comentar a continuación corresponde al desarrollado en los últimos años de vigencia del programa de doctorado.

Implementación y organización del curso

La asignatura, desde sus inicios, se enfocó intentando cubrir tanto los aspectos teóricos como los prácticos de la investigación histórica y, en este sentido, el análisis de casos se mostró de mucha utilidad, además de constituir un factor que motivaba a la participación del grupo. El procedimiento seguido era el siguiente: en cada sesión se facilitaba a los alumnos copia de la investigación que se analizaría en la próxima y algunas referencias bibliográficas, de este modo se pretendía que la participación en la discusión fuera más enriquecedora para el grupo. Al iniciar la sesión y antes de entrar en el análisis de la investigación concreta que se había propuesto, el profesor hacía una exposición panorámica del contexto histórico en la que se situaba. Después se discutía a nivel de grupo los detalles del caso estudiado.

A continuación relacionamos algunos de los temas que fueron desarrollados en las sesiones del curso de doctorado, acompañados de un brevísimo comentario explicativo:

1.- Introducción conceptual y metodológica. La historia y las principales corrientes historiográficas. La investigación histórica y sus etapas. En este tema de carácter introductorio se pretende ofrecer una visión sintética del concepto de historia, así como de las principales corrientes historiográficas pasadas y actuales. Igualmente resumidas se presentan las etapas de una investigación histórica, insistiendo especialmente en el papel relevante del análisis de las fuentes.

2.- La historia de la ciencia y su relación con la enseñanza como objeto de estudio. Archivos y centros de documentación. Sociedades e instituciones. Se plantea como objeto de investigación las relaciones entre ciencia y sociedad desde una doble perspectiva: la histórica y la pedagógica. El tema

se complementa con una breve descripción de los principales archivos y centros de documentación españoles. Se relacionan, para concluir, sociedades dedicadas a la historia de la ciencia y de la técnica.

3.- Las fuentes documentales de la antigüedad clásica. ***Investigación analizada: El docente y su función social en el mundo romano.*** Tras comentar el problema de las fuentes documentales en el mundo antiguo, la investigación propuesta analiza la figura del docente en la época romana.

4.- Las fuentes documentales medievales. ***Investigación longitudinal analizada: Del ábaco romano al tablero de cálculo medieval, consideraciones históricas y didácticas.*** En este tema se comentan las características de las fuentes documentales medievales y las peculiaridades que entraña trabajar con ellas. Se analiza un caso de estudio histórico longitudinal: se inicia en la antigüedad y alcanza hasta el siglo XVIII.

5.- La educación en el medioevo y Boecio. ***Investigación analizada: La ritmomaquia, juego medieval para la enseñanza de la aritmética.*** Se comenta la estructura de las enseñanzas desarrolladas en los monasterios medievales bajo el modelo establecido por Boecio. La investigación analiza las reglas y los objetivos de la ritmomaquia, un juego de origen monacal para la enseñanza de la aritmética.

6.- El libro impreso y la transición del mundo medieval al renacimiento. ***Investigación analizada: La reforma de Petrus Ramus y sus consecuencias en la enseñanza de la ciencia.*** La invención de la imprenta supone un cambio radical en las investigaciones históricas. El estudio analizado se refiere al papel que la Reforma jugó en los cambios experimentados por la enseñanza de la ciencia.

7.- El paso del Antiguo al Nuevo Régimen y la institucionalización de la ciencia. ***Investigación analizada: Las memorias de matemáticas de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona.*** La Ilustración impulsó un cambio en la manera de hacer ciencia y en la manera de enseñarla. Instituciones como las academias tuvieron un papel esencial en este proceso.

8.- Las cambios sociales y su influencia en la enseñanza de la ciencia. ***Investigación analizada: La Revolución Francesa y los cambios en la enseñanza de la matemática.*** Se subraya el papel ejercido por las revoluciones en el cambio del paradigma científico de una época. El estudio propuesto analiza como la Revolución Francesa supuso la renovación de la enseñanza de la matemática en el siglo XIX.

9.- Las revistas científicas y su influencia en la divulgación de la ciencia. ***Investigación analizada: Tres ejemplos de revistas científicas del siglo XIX.*** Entre los diversos cambios que afectaron al desarrollo de la ciencia y a su difusión no se puede olvidar la importante función ejercida por la prensa en general, y por las revistas científicas en particular.

10.- La legislación y la organización de la enseñanza en España en el siglo XIX. ***Investigación analizada: Los programas de materias científicas y matemáticas del Archivo Histórico de la Universidad de Barcelona.*** Este tema está dirigido especialmente al profesorado de secundaria (generalmente mayoritario) asistente al curso. Se comentan los aspectos histórico-organizativos de la enseñanza española en el siglo XIX a través de los registros recogidos en el Archivo Histórico de la U. B.

11.- Los libros de texto. ***Investigación analizada: Los libros de texto de matemáticas en lengua catalana del período 1899 al 1939.*** Un campo especialmente fructífero para la investigación en el campo de la historia de la educación científica es el de los libros de texto: desde los de primaria hasta los manuales universitarios.

12.- Las corrientes renovadoras contemporáneas. ***Investigación analizada: Las matemáticas en la Institución Libre de Enseñanza.*** En este tema se considera el papel que la llamada "nueva pedagogía" ejerció en la enseñanza de la ciencia.

Los temas descritos corresponden al temario básico desarrollado en los últimos años del programa de doctorado. No obstante, éste podía ser ampliado con otros temas según la procedencia o las expectativas de los alumnos inscritos: el estudio monográfico de autores u obras destacadas en el campo de la enseñanza de la ciencia o de la técnica, el uso de la bibliometría en los trabajos históricos, el análisis de manuscritos inéditos, la relación entre literatura y ciencia, la influencia española en la educación científica latinoamericana, entre otros.

Si las condiciones lo permitían se organizaba una visita guiada por el profesor a algunos de los archivos y bibliotecas barcelonesas citadas en el curso: Hemeroteca Municipal, Archivo de la Corona de Aragón, Biblioteca de Catalunya, etc.

En los últimos años, gracias a la incorporación al programa de otro profesor del departamento, se pudo ofrecer también la aplicación directa en el aula de algunos recursos históricos, que habían sido ya objeto de investigación por parte de ambos docentes. La metodología seguida consistía en presentar, primero un texto histórico o un fragmento del mismo y, a continuación, discutir su interpretación. Finalmente se mostraba un modo de aplicación didáctica del concepto o método analizados en las aulas de la enseñanza secundaria, utilizando para ello los recursos y técnicas actuales. A continuación relacionamos algunos de los temas desarrollados en esta parte del curso:

1.- La resolución de ecuaciones algebraicas por medios exclusivamente geométricos. ***Investigación analizada: El "Libro de geometría" de Abraham Bar Hiyya.*** Se comenta la resolución por métodos geométricos de ecuaciones cuadráticas descritos en el libro de Bar Hiyya. Se presentan estos métodos de modo que los alumnos de secundaria puedan reproducirlos mediante el programa informático Cabri-Geometre.

2.- La determinación del área de superficies o el volumen de cuerpos con métodos exclusivamente geométricos. ***Investigaciones analizadas: El Tratado de Alarifes de Diego López de Arenas. La regla para medir obeliscos cuadrados de Domenico Fontana.*** Tras analizar los métodos geométricos de cálculo de áreas de polígonos desarrollados por López de Arenas y los de Fontana para determinar el volumen de obeliscos cuadrados, se presenta su aplicación didáctica en el aula.

3.- La utilización de antiguos problemas algebraicos en la enseñanza. ***Investigación analizada: Estructura y contexto de la "demandas" de Juan Pérez de Moya.*** Se discute la posibilidad de adaptar el contexto y la metodología de los antiguos problemas descritos por Pérez de Moya en su Arithmetica Pratica y Speculativa.

4.- Los inicios en la resolución de ecuaciones con métodos algebraicos. ***Investigación analizada: La resolución de igualaciones algebraicas y el árbol analítico en el "Compendio matemático" de Tomàs Vicent Tosca.*** Este tema permite analizar con algún detalle las etapas históricas seguidas en los métodos algebraicos utilizados en la resolución de ecuaciones y su posible aplicación en el aula.

5.- La utilización de material en la enseñanza de la matemática. ***Investigación analizada: Papiroflexia y didáctica de la geometría.*** La utilización de material manipulable en la clase de matemáticas es un recurso muy antiguo. Tomando el caso de la papiroflexia, se analizan sus posibilidades didácticas.

El curso de doctorado se completaba con la realización de un pequeño trabajo de investigación histórica. El objetivo es que sirviera para poner en práctica real lo aprendido en las clases. Su extensión no debía ser excesiva y el tema completamente libre. La única condición que se imponía al alumno es que debía ser original y riguroso en la utilización de las fuentes. Para orientación de los alumnos se les facilitaba una relación de líneas de investigación que podían seguirse.

Balance de la experiencia docente

El curso 2006-07 fue el último en el que se impartió el programa de doctorado tal como se venía desarrollando hasta ese momento y fue sustituido por el sistema actual, basado en la realización de un master de investigación. Concluido pues el ciclo, parece razonable hacer un pequeño balance de esta experiencia que ha durado una veintena de años. Y como siempre que se analiza una larga actividad humana se pueden destacar aspectos positivos y negativos.

Si comenzamos nuestro comentario por los aspectos negativos, no hay duda que, el más destacado ha sido la escasa productividad alcanzada en lo referente al número de tesis doctorales leídas en el campo de la historia de la educación científica. Las causas de este hecho pueden achacarse a varios factores. Nos limitaremos a señalar los que creemos más destacados: a) no hay enseñanzas de esta materia adscritas al Departamento; b)

dificultad para obtener becas o ayudas para aquellos aspirantes al grado de doctor que presentan proyectos en una línea, como la de la historia de la enseñanza de la ciencia, no considerada prioritaria por la administración; c) desanimo de muchos alumnos a investigar en un campo en el que no vislumbran posibilidades laborales; d) la propia estructura organizativa del programa de doctorado, que situó la historia de la ciencia en el primer curso (por considerarla una materia de carácter metodológico), mientras que en el segundo se colocaron las materias de especialización, que captaron mayoritariamente las temáticas de tesis.

Hablemos ahora muy brevemente de los que consideramos aspectos positivos de la experiencia. En primer lugar, destacaríamos la propia supervivencia de la materia al paso del tiempo: fue la única que se impartió ininterrumpidamente durante todos los años que estuvo el programa de doctorado vigente, pues siempre contó con un alto número de inscritos. En segundo término, la historia de la ciencia ha estado presente, como un capítulo o un apartado, en la mayoría de las tesis leídas en el Departamento. Finalmente, la mayor satisfacción como profesores la hemos obtenido al constatar (a través de encuentros y conversaciones posteriores) que, aquellos de nuestros antiguos alumnos que pertenecían al ámbito docente, utilizan los recursos históricos en sus clases y, lo que aún es mejor, han incorporado, tanto la perspectiva histórica como la psicopedagógica, en la preparación y organización de sus enseñanzas de materias científicas y/o matemáticas.

Bibliografía

NÚÑEZ, J. M.- SERVAT, J. (1993) "Els llibres de text de matemàtiques en llengua catalana durant el periode 1899-1938". *Temps d'Educació, 9*, 249-286.

NÚÑEZ, J. M.- SERVAT, J. (1998) "La Matemática y la Institución Libre de Enseñanza: concepciones teóricas y pedagógicas". *Llull, 11(20)*, 75-96.

NÚÑEZ, J. M.- SERVAT, J. (1998) "Los recursos históricos en la educación matemática: el Tratado de Alarifes de Diego López de Arenas". *Educación Matemática, 10(2)*, 121-132.

NÚÑEZ, J. M.- GRAU, A. (1999) "Petrus Ramus (1515-1572) y su concepción renovadora de la enseñanza de las matemáticas". *Revista de Educación, 318*, 165-173.

NÚÑEZ, J. M.- SERVAT, J.- MONTANUY, M.: (2000) "La difusió de la ciència i de la tècnica a mitjan segle XIX a Barcelona: el "Boletín Enciclopédico de Nobles Artes" i l'"Enciclografía de Industria, Artes y Oficios"". *Actes de las V Trobades d'Història de la Ciència i de la Tècnica*, 451-456.

NÚÑEZ, J. M.- SERVAT, J. (2000) "La cultura alemanya en la segona meitat del segle XIX a Catalunya: la revista cientifico-literaria "La Abeja"". *Actas de las V Trobades d'Història de la Ciència i de la Tècnica*, 445-450.

NÚÑEZ, J. M.- SERVAT, J. (2000) "Los programas de enseñanza de la Matemática y de la Ciencia en los Institutos de Zaragoza, Pamplona y Logroño del Archivo Histórico de la Universidad de Barcelona". Publicado en AUSEJO, E.- BELTRÁN, MC. (Ed.) *La Enseñanza de las Ciencias: Una Perspectiva Histórica. Cuadernos de Historia de la Ciencia, 11(2)*, 657-669.

NÚÑEZ, J. M.- SERVAT, J. (2003) "Papiroflexia y Didáctica de la Geometría. (Primera parte: Técnicas básicas en geometría del plano)". *Elementos de Matemática, 67*, 19-26.

NÚÑEZ, J. M.- SERVAT, J. (2003) "Papiroflexia y Didáctica de la Geometría. (Segunda parte: Construcción de polígonos regulares)". *Elementos de Matemática, 68*, 5-12.

NÚÑEZ, J. M. (2003) "El tablero medieval de cálculo y las operaciones con números romanos: estudio histórico y pedagógico". *Revista EMA. Investigación e Innovación en Educación Matemática, 8(2)*, 183-207.

NÚÑEZ, J. M. (2004) "La aritmética de Boecio y la ritmomaquia. Teoría y práctica del juego medieval de los sabios". *Anuario de Estudios Medievales, 34(1)*, 279-306.

NÚÑEZ, J. M.- SERVAT, J. (2007) "EL Llibre de geometria d'Abraham Bar Hiyya en l'ensenyament de la matemàtica". *Actes de la II Jornada sobre la Història de la Ciència i l'Ensenyament*, 97-103.

NÚÑEZ, J. M.- SERVAT, J. (2009) "La regla per mesurar els obeliscos quadrats de Domenico Fontana: anàlisi historicodidàctica". *Biaix, 21*, 25-30.

NÚÑEZ, J. M.- SERVAT, J. (2009) "Estructura i context en una col.lecció de problemas de geometría del segle XVI: les "Demandas" de Juan Pérez de Moya". *Actes d'Història de la Ciencia i de la Tècnica, Nova Època, 2 (1)*, 419-426.

NÚÑEZ, J. M.- SERVAT, J. (2011) *La resolució d'igualacions algebraiques i l'arbre analític en el "Compendio matemático" de Tomàs Vicent Tosca (1651-1723). (Actes de la IX Jornada sobre la Història de la Ciencia i l'Ensenyament)*. Barcelona, SCHCT.

MONTANUY, M.- NÚÑEZ, J. M.- SERVAT, J. (1989) "La influencia de la Revolución Francesa en la enseñanza elemental de la aritmética". *Suma, 4*, 21-26.

MONTANUY, M.- NÚÑEZ, J. M.- SERVAT, J. (1990) "La Matemática en la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona: las memorias durante el período 1770-1890". *Llull, 13(24)*, 107-130.

Algunos de los trabajos realizados por los alumnos del programa de doctorado (por orden alfabético del primer apellido de sus autores):

ALBADALEJO, Carmen: "La teoría de la evolución: historia y utilización didáctica en el aula de ciencias".

ARAVENA, María: "Análisis histórico y epistemológico de la enseñanza de las matemáticas en los libros de texto de la educación superior chilena".

CABRERA, Olga: "La evolución histórica de la enseñanza de las ciencias a través de las pizarras: de la pizarra verde a las pizarras digitales interactivas".

CARANDELL, Nuria: "Estudio comparativo de tres libros de texto de química (1935 – 1977 -1995)".

ENCINAS, Andreu: "De la interpretación del registro fósil a las teorías evolutivas y de la deriva continental: historia e implicaciones didácticas".

ENCISO, Juan: "Evolución del estudio de las máquinas simples en los libros de texto de física en el siglo XX".

FEIXAS, Valentí: "Sobre los orígenes históricos de la relatividad especial".

FERNEY, Beatriz: "Métodos de cálculo de la raíz cúbica en antiguos textos de matemáticas".

GONZÁLEZ, Margarita: "Los programas de matemáticas (1850-1964) en las Escuelas Técnicas Superiores de Ingenieros Industriales".

INGLADA, Neus: "Estudio bibliométrico de las referencias que aparecen en la sección "Investigaciones y Opiniones" de *Uno: revista de didáctica de la matemática* (1 a 26)".

JIMÉNEZ, Gregorio: "De la alquimia a la química: 501 años de libros raros e interesantes".

LÓPEZ, Paula: "Las mujeres en los enunciados matemáticos".

MAIRAL, Sergio: "Evolución histórica y descripción de las pruebas de matemáticas de las PAU durante la LOGSE".

MARÍ, Marc: "Las cónicas en la obra de José Mariano Vallejo".

MARQUÉS, Aida Tatiana: "Investigación histórica sobre la enseñanza de la matemática en el Instituto de Matemáticas Beppo Levi de la Universidad Nacional de Rosario".

MARTORELL, Antonia: "La enseñanza de las matemáticas en Mallorca a finales del siglo XVIII y durante el siglo XIX".

MORALES, Maurici: "La compleja historia de la enseñanza de las matemáticas y de las ciencias experimentales en la edad moderna portuguesa".

NÚÑEZ, Eva: "Instrumentos científicos: patrimonio histórico de la ciencia".

POLONIO, Dolores: "3º de ESO versus 1º de BUP desde la perspectiva de los libros de texto de matemáticas".

RAMOS, Ana Beatriz: "Análisis comparativo de los contenidos de las revistas de didáctica de la matemática *Números y L'Escaire*, entre 1981 y 1985".

RIVAS, Isabel: “Conceptos y procedimientos matemáticos de las culturas precolombinas incluidos en los libros de texto actuales”.

RUBIO, Norma: “Aproximación histórica a los diagramas de Voronoi”.

SANTISTEBAN, Antonio: “La posición pedagógica de Pere Vergés y la enseñanza de las ciencias en la Escuela del Mar de Barcelona”.

TENORIO, María Guadalupe: “Los personajes y los eventos históricos en la enseñanza de la química en México durante los siglos XVIII, XIX y XX”.

THAQI, Xhevdet: “Contenidos geométricos en los programas de matemáticas de las escuelas normales españolas desde mediados del siglo XIX hasta mediados del siglo XX”.

VIDAL, Salvador: “Investigaciones históricas en el Museo de la Ciencia de Barcelona”.

VILA, Berta: “Análisis de los recursos gráficos utilizados en los libros de texto para introducir el concepto de semejanza”.

ÁREA TEMÁTICA V

LA IMPLEMENTACIÓN DE LA HISTORIA DE LAS CIENCIAS Y DE LAS TÉCNICAS EN EL AULA

BLANCO ABELLÁN, M. (coord.) (2014) *Enseñanza e Historia de las Ciencias y de las Técnicas: Orientación, Metodologías y Perspectivas.* Barcelona, SEHCYT, p. 277.

ANTONI DE MARTI I FRANQUÈS: GENERACIÓN ESPONTÁNEA, DISIDENCIA RELIGIOSA Y ENSEÑANZA DE LA BIOLOGIA[1]

Agustí CAMÓS CABECERAN
CEHIC-UAB, CFA El Clot.

Resumen

Entre los siglos XVII y XIX se produjo un gran debate científico entorno de la generación espontánea. El científico catalán Antoni de Martí i Franquès realizó un gran trabajo experimental a finales del siglo XVIII y principio del XIX con el objeto de comprobar científicamente su existencia, pero nunca llegó a publicar los resultados porque pensaba que la defensa de la generación espontánea era contraria a la doctrina de la Iglesia católica. El estudio del desarrollo histórico de esta polémica permite que los alumnos comprendan mejor como se produce el avance científico, las circunstancias en que se desarrolló en el Estado Español y reproducir alguno de los experimentos históricos.

Abstract

The spontaneous generation allowed an important scientific debate during the 17th and 19th centuries. At the end of the 18th century and beginning of the 19th the Catalan scientist Antoni de Martí i Fraquès made a great experimental work and concluded that the spontaneous generation was true. However he never came to publish his conclusions because he thought the defense of spontaneous generation was contrary to the doctrine of the Catholic Church. Going in depth into the historical studies on this debate allows the students to better understand how the scientific progress took place, the past circumstances in Spain and also enable to reproduce some historical experiments.

Palabras clave: Martí Franquès, generación espontánea, enseñanza.

Keywords: Martí Franquès, spontaneous generation, teaching.

Introducción

El largo debate entorno la existencia de la generación espontánea constituye un tema de estudio que permite aproximar a los alumnos a la forma en que se produce el avance científico, alejándonos de las

[1] Esta comunicación se enmarca en el proyecto «Ciencia y creencia entre dos mundos. Evolucionismo, biopolítica y religión en España y Argentina» (HAR2010-21333-C03-03), financiado por la Dirección General de Investigación, Ministerio de Economía y Competitividad.

habituales visiones anacrónicas y acumulativas. Además junto a los grandes científicos de diversos países que protagonizaron dicha controversia, puede citarse a científicos de nuestro país que también desarrollaron una notable actividad en relación a este debate. No se trata de hacer chovinismo, sino de aproximar a los alumnos a personajes que pueden sentir más cercanos e identificar en paisajes conocidos. También permite que los alumnos puedan conocer las circunstancias en que tuvieron que realizar su trabajo los científicos del siglo XVIII y XIX en el Estado Español, y en este caso podremos analizar también como las creencias religiosas condicionaron el trabajo científico de Martí.

Antoni de Marti i Franquès

Martí era natural de Altafulla, una población costera situada a pocos kilómetros de la ciudad de Tarragona, donde nació en el año 1750. Disfrutó de una buena situación económica que le permitió desarrollar una gran actividad científica a la que pudo dedicar amplios recursos. Aunque asistió durante unos años a la universidad de Cervera, su formación como científico y naturalista fue básicamente autodidacta. Fue miembro de la *Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona* y de la *Real Academia Médico Práctica de Barcelona*, donde presentó cinco memorias. Su gran trabajo científico y experimental lo realizó en su gabinete, donde hizo numerosos experimentos sobre la química del aire, la alimentación, la generación y la hibridación de los vegetales. Además constituyó notables colecciones botánicas y geológicas, y una gran biblioteca científica con publicaciones que recibía de diversas ciudades europeas, que le permitía estar al corriente de los avances que se producían en el continente.

Solo conocemos el contenido de tres de las cinco memorias que presentó en las academias barcelonesas, y dos de ellas tuvieron una notable repercusión. En la que llevaba por título "Sobre la cantidad de aire vital que se halla en el aire atmosférico y sobre los varios métodos de conocerla", Martí hizo el cálculo más preciso de su tiempo sobre la composición del aire atmosférico, estableciendo definitivamente los conocidos porcentajes del 78% de nitrógeno y 21% de oxigeno, lo que tuvo una notable repercusión incluso más allá de nuestras fronteras [GRAU, 2011, pp. 34-40]. Huelga decir que en muy pocas aulas de nuestro país se cita el trabajo experimental de Martí cuando se habla de la composición de la atmósfera.

La otra memoria que tuvo una cierta repercusión fue la que llevaba por título "Experimentos y observaciones sobre los sexos y fecundación de las plantas". En ella Martí rebatía experimentalmente la tesis del científico italiano Lazzaro Spallanzani, al demostrar que no era cierto que plantas como el cáñamo o las espinacas pudieran producir semillas únicamente a partir de la parte femenina de su flor sin la participación del polen. Cabe recordar que Spallanzani era sacerdote católico y un arduo detractor de la generación espontánea. Esta memoria constituye el único trabajo de Martí que se imprimió en vida, aunque de la memoria sobre el aire aparecieron resúmenes en diversas publicaciones tanto españolas como extranjeras.

De su trabajo experimental se conservan unas tres mil páginas manuscritas que se encuentran en la biblioteca-hemeroteca de Tarragona. Estas tres mil páginas recogen únicamente los trabajos que realizó entre 1816 y 1828, cuando tenía entre 66 y 78 años, sin embargo contiene decenas de millares de observaciones que se han trascrito tan solo en una mínima parte. Los manuscritos de sus experimentos realizados hasta 1811, cuando tenía 61 años, se perdieron irremediablemente en el asalto de las tropas napoleónicas a la ciudad de Tarragona. Por tanto del trabajo científico de Martí solo conocemos tres memorias, los manuscritos de sus últimos años de trabajo y el testimonio de sus contemporáneos.

La generación espontánea

Uno de los problemas sobre los que Martí realizó más trabajo experimental fue la generación espontánea. No leyó ninguna memoria ni publicó nada sobre este tema, pero conocemos a través de los manuscritos que se conservan y de testimonios de sus contemporáneos que fue éste uno de los temas sobre los que más experimentó [TORRES AMAT, 1836, p. 381; PARCET 1907, p. 700; ELÍAS DE MOLINS, 1895 II, pp. 93-94].

Los manuscritos de Martí muestran que estaba convencido de que era capaz de producir seres vivos simples a partir de restos o excrementos, y que se preguntaba si era posible generar organismos a partir solamente de agua, sustancias minerales y luz [CAMÓS 2013a, pp. 4-5].

La existencia de la generación espontánea es uno de los problemas biológicos más debatidos desde el mundo clásico hasta la actualidad. En el proceso histórico que ha seguido este debate podemos comprobar cómo distintos científicos han tratado de defender o desacreditar esta tesis haciendo numerosos experimentos, y teniendo posicionamientos filosóficos y teológicos muy distintos [FARLEY, 1977, p. 1]. Por ejemplo dos contemporáneos de Martí que eran sacerdotes católicos, Spallanzani y Needham, tenían posiciones contrarias que defendían a partir de su trabajo experimental.

La disidencia religiosa

Teniendo en cuenta el enorme esfuerzo intelectual y experimental que Martí desarrolló para abordar el problema de la existencia de la generación espontánea, cabe preguntase porque no hizo públicos sus trabajos. En este sentido su amigo el clérigo Félix Torres Amat señala en su biografía una posible causa, "fue el temor de que muchos, más por ignorancia que por malicia, se levantarían contra él. Y quizás le acusarían de hereje o impío" [TORRES AMAT, 1836, p. 383].

Conocemos que Martí había llegado a través de sus experimentos e investigaciones científicas a una serie de conclusiones que parecían estar en contradicción con aquello que defendía la Iglesia católica. Estas contradicciones se centraban en tres temas que eran debatidos en los medios científicos europeos de finales del siglo XVIII y principio del XIX. Estas ideas conflictivas consistían en suponer una enorme antigüedad a la Tierra, y aceptar la posibilidad de la transformación de los organismos y la generación espontánea.

Estos problemas llevaron a Martí a consultar a un clérigo amigo suyo si estos tres planteamientos eran contrarios a la religión católica. Torres Amat, que con toda probabilidad fue el clérigo escogido por Martí, relata este encuentro en su biografía de Martí [Torres Amat, 1836, p. 384]. Las respuestas del clérigo pueden ser sorprendentes puesto que consideró que ninguno de los tres planteamientos era contrario a la fe católica, desarrollando su argumentación con el apoyo de sus vastos conocimientos bíblicos, de historia de la iglesia y de doctrina católica. Cabe recordar que Torres Amat era un clérigo liberal que tuvo muchos enfrentamientos con los sectores más conservadores de la Iglesia católica española e incluso con el propio Vaticano [Camós 2013b].

A pesar de todo Martí no se decidió a publicar nada, aunque algunos de sus coetáneos como el propio Torres Amat [1836, p. 381] o el naturalista Agustí Yañez le insistieran hasta los últimos años de su vida [1820, p. 219]. Después de su muerte continuaron los esfuerzos para la publicación de los trabajos de Martí, especialmente por parte de ciertos académicos de la *Real Academia de ciencias y Artes de Barcelona*, pero no llegaron a fructificar [QUINTANA, 1935, pp. 174-175]. Además sabemos que después de su muerte un clérigo revisó los materiales que había dejado para expurgarlos de cualquier elemento que considerara contrario a la fe católica, por encargo de su religiosa familia. [ELÍAS DE MOLINS, 1895, p. 95]. También conocemos a través de uno de sus descendientes, el naturalista Joaquim Castellarnau, que decenios más tarde lo que restaba de la biblioteca de Martí fue de nuevo expurgada de elementos considerados anticatólicos, en particular aquellos favorables a la generación espontánea [QUINTANA, 1935, pp. 87-88].

Así pues, las convicciones religiosas de Martí junto a la presión que ejercía la Iglesia católica sobre la sociedad en general y sobre los descendientes de Martí en particular, fueron decisivos para que no se publicara ningún trabajo del naturalista tarragonés sobre la generación espontánea.

Generación espontánea y enseñanza de la biologia

Aunque la generación espontánea es poco tratada en la enseñanza secundaria en el Estado Español, se trata de un tema que podría fácilmente introducirse en el marco de la programación actual de las asignaturas

de ciencias de la naturalaza y biología en la ESO, así como en biología y ciencias para el mundo contemporáneo en el bachillerato.

El estudio de la polémica en torno a la generación espontánea que los científicos han desarrollado a lo largo de los siglos, permite trabajar y reflexionar sobre distintos aspectos relativos a la naturaleza de la ciencia y su desarrollo. Así podemos comprobar cómo un mismo concepto ha sido aceptado como científico durante determinados períodos, mientras que en otros ha sido considerado como inadmisible científicamente. Pero esta aceptación o negación de la existencia de la generación espontánea se ha hecho en muchos casos recurriendo a datos recogidos de la experiencia y a experimentes diseñados especialmente para este fin. Además detrás tanto de las posturas de defensa o de descalificación del proceso encontramos a grandes científicos; así Buffon, Needham, Lamarck o el propio Martí defendieron la generación espontánea, mientras que Redi, Bonnet, Spallanzani o Pasteur la rechazaron.

Por otra parte la polémica permite reproducir experimentos hechos por muchos de estos científicos, como los de Redi, Spallanzani y Pasteur, por ejemplo, y discutir con los alumnos sobre su diseño y interpretación. También puede analizarse como pueden influenciar en el debate científico factores externos a la ciencia como la religión, como en el caso de Martí. Con todos estos datos no es extraño que se considere este debate como un interesante tema de estudio en la formación de los nuevos profesores de biología [FERRIÉRE, 2012, pp. 161-179].

Sin embargo cuando analizamos la presencia de este tema en los medios de divulgación de la ciencia y en textos de enseñanza actuales, acostumbramos a encontrar explicaciones anacrónicas en torno a la generación espontánea y pocas propuestas para estudiar a fondo el debate y reproducir algunos experimentos. En los distintos textos aparece explicado correctamente el concepto de generación espontánea, pero acostumbra a estar acompañado de determinados términos que sugieren que la defensa de la generación espontánea era un hecho en cierta medida infantil o ridículo, no científico. No reflejan la idea de que la generación espontánea a parte de estar avalada por la observación empírica, también lo estuvo por multitud de trabajos experimentales aunque actualmente rechacemos su existencia.

Por ejemplo, el paleontólogo Jordi Agustí en su libro *Fósiles, genes y teorías. Diccionario heterodoxo de la evolución,* en relación a las teorías evolucionistas escribe: “En esta concepción, Lamarck da cabida incluso a la generación espontánea” [AGUSTÍ, 2003, p. 159]. Esta afirmación encierra un cierto menosprecio tanto a los planteamientos de Lamarck como a la propia generación espontánea; el término “incluso” situado delante de generación espontánea parece darnos a entender que la aceptación de este proceso constituiría la culminación de la simplicidad de la teoría de Lamarck al aceptar la generación espontánea. En realidad este menosprecio a los planteamientos de Lamarck en general es una situación todavía bastante extendida en la actualidad [CAMÓS, 2007, pp. 105-112].

Si nos atenemos a los libros de texto actuales de secundaria comprobaremos que en pocos de ellos se trata el tema de la generación espontánea, ni siquiera cuando se aborda el modelo evolucionista de Lamarck que incluye este proceso como uno de sus elementos más relevantes [CAMÓS, 2009]. Solo lo encontramos tratado sucintamente en la mayor parte de los libros de texto de la asignatura de ciencias para el mundo contemporáneo, y evidentemente en ninguno de ellos se habla de Martí Franquès.

Hemos analizado el tratamiento de este tema en siete libros de texto de ciencias para el mundo contemporáneo publicados en Cataluña, y aparece tratado en todos excepto en el de editorial Santillana. Curiosamente en dos casos aparece de nuevo ligado al término “incluso” (fins i tot en catalán), que denota un cierto tratamiento peyorativo como ya hemos visto. Así en el libro de texto editorial Castellnou leemos: “... i fins i tot un cèlebre alquimista va elaborar una recepta per crear ratolins” [CUADROS, 2008, p. 66]. Y de forma análoga en el texto de la editorial Casals leemos “Fins i tot es van arribar a proposar fórmules per obtenir essers vius” [FORNELLS, 2009, p. 20]. En ambos casos se refieren a los trabajos de Van Helmont entorno a este tema.

En el texto de editorial Teide también se refiere a las propuestas de Van Helmont elogiándole, aunque sospechosamente sin referir-se a él de forma clara como científico. En el texto puede leerse, “L’obtenció d’animals per generació espontània semblava tan fàcil i habitual que el prestigiós alquimista i metge flamenc Van Helmont va donar al segle XVII una recepta” [GRAU, 2008, p. 29]

Más grave es la afirmación que encontramos en el libro de la editorial Barcanova: "La concepció espontaneista s'ha mantingut per ser una explicació immediata i senzilla que dóna resposta a fets o problemes quotidians sense contrastar experimentalment" [RUBIO, 2008, p. 32]. Afirmar que la generación espontánea se ha mantenido a lo largo del tiempo sin contrastarse experimentalmente significa, o bien desconocer el intenso debate que se produjo alrededor de este tema entre los siglos XVII y XIX, o bien desconocer cómo se desarrolla el proceso de avance científico, lo que sería aun más grave.

Un error histórico menor lo encontramos en el texto de la editorial Vicens Vives. En dicho texto se afirma lo siguiente: "El problema fonamental consisteix en saber com es van originar els primers organismes. Aquesta qüestió va començar a plantejar-se en la dècada de 1920" [DELIBES, 2008, p. 32]. El problema del origen de los primeros organismos estaba ya planteado desde siglos atrás, sin embargo es cierto que hacia 1920 es cuando se realizan aproximaciones científicas de gran interés a través de los trabajos de Oparin y Haldane.

También hemos de señalar el buen enfoque que encontramos en el libro de la editorial McGraw-Hill. En dicho texto leemos: "La idea d'una generació espontània o abiogènesi era facilment constatable amb les observacions que qualsevol podia fer, - era, per tant, una teoria científica- i amb sentit comú" [LÓPEZ, 2008, p. 33]. Tan solo en este texto queda claramente reflejado que la generación espontánea era una teoría científica contrastable a través de observaciones y planteada racionalmente. Sin embargo tampoco se propone un estudio más a fondo sobre el debate ni la reproducción de experimentos sobre el tema.

Conclusiones

El tema de la generación espontánea actualmente se trata muy poco en la enseñanza en el Estado Español, y cuando se trata se hace de forma sucinta y a menudo anacrónica. Sin embargo el estudio del debate científico que se produjo sobre este tema entre los siglos XVII y XIX permite que los alumnos puedan comprender mejor como se produce el avance científico, y reproducir algunos notables experimentos históricos. Además introducir la figura de Antoni Martí y las circunstancias en que desarrolló su actividad puede ayudar a conocer mejor las dificultades con que se encontraba la práctica científica en el Estado Español en estos siglos.

Bibliografía

AGUSTÍ, J. (2003) *Fósiles, genes y teorías. Diccionario heterodoxo de la evolución.* Barcelona, Tusquets editores.

CAMÓS, A. (2007) *De la història natural a l'evolucionisme: Aspectes de l'estudi de la natura a Catalunya i a Espanya als segles XVIII i XIX*. Director, J. Arrizabalaga, http://www.tdx.cat/TDX-0314108-153139

CAMÓS, A. (2009) "L'ús de la història de la ciència en l'explicació de la teoria de l'evolució a l'ensenyament secundari". *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra, VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 3704-3709 http://ensciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-3704-3709.pdf

CAMÓS, A. (2013a) "Antoni de Martí i Franquès, la generación espontánea y la transformación de los organismos". En prensa.

CAMÓS, A. (2013b) "Antoni de Martí i Franquès i Fèlix Torres Amat: Ciència i dissidència religiosa a la Catalunya d'inici del segle XIX". En prensa.

CUADROS, J. *et alt.* (2008) *Ciències per al món contemporani*. Barcelona, Castellnou.

DELIBES, M. *et alt* (2008) *Ciències per al món contemporani*. Barcelona, Vicens Vives.

ELIAS de MOLINS, A. (1895) *Diccionario biográfico y bibliográfico de escritores y artistas catalanes del siglo XIX.* Barcelona, Imprenta de Calzada, 2 vol.

FARLEY, J. (1977) *The spontaneous generation controversy from Descartes to Oparin*. Baltimore, Johns Hopkins University Press.

FERRIÈRE, H. (2012) "Remarks about ethical specificities of presenting an on line resources in history of biology

for inquiry-based science teaching". En: BRUNEAU, O. et alt, *Innovative Methods for Science Education: History of Science, ICT and Inquiry Based Science Teaching*. Berlin, Frank & Timme, pp. 161-179.

FORNELLS, M. *et alt.* (2009) *Ciències per al món contemporani*. Barcelona, Casals.

GRAU, R. *et alt* (2008) *Ciències per al món contemporani*. Barcelona, Teide.

GRAU, J. (2011) "La química de l'aire". A: Martí, A. *La química de l'aire*, Tarragona, Publicacions URV, pp. 15-46 i 163-164.

LÓPEZ, A. et alt (2008) *Ciències per al món contemporani.* Madrid, McGraw-Hill.

PARCET, J. (1907), "Necrología de Dn. Antonio Martí y Franqués escrita por el doctor Jaime Parcet, leída el 20 noviembre 1832". *Boletín Arqueológico de Tarragona*, n. 20, 1a. época, n. 20, p. 695-700.

QUINTANA, A. (1935), "Antoni Martí Franquès. Memòries originals. Estudi biogràfic i documental". *Memòries de l'Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona*, 3ª época, vol. XXIV.

RUBIO, N et alt. (2008) *Ciències per al món contemporani.* Barcelona, Barcanova.

TORRES AMAT, F. (1836), *Memorias para ayudar a formar un diccionario crítico de los escritores catalanes.* Barcelona, Imprenta de A. Verdaguer.

YAÑEZ, A. (1820) *Lecciones de historia natural*. Barcelona, Viuda Roca.

BLANCO ABELLÁN, M. (coord.) (2014) *Enseñanza e Historia de las Ciencias y de las Técnicas: Orientación, Metodologías y Perspectivas.* Barcelona, SEHCYT, p. 283.

SALTOS (PERIODOS) HISTÓRICOS DE LA QUÍMICA EN EL LABORATORIO

Josep M. FERNÁNDEZ NOVELL
Departamento de Bioquímica y Biología Molecular. Universidad de Barcelona.
jmfernandeznovell@ub.edu

Resumen

Se ha detectado una pérdida de interés por parte de la juventud actual hacia el mundo científico. Si se quiere motivar a los estudiantes de secundaria hacia el estudio de las ciencias, más concretamente de la química, debe llevarse a cabo con la ayuda de la historia de la química como complemento experimental en clase. La historia de la química viene marcada por unos experimentos determinados a lo largo del tiempo y unos científicos excepcionales como: Hales, Lavoiser, Volta, Bunsen, Dewar, Curie entre otros. Como posible herramienta didáctica se presentan unos experimentos de química para que se realicen en los laboratorios de secundaria y bachillerato. Están organizados siguiendo el orden en que se produjeron: el fuego y el horno de arcilla, el vidrio soplado, la electrólisis, la espectroscopía, la destilación del aire líquido y la radioactividad. El alumnado entiende la existencia de una serie de saltos (periodos) en la historia de la química que se mueven en paralelo a la aplicación de nuevas técnicas y al descubrimiento de nuevos elementos químicos. Esta aproximación histórica, sobre el avance en el campo de la química trabajado en clase y en el laboratorio, ha permitido a los alumnos de estos niveles educativos tener una idea más real de la relación existente entre la química, las nuevas técnicas empleadas y su avance. Todo ello siempre está relacionado con la vida diaria, con la realidad de la sociedad en la que se han producido estos avances. El objetivo final es mejorar la opinión general sobre la química, mejorar su enseñanza en la clase y que el profesorado de secundaria introduzca la historia de la química como una nueva herramienta didáctica que aporta muy buenos resultados.

Abstract

There has been a loss of interest from today's youth to the sciences. If you want to motivate high school students to the study of science, specifically chemistry, should be carried out with the help of the history of chemistry. This is marked by specific experiments and exceptional characters: Hales, Lavoiser, Volta, Bunsen, Dewar, Curie among others.

Some chemistry experiments are presented and they carried out in the laboratories of secondary and high school. They are organized in the order in which they occurred: the fire and the furnace of clay, glass blowing, electrolysis, spectroscopy, distillation of liquid air and radioactivity. Students understand the existence of some jumps (periods) into the history of chemistry that move parallel to the application of new techniques and the discovery of new chemical elements. This historical approach, on the progress of chemistry, was worked in class and in the laboratory. Secondary school students have a more realistic idea of the relationship between

chemistry, new techniques employed and their progress. This approach is always related to the society in which these developments have occurred. The goal is to improve the general understanding of the chemistry, improve teaching chemistry in classroom and, finally, secondary school teachers must use the history of chemistry as a new teaching tool that provides very good results.

Palabras clave: Química, historia, experimentos, herramienta didáctica.

Keywords: Chemistry, history, experiments, teaching tool

Introducción

¿Por qué la mayoría de jóvenes españoles no quiere saber nada sobre la química, o sobre la física, matemáticas, etc.? Porqué como ya explicaron Martínez et al. [1998] se ha producido una pérdida de interés por parte de dicha juventud hacia el mundo científico. Encontramos dos aspectos que confluyen en esta desafección hacia la ciencia, uno social y otro académico.

En el aspecto social, todavía hoy en día "tener cultura" es sinónimo de ser conocedor de las letras, el arte o la historia. Una persona "culta" debe saber quien fue Cervantes o los Reyes Católicos pero no se considera un problema que esta persona no sepa quien fue Galileo o, incluso, que no sepa que Isaac Peral inventó el primer submarino, en definitiva, que no tenga ni las mínimas nociones sobre ciencia que las que se exigen a cualquier escolar. Como muestra de ello se pueden citar ejemplos obtenidos de las redes sociales de Internet (youtube) donde políticos españoles han dicho en declaraciones públicas: "Porqué, ¿qué sería de nosotros si no nos dijeran los astrólogos o los astrónomos como son las cosas que nos podemos encontrar allí, en el más allá?".

Cuando se divulgó la noticia de que España es el país de la EU que más ha aumentado sus emisiones de CO_2, se preguntó a algunos políticos sobre qué es el CO_2 y cómo evitar su emisión. Sus respuestas fueron: "Pues eso una C y una O con un dos abajo" o "Es una cosa química, contaminante, que además estropea lo que hay arriba del todo. Se evitaría su emisión produciendo cosas limpias, no sucias". Nuestros políticos no saben qué el dióxido de carbono es un producto de la respiración y públicamente muestran que la ciencia o la química en este caso no les interesa ¿qué mensaje están dando sobre el mundo científico a nuestos jóvenes?

En el aspecto académico, podemos discutir los currículos de ciencia, en particular sobre química, de Catalunya[1] en la enseñanza primaria, secundaria y bachillerato que no están alejados de los de cualquier Comunidad Autónoma del estado o de la directiva del Ministerio de Educación, Cultura y Deportes (MECD)[2].

En la enseñanza primaria, las competencias específicas se centran en la "convivencia" y "habitar el Mundo". Dentro de ellas se encuentra la competencia de "el conocimiento y la interacción con el mundo físico" que no abarca ni la física ni la ciencia como estudio.

En la Enseñanza Secundaria Obligatoria (ESO) el segundo curso está organizado alrededor de los procesos geológicos y los cambios relacionados con las transferencias de energía en los materiales, en los seres vivos y en los ecosistemas. En el tercer curso se pone el acento en explicar el cambio químico, los sistemas eléctricos, el cuerpo humano y los procesos geológicos internos. Y, finalmente, en cuarto curso el alumno podrá escojer las materias de biología y geología o de física y química entre otras muchas optativas.

Si analizamos el currículo de química en el Bachillerato de ciencias, donde si nos ceñimos al territorio del MECD, forma parte de la materia de primer curso de "Física y Química" mientras en segundo sí que se puede estudiar "Química". En Catalunya, la química se encuentra separada de la física desde el primer curso.

[1] Para más información se puede visitar http://www.xtec.cat/web/curriculum/curriculum
[2] Para más información se puede visitar http://www.mecd.gob.es/educacion-mecd/areas-educacion/sistema-educativo.html

Esta asignatura, que no es obligatoria para aquellos estudiantes que quieren seguir una carrera científica (quizás este es el punto para entender el bajo interés de nuestra sociedad hacia la química), en general, se estructura en diversos temas: desde el origen del modelo atómicomolecular de la materia, el enlace entre átomos y moléculas y la geometría molecular hasta el estudio de la radiación, los equilibrios químicos o las pilas y cubas electrolíticas.

No debe estrañar que a raiz de lo expuesto anteriormente que la enseñanza de la química presente, al menos, dos problemas: Primero, la actitud inicial del alumnado que considera a la química como una asignatura difícil de comprender y poco aplicable a la vida diaria. Y segundo, el bajo índice de aprobados en comparación con otras materias del ámbito de las ciencias experimentales. Todo ello lleva a que parte del alumnado de secundaria tenga un bajo interés por dicha materia y por la ciencia en general como ya se ha expresado anteriormente.

¿Cómo se puede solucionar este problema? Realmente ¿tiene solución? Sin lugar a dudas la respuesta debe ser afirmativa y, además, debe llevarse a cabo con la ayuda de la historia de la química explicada en clase.

¿Por qué es necesario enseñar la historia de la química en classe? El estudio de la química no debe limitarse sólo a conocer sus leyes y teorías ni a saber los símbolos de los elementos o ir acumulando datos de experimentos y aprender las biografías de sus actores más importantes. Hay que saber y entender cómo han ido evolucionando las ideas y teorías propuestas por los químicos a lo largo del tiempo[3], así como, las técnicas que han empleado.

Algunos historiadores de la química consideran la química como ciencia, que estudia las propiedades de la materia y sus reacciones, solo desde los tiempos de Antoine-Laurent Lavoisier[4] (1743 -1794). Para otros, aquellos artesanos que hace más de 3.000 o 4.000 años trabajaban con el fuego para obtener cobre o hacer aleaciones como el bronce o el latón, aunque no eran químicos, hacían sin saberlo química.

A lo largo de la historia de la química encontramos unos periodos de tiempo llenos de nuevas ideas, tiempos donde la aparición y desarrollo de nuevas tecnologías permite que se descubran nuevos elementos químicos. Aquí se presentan unos experimentos que explican de forma sencilla esta evolución de la química, y que siguen un orden paralelo al de los descubrimientos del invento de una nueva tecnología que acaba por tener una repercusión muy importante para el avance de la química y, en definitiva, del avance de la sociedad.

Es importante que estos experimentos vayan acompañados con la explicación de su contexto histórico, con ello se busca sorprender al alumnado y captar su atención, ya no son solo experimentos en el laboratorio sino que además tienen relación con el pasado. La historia de la química, utilizada como un recurso didáctico más, puede ayudar en el aprendizaje de los contenidos de esta asignatura y de cualquiera otra.

Metodología

Los experimentos que ponen de manifiesto estos periodos de máxima excitación de la química (Fig. 1.) se presentan por separado y son válidos para ser desarrollados tanto en la ESO como en el Bachillerato:

- Obtención del latón.
- Manipulación y obtención de gases.
- Pila de Volta.
- Espectroscopía.
- Destilación del aire.
- Radioactividad.

[3] Para una revisión ver ASIMOV [1975]; BENSAUDE [1997] y BUTTERFIELD [1965]
[4] Para una revisión de su obra ver LAVOISIER [2000]

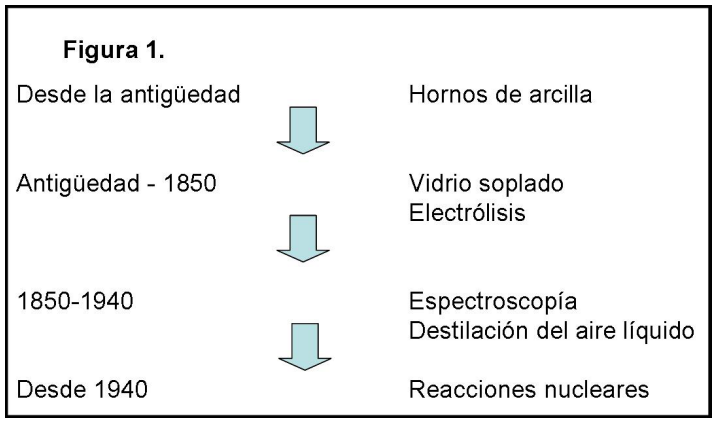


Figura 1. Los cuatro periodos más importantes en el devenir de la química con las tecnologías desarrolladas en ellos.

Experimento 1: Obtención del latón

Desde la prehistoria la humanidad ha observado todos los fenómenos naturales y las alteraciones de las sustancias que nos rodean. En aquellos tiempos, los hombres se convirtieron en químicos prácticos o artesanos ya fuere para producir y mantener el fuego o como primeros metalúrgicos al usar y trabajar unos materiales extraños y difíciles de encontrar pero maleables que poseían unas propiedades que la piedra no les podía dar. Estos materiales fueron los metales, básicamente el cobre y el oro porque son de los pocos metales que se encuentran libres en la naturaleza también conocían la plata, el plomo, el estaño, el hierro y el mercurio. Posteriormente, en hornos hechos en el suelo, aquellos "artesanos" hicieron aleaciones de cobre, como el latón (sin conocer el zinc) y el bronce gracias a que consiguieron aumentar la temperatura del horno, soplando aire con unos tubos de caña o, en otras palabras, insuflando oxígeno al fuego. Como indica Esteban [2002] mejoraron dicha técnica y obtuvieron hierro. La guerra de Troya, descrita por Homero en la Ilíada, empezó alrededor del 1200 aC. Seguro que tuvo relación con una invasión desde el norte de los dorios que ya utilizaban espadas de hierro, mucho más resistentes que las de bronce y éstas más resistentes que las primeras de cobre.

Para nuestros antepasados, el bronce, una aleación de cobre y estaño que tenía ventajas frente al cobre, ya que, era más duro y muy resistente al roce y a la corrosión. Esto hacía que tuviera una mayor durabilidad. Otra aleación, que también usaron pero con menos frecuencia, fue el latón, una mezcla de cobre y zinc, que ofrecía unas propiedades mecánicas mayores que el cobre pero nunca pudo rivalizar con el bronce.

Más adelante, como expone Martín [1998] aquellos artesanos se dedicaron a la búsqueda de la piedra filosofal, materia muy poderosa que podía transformar cualquier sustancia en oro, los alquimistas sentaron la base de un conocimiento que se basa en el estudio de la materia, la química. La magia de la alquímia se convirtió en ciencia gracias a personas como Lavoisier, pero esto ya es otra historia.

Laboratorio 1

En el laboratorio se puede obtener latón a partir de calentar a la llama una moneda de cobre a la que, previamente, se le ha electrodepositado zinc según:

- Se sumerge la moneda de cobre en una solución de hidróxido de potasio (KOH) 5M que contiene zinc en polvo Para favorecer la reacción se puede calentar ligeramente la solución.
- Una vez se observa la deposición del zinc se extrae la moneda y se deja secar.
- Se obtiene el latón calentando a la llama la moneda anterior.

Figura 2.

Figura 2. Obtención de latón a partir de calentar a la llama una moneda de cobre que tiene zinc depositado en su superficie.

Experimento 2: Obtención de dióxido de nitrógeno (NO_2)

Durante los siglos siguientes se estudiaron las sustancias sólidas y las líquidas que se encontraban en la naturaleza. También se trabajaron aquellas que se producían, que se desprendían en los experimentos. En realidad, los alquimistas habían obtenido con cierta frecuencia "aires" y "vapores" que llenaban sus laboratorios, pero eran sustancias resbaladizas, pesadas de estudiar, difíciles de atrapar y fáciles de ignorar. La única sustancia aérea conocida y estudiada fue el aire, considerada como un elemento desde la Grecia clásica, que era suficientemente diferente de las otras sustancias conocidas.

Pero a partir del siglo XVI se extendió la fabricación de vidrio soplado que se podía calentar y, posteriormente enfriar, sin que se acabara rompiendo. Gracias a esta nueva tecnología, a este salto cualitativo, se profundizó en el estudio de los gases. Ya en el siglo XVII Robert Boyle (1627-1691) estudió la compresibilidad de los gases en la "ley de Boyle-Mariotte" como se puede ver en Boyle [2012]. Se pueden citar dos grandes eventos en el estudio de los gases, el descubrimiento de la bomba de vacío de Otto von Gericke (1602-1686) y el invento de la cuba neumática por Stephen Hales (1677-1761) quien se centró en recoger los gases sobre agua. Así, los vapores formados en una reacción química los conducía, a través de un tubo, hacia el interior de un recipiente que había llenado de agua y colocado boca abajo dentro de un cubo lleno de agua. El gas burbujeaba dentro del recipiente, desplazaba el agua y la forzaba a salir a través del fondo abierto y se obtenía el recipiente lleno de gas o gases formados en la reacción. Esta técnica tan sencilla fue muy importante para el estudio de los gases ya que sino se podían recoger no se podían estudiar. Durante este periodo se aislaron o descubrieron los elementos químicos: el arsénico, el antimonio y el fósforo.

Laboratorio 2

La obtención de hidrógeno a partir de ácido clorhídrico y zinc es una práctica común en todos los laboratorios de secundaria. El hidrógeno producido en la reacción se acumulará en el matraz de reacción y, como es un gas menos denso que el aire, se puede recoger en una probeta invertida y sumergida en un vaso lleno de agua, este montaje es muy parecido al que ideó Hales.

Se puede obtener dióxido de nitrógeno, un gas más denso que el aire y que se puede trasvasar de un recipiente a otro. Su obtención será según:

- Se hace reaccionar unas monedas de cobre, de 1 céntimo, con ácido nítrico y rápidamente se observa la formación de un gas marrón-amarillento, el NO_2.
- Se puede repartir el gas formado entre dos erlenmeyers.
- Se tapan los recipientes con un plástico.
- Se observa la diferencia de color del gas cuando es calentado o enfriado (Fig 3.).

Figura 3.

Figura 3. Confinamiento de NO_2 gas en un matraz y un erlenmeyer para observar la distinta coloración al enfriarlos.

Experimento 3: La pila de Volta

Alessandro Volta en el año 1800 apiló discos de plata alternados con otros de zinc separados ambos por discos de cartón mojado con salmuera. Esta "pila" que se conoce como la pila de Volta, producía una corriente eléctrica cuando el extremo superior e inferior se unían mediante un cable relacionando directamente las reacciones químicas con la electricidad[5]. Tampoco era descabellado pensar que si una reacción química podría producir una corriente eléctrica, ésta pudiera provocar una reacción química. Así, el químico inglés Humphry Davy (1778-1829) tuvo la idea de "separar" los elementos que formaban los compuestos químicos, es decir, descomponer los compuestos químicos haciendo pasar electricidad a través de ellos. Hizo pasar una corriente eléctrica a través de potasa fundida (carbonato de potasio) y consiguió liberar gotas de potasio.

Davy fue el padre de la electrólisis y su ayudante Michael Faraday (1791-1867) impulsó la electroquímica, una nueva técnica, muy extendida tanto en el mundo industrial como en el de la investigación. Faraday descubrió en 1833 las leyes de la electrólisis. Gracias a la electrólisis se descubrieron: el sodio, el potasio, el estroncio, el calcio y el bario. También se obtuvieron gases como el oxígeno, el hidrógeno, el nitrógeno y el cloro.

Figura 4.

Figura 4. A la izquierda la Pila de Volta (Museo de la ciencia, Geneve). A la derecha el montaje de una pila voltaica dentro de una jeringuilla y la medida de la electricidad que proporciona.

Laboratorio 3

En un laboratorio se puede construir una pila derivada de la pila voltaica.

[5] Para una revisión ver GRAPÍ [2008]

- En una jeringa se coloca una moneda de cobre, encima una placa de zinc y luego un papel mojado con una solución de cloruro de sodio (NaCl) 4M,
- Para garantizar la circulación de los electrones de un extremo al otro, se repite este montaje hasta tener unos 10 apilamientos
- Con la ayuda de un tester se mide experimentalmente la corriente eléctrica producida por la pila.

Experimento 4: La espectroscopía

Isaac Newton (1642-1727) comprobó que un haz de luz blanca (no necesariamente procedente del Sol), que incidiera en un prisma óptico, se descomponía en el espectro de los colores del arco iris, del rojo al violeta. En el año 1814, Joseph von Fraunhofer (1787-1826) hizo pasar luz a través de una rejilla y luego a través de los prismas triangulares que él mismo fabricaba. Observó que la luz del Sol formaba un espectro de colores con una serie de líneas oscuras, así empezó la espectroscopía. Posteriormente, Robert Wilhelm Bunsen (1811-1899) inventó el mechero Bunsen en el que ardía una mezcla de gas y aire para producir una llama caliente que fue la fuente de luz para estudiar los espectros de líneas luminosas que emitían los metales incandescentes calentados. Estas líneas sirvieron para proporcionar información sobre dichos metales. Actualmente, astrónomos y físicos hacen uso de la espectroscopía para analizar el espectro de emisión de los planetas, las estrellas o los meteoritos y descubrir de qué elementos están formados[6]. Con la espectroscopía se descubrieron los elementos químicos llamados gases nobles: helio, neón, argón, kriptón, xenón y radón

Laboratorio 4

La espectroscopía a la llama se puede llevar a cabo en el laboratorio con cierta facilidad, si se dispone de un mechero bunsen o una lámpara de alcohol para producir la llama y de un espectroscopio que puede ser manual o construido por el propio alumnado[7].

- Se puede quemar los compuestos en forma de polvos o como soluciones alcohólicas del elemento a estudiar.
- Los elementos más comunes en los laboratorios de secundaria dan a la llama:

  El litio una llama rojiza intensa, el sodio amarilla, el potasio violeta, el estroncio roja, el cobre azul-verdosa, el calcio rojo-anaranjada y el bario verde claro.

Figura 5.

Figura 5. De izquierda a derecha, espectro de emisión del CuCl, del LiCl y del NaCl.

Los dos saltos siguientes en la evolución histórica de la química, la destilación del aire líquido y la radioactividad, conllevan una parte experimental muy alejada de las posibilidades materiales y de seguridad de los centros de secundaria. Pero no por ello se deben obviar o eliminar de un tratamiento histórico-experimental de la química, ambos periodos se pueden/ se deben enseñar al alumnado bajo otro tratamiento.

[6] Para una revisión ver OWEN [2011]

[7] Se puede seguir la construcción de espectroscopios sencillos en la siguiente web: http://www.jpimentel.com/ciencias_experimentales/pagwebciencias/pagweb/la_ciencia_a_tu_alcance/Experiencias_fisica_construccion_de_espectroscopios.htm

Experimento 5: La destilación del aire

Para destilar el aire, éste debe estar en estado líquido. La posibilidad de obtener temperaturas muy bajas permitió obtener oxígeno y nitrógeno líquidos hacia finales del siglo XIX.

Estos líquidos solo se pueden conservar en un vaso Dewar, lo que comunmente denominamos un "termo". Estas técnicas de licuación de los gases como el oxígeno, el nitrógeno o el aire, permitió llegar a los -200ºC.

Laboratorio 5

En los laboratorios universitarios se puede disponer de nitrógeno líquido para conservar muestras biológicas o almacenar células, por ejemplo. La temperatura a la que se encuentra casi -196ºC le hace excepcionalmente peligroso en presencia de jóvenes de secundaria, el profesorado deberá actuar con muchas precauciones.

- Se puede inchar un globo y cerrarlo con un nudo.
- El profesorado, con guantes protectores, lo introducirá en el N_2 líquido.
- Por efecto de la baja temperatura el globo disminuirá su volumen.
- Si se extrae el globo del N_2 líquido se observará que, a temperatura ambiente, el globo vuelve a "incharse" como estaba en un principio (Fig. 6.).

Figura 6.

Figura 6. Se observa el globo introducido en N2 líquido y como se vuelve a "inchar"

Experimento 6: La radioactividad

La historia dice que a finales del siglo XIX la radiactividad fue descubierta casualmente por Henri Becquerel (1852-1908) al comprobar que un mineral de uranio envuelto en papel negro velaba una placa fotográfica. La única explicación era que el mineral emitía "algo", una radiación penetrante que Marie Curie[8] llamaría más tarde radiactividad.

La radiactividad consiste en la emisión de radiación procedente de núcleos inestables. Entre sus aplicaciones se puede citar desde la bomba atómica y las centrales nucleares hasta la detección, diagnóstico y tratamiento de enfermedades como el cáncer.

Laboratorio 6

Es obvio que no se pueden hacer experimentos sobre la radioactividad en los laboratorios de secundaria, ni tomando precauciones. Pero la radioactividad ha sido el último gran avance en la química que ha marcado un "salto" (no será el último ya que a la vuelta de la esquina tenemos los nuevos materiales derivados del grafeno). Por todo ello, la radioactividad se debe enseñar y discutir en secundaria, un ejemplo podría ser:

- Estructura del átomo. Isótopos

[8] Para una revisión véase CURIE [1993] y la web de los premios Nobel de química: http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/chemistry/laureates/1911

- La vida media de un isótopo radioactivo. Contador Geiger.
- Marie Curie y el radio.
- Seaborg, nuevos isótopos atómicos i el yodo 131.
- Discusión sobre noticias de Fukushima[9].

Figura 7.

Figura 7. Un contador Geiger y medida de los niveles de radiación.

Conclusiones

Los experimentos, que han marcado la historia de la química, han sido utilizados como recurso didáctico por el profesorado de secundaria. Su alumnado ha aumentado el interés hacia la química y ha relacionado su avance con los cambios tecnológicos y sociales de cada periodo estudiado, según:

- Con el fuego y el horno de arcilla, el alumnado estudia la naturaleza de la materia y los primeros elementos químicos.
- Con el apartado del vidrio soplado, estudian los estados de la materia, las leyes de los gases y se demuestra que el aire no es un elemento.
- Con la electrólisis estudian la disociación de las sales en agua, los iones aparecen formando parte de la materia.
- Gracias a la espectroscopía estudian la estructura del átomo, el enlace químico y la aparición de los primeros modelos atómicos.
- La destilación del aire líquido permite estudiar los gases inertes, los gases nobles que no reaccionan con otros elementos.
- Las reacciones nucleares y los isótopos se estudian a partir del conocimiento sobre la radiactividad.

Por todo ello, es imprescindible la presencia y el uso de la historia de la química desde los primeros niveles de la educación de nuestros jóvenes.

Las fotografías de este artículo han sido realizadas por Jordi Fernández Zaragoza y Mireia Díaz Lobo.

Bibliografía

ASIMOV, I. (1975) *Breve historia de la Química. Una introducción a las ideas y Conceptos de la Química,* Madrid, Alianza Editorial.

BENSAUDE, B.; STENGERS, I. (1997) *Historia de la Química*, Madrid, Addison-Wesley Iberoamericana Española.

BOYLE, R. (2012) *El químico escéptico*. "Clásicos de la Ciencia y la Tecnología", Barcelona, Editorial Crítica.

BUTTERFIELD, H. (1965) *The Origins of Modern Science*. New York, A Free Press Paperback. MacMillan Publishing Co.

[9] Véase: http://www.greenpeace.org/mexico/es/Noticias/2011/Marzo/Radiacion-rebasa-zona-evacuada-en-Fukushima

CURIE, E. (1993) *La vida heroica de Marie Curie descubridora del Radio*. 14º edición. "Colección Austral", Barcelona, Espasa Calpe.

ESTEBAN, S. (2002) *Introducción a la Historia de la Química*, Madrid, Universidad Nacional de Educación a Distancia. UNED Ediciones.

GRAPÍ, P. (2008) "L'electrificació del canvi químic: els inicis al primer quart del segle XIX". *Educació Química EduQ*, 1, 51-57.

LAVOISIER, A. L. (2000) *Tractat elemental de química*. "Clàssics de la Ciència", Barcelona; Vic, Institut d'Estudis Catalans; Eumo Editorial. *Traducción del Traité élémentaire de chimie présenté dans un ordre nouveau et après les découvertes modernes.*

MARTÍN, M. G. (1998) *Breve historia de la Alquimia*, La Orotava, Tenerife, Fundación Canaria Orotava de Historia de la Ciencia.

MARTINEZ, M.; GROS, B.; ROMAÑA, T. (1998) "The problem of training in Higher Education". *Higher Education in Europe*, vol XXIII, n.4, 483-495.

OWEN, T. (2011) *Fundamentos de la Espectroscopía UV-visible Moderna. Conceptos básicos.* Barcelona, Agilent Technologies.

BLANCO ABELLÁN, M. (coord.) (2014) *Enseñanza e Historia de las Ciencias y de las Técnicas: Orientación, Metodologías y Perspectivas.* Barcelona, SEHCYT, p. 293.

EN TORNO A LA HISTORIA DE LA ASTRONOMÍA Y SU ENSEÑANZA

Francisco A. GONZÁLEZ REDONDO
Universidad Complutense de Madrid

Resumen

Con objeto de contribuir a la solución del problema que plantea el desarrollo de la enseñanza de la Historia de la Ciencia en general, y de la Astronomía en particular, en este trabajo se propone un modelo diferente para la organización de la enseñanza histórico-científica basado en: 1) la precisión del objeto historiable *una vez establecido un criterio de* cientificidad*, que, en el caso de la Astronomía, se concretaría en la respuesta a la pregunta acerca de cuándo podemos decir que aquélla empieza a ser verdaderamente* científica*; 2) la determinación de unos hitos singulares que permitan establecer cortes en la evolución histórica de los conocimientos astronómicos en la búsqueda de esa* cientificidad*; 3) la caracterización de las etapas de distinta naturaleza histórico-científica en esa evolución, previas a su constitución como Ciencia (por ejemplo, los períodos sucesivos,* pre-científico *y* proto-científico*, de la Astronomía antes de alcanzar naturaleza inequívocamente* científica*); y 4) la caracterización de las etapas ya propiamente* históricas *de la disciplina.*

Abstract

With the aim of contributing to the solution of the problem arisen whenever we try to undertake the teaching of the History of Science in general, and the History of Astronomy in particular, in this paper a new model for the organization of any historic-scientific teaching is proposed based upon: 1) the elucidation of the historiable object *once a criterion for* scientificity *is established; in the case of Astronomy this criterion would come up with the answer to the question as to when it can be considered that Astronomy began to be truly* scientific*; 2) the determination of certain significant milestones which would allow to establish cuts in the historical evolution of astronomical knowledge in this search for* scientificity*; 3) the characterization of the stages of different historical-scientific nature in that evolution, prior to its constitution as a Science (for example, Astronomy's* pre-scientific *and* proto-scientific *stages before reaching an unequivocally* scientific *nature); and 4) the characterization of the properly* historical *stages of the discipline itself.*

Palabras clave: Historia de la Astronomía, Enseñanza de la Astronomía, Enseñanza de la Historia de la Astronomía

Keywords: History of Astronomy, Teaching of Astronomy, Teaching of the History of Astronomy

1. A modo de presentación

Al organizar la Enseñanza de la Historia de una disciplina científica, por ejemplo la Astronomía, sea con motivo de una conferencia o durante un curso completo, nos encontramos siempre con una serie de problemas: tenemos que decidir por dónde empezar, cómo desarrollar la evolución histórica de la disciplina y, aunque parezca una obviedad, cómo llegar al final de esa Historia.

En el caso de la Astronomía, si empezamos cronológicamente, nos sorprenderemos con los posibles registros calendáricos asociados al arte parietal de cuevas como El Castillo y Lascaux, o presentes en piezas de arte mobiliar como el hueso Ishango [HEINZELIN, 1960], la placa de Lartet [MARSHACK, 1972] o los colgantes de Altamira [GONZÁLEZ REDONDO *et al.*, 2010], hasta llegar a conjeturar la arquitectura astronómico-observacional megalítica de cromlechs como el de Stonehenge. Seguidamente, nos animaremos con los conocimientos contenidos en tablillas cuneiformes mesopotámicas como las "Enuma anu enlil", con sus referencias a las fechas de los eclipses lunares, o las "Mul-apin", con sus listas de estrellas, primeros zodíacos, cálculos de salidas helíacas, etc. [VAN DER WAERDEN, 1973].

Por supuesto, nos entusiasmaremos con la evolución de los saberes astronómicos del mundo griego desde la *Teogonía* de Hesíodo, las referencias de Homero en la *Ilíada*, los modelos cosmológicos de los pitagóricos, los desarrollos de las escuelas atenienses y alejandrina a partir de los mandamientos platónicos, con las figuras del insigne matemático Eudoxo, el filósofo Aristóteles, el ejemplificante Autólico, el heterodoxo Aristarco, el integrador Hiparco y el enciclopédico Ptolomeo [HEATH, 1932], hasta los momentos finales de la Escuela neoplatónica alejandrina que asociamos con la trágica desaparición de Hypatia.

Nos adentraremos en el estudio comparativo de una Edad Media cristiana, ocupada en salvar del olvido aquellos elementos contenidos en la *Syntaxis* ptolemaica útiles para resolver su gran problema: la determinación de la fecha de la Pascua; y una Edad Media árabe, condicionada también por las necesidades de su propia liturgia, que heredará, acrecentará y transmitirá el saber griego a una Europa que protagonizará el Renacimiento.

Obviamente, dedicaremos una muy especial atención a la revolución implícita en (y consecuente con la publicación de) el *Revolutionibus* de Copérnico, con sus inercias radicales (la persistencia de la necesariedad de las órbitas circulares y las esferas) que acompañan su también radical cambio en la centralidad del Universo (visto hoy, del Sistema Solar). También trataremos con gusto los intentos conciliadores de Tycho Brahe y resumiremos apenados las herejías cosmológicas de Giordano Bruno que le llevaron a la hoguera [GONZÁLEZ DE POSADA, 1994].

En suma, no habremos llegado a exponer las tres leyes de Kepler [DREYER, 1953] para cuando el moderador nos esté avisando de que nos quedan 5 minutos de conferencia o los alumnos nos recuerden que queda una semana para el examen final de la asignatura. Y el problema sería análogo si en vez de la Historia de la Astronomía se tratase de la Historia de la Física, la Química, la Biología, etc.

Con el ánimo de contribuir a la solución de estas dificultades, en este trabajo se propone un modelo diferente [GONZÁLEZ REDONDO, 2002a, 2002b, 2003] para la organización de la enseñanza histórico-científica basado en: 1) la precisión del *objeto historiable* una vez establecido un criterio de *cientificidad*, que, en el caso de la Astronomía, se concretaría en la respuesta a la pregunta acerca de cuándo podemos decir que aquélla empieza a ser verdaderamente *científica*, y, por tanto, cuándo debemos reconocer que comienza su *Historia*; 2) la determinación de unos hitos singulares que permitan establecer cortes en la evolución histórica de los conocimientos astronómicos, atendiendo, esencialmente, al rango alcanzado en la búsqueda de esa *cientificidad*; 3) la caracterización de las etapas o períodos de distinta naturaleza histórico-científica en esa evolución, previas a su constitución como Ciencia (por ejemplo, los períodos sucesivos, *pre-científico* y *proto-científico*, de la Astronomía antes de alcanzar naturaleza inequívocamente *científica*); y 4) la caracterización de las etapas propiamente *históricas* de la disciplina (por ejemplo, el clasicismo y la edad contemporánea de la Astronomía).

2. La determinación del objeto historiable

En efecto, el punto de partida para la organización de la evolución histórica de un ámbito científico cualquiera, en otras palabras, para su *historiación*, debe ser la determinación del *objeto historiable.* Ya Platón detectaba el problema cuando escribía en su *Epinomis o el Filósofo* (secciones 990 A, B):

> Nosotros damos a esta materia el nombre de astronomía. El verdadero astrónomo tiene necesidad de una gran ciencia, entendiendo que no es el hombre que hace astronomía a la manera de Hesíodo y de todos sus semejantes, observando las puestas y las salidas de los astros, sino que es el hombre que ha observado siete de las ocho revoluciones celestes [las del sol, la luna y los cinco planetas, además de la rotación diaria], describiendo cada una de las siete su círculo de una manera que ningún hombre estaría en condiciones de comprender fácilmente, a menos que hubiera recibido unos dones excepcionales.

En este sentido, podemos atender al significado de la palabra "Astronomía" (del griego: *αστρονομία = άστρον + νόμος*; etimológicamente la "ley de las estrellas") y consultar, por ejemplo, la definición a la que primero recurrirán nuestros alumnos, la de *Wikipedia*, donde podremos leer que:

> Astronomía es la ciencia que se ocupa del estudio de los cuerpos celestes, sus movimientos, los fenómenos ligados a ellos, su registro y la investigación de su origen a partir de la información que llega de ellos a través de la radiación electromagnética o de cualquier otro medio.

Un campo de conocimiento que: 1) parte de la observación de los cielos (directamente o mediante instrumentos); para, seguidamente, 2) emprender un estudio de lo observado mediante el recurso a los distintos campos de la Matemática y la Física.

En primera instancia, la Geometría, la Aritmética y la Trigonometría proporcionarían un estudio de la posición de los objetos celestes en cada instante *estático*, haciendo uso, para ello, de las magnitudes "longitud", "área", "ángulo", y las medidas de cantidades de ellas. En un segundo estadio, la Cinemática respondería a la pregunta acerca de cómo son (cómo se describen) los movimientos, para lo que habría que introducir las magnitudes "tiempo" y "velocidad". Finalmente, la Dinámica clarificaría el por qué (a qué se deben, cuál es la causa) de los movimientos, encontrando la respuesta a estas preguntas aportando dos nuevas magnitudes: la "masa" (en sus dos manifestaciones, inercial -pasiva, resistiva- y gravitatoria -activa-); y la "fuerza", tanto como causa del movimiento (dinámica), como en cuanto consecuencia de la acción de las masas de los cuerpos (gravitatoria).

Pero sigue sin resolverse el problema en torno a la *cientificidad* de la disciplina. Estaríamos tentados a pensar que la Astronomía adquiere rango científico, por ejemplo, con la *Syntaxis* (o *Almagesto*) de Claudio Ptolomeo. Y, en efecto, en el "Proemio" de su obra adelanta que "sólo las matemáticas … proporcionan un conocimiento firme e inmutable a sus seguidores … que es también la razón que nos indujo a dedicarnos con todas nuestras fuerzas a esta ciencia preeminente". Sin embargo, en su tratado se ocuparía "con preferencia de esa rama", la Astronomía, "que investiga sobre los movimientos de los divinos cuerpos celestes", ya que considera que "es la única que se dedica al estudio de un mundo eternamente inmutable" [MÍNGUEZ, 1995]. Y parece claro, visto desde hoy, que esta concepción de "cuerpos divinos" y "mundos eternamente inmutables" distaría mucho de considerarse propiamente *científica*.

Sí podría asumirse que la Astronomía adquirió rango científico con los *Principia* de Newton [1687]. Y, efectivamente, en esta obra maestra, redactada al modo hipotético-deductivo euclidiano, tras exponer en sus dos primeros Libros "principios de filosofía, no tanto filosóficos como matemáticos", dedica el tercero a "demostrar a partir de esos mismos principios la constitución del sistema del mundo", legándonos la Teoría de la Gravitación Universal.

Pero Newton mismo plantea sus limitaciones en el "Escolio" con el que termina su *Sistema del Mundo:* "aunque esos cuerpos puedan continuar en sus órbitas por las meras leyes de gravedad, en modo alguno podrían haber adquirido a partir de esas leyes la posición regular de las órbitas mismas" [NEWTON, 1987, p. 618]. Y concluye que "este elegantísimo sistema del Sol, los planetas y los cometas sólo puede originarse

en el consejo y dominio de un ente inteligente y poderoso", puesto que "los cuerpos celestes deberán estar todos sujetos al dominio de *Uno*", quien "rige todas las cosas, no como alma del mundo, sino como dueño de los universos", y, por tanto, "debido a esa dominación, suele llamársele *señor dios,* παντοκρατωρ, o *amo universal*" [GONZÁLEZ DE POSADA, 1996]. En suma, a la búsqueda de criterios de *cientificidad*, parece claro que el recurso a esta hipótesis, "Dios", no es propiamente *científico*.

Es cierto que el siglo XVIII es el siglo que recibe, estudia, comprende y desarrolla la obra de Newton. Es el siglo de Voltaire, introductor de Newton y Locke en la Europa continental, y uno de los máximos representantes del espíritu de la Ilustración. Por supuesto, es el siglo de Diderot y d'Alembert y su *Encyclopédie* o *Diccionario razonado de las Ciencias, las Artes y los Oficios*, la materialización escrita de la visión sobre el conocimiento de los ilustrados. Es el siglo de Kant, quien construye su Filosofía desde las concepciones sobre el espacio y el tiempo newtonianos. Pero, sobre todo, es el siglo en el que Euler, d'Alembert, Lagrange, etc., desarrollan la Matemática necesaria para expresar las formulaciones retóricas y geométricas con las que escribió Newton sus *Principia* [GONZÁLEZ REDONDO, 2007].

En este marco parece muy oportuno recordar el tantas veces evocado encuentro entre Pierre Simon de Laplace y Napoleón Bonaparte relatado por Lagrange, en el que, a la interpelación de Napoleón felicitando a Laplace, cuando se supone que le dijo: "Habéis escrito un extraordinario libro [*Exposition du Systéme du Monde* (1796) o el primer volumen de su *Traité de Mécanique Céleste* (1799)] sobre el sistema del Universo, pero en él no habéis mencionado ni una sola vez a su Creador", Laplace respondería a Napoleón: "Sire, ésa es una hipótesis que no he necesitado" [GILLESPIE, 1997].

Efectivamente, con su *Mecánica Celeste* (1799-1825), construida sobre las concepciones de Newton con las herramientas matemáticas de, entre otros, los Bernoulli, Euler, d'Alembert, Lagrange, etc., Laplace conseguía dar una explicación completamente físico-matemática del Universo. Ahora sí, liberado el *Sistema del Mundo* de hipótesis espurias, la Astronomía puede considerarse que adquiere rango completamente *científico*. En ese momento, por tanto, quedaría caracterizado el objeto *historiable*. A partir de ese momento, empezaría su *Historia*.

3. Etapas en la evolución histórica de la astronomía

Las consideraciones precedentes permiten presentar (y justificar) un modelo diferente para la organización de la Enseñanza de la Historia de la Astronomía que, con los ajustes oportunos para cada caso, podría utilizarse para la periodización histórica de cualquier disciplina científica. El modelo se basa en el uso de los prefijos de antelación *pre* (referido a todo lo que es anterior pero, conceptualmente, de distinta naturaleza que el sufijo) y *proto* (lo anterior, pero de la misma naturaleza que el sufijo), y se concreta, una vez elegidos (con más precisión: una vez propuestos) los hitos singulares adecuados, con el establecimiento de tres períodos en la evolución histórica de la Astronomía:

Así, puede denominarse *Pre-Historia* de la Astronomía a la etapa de observación y tratamiento *pre-científico* de los astros y sus movimientos, período durante el cual no puede considerarse que exista la Astronomía como ciencia, sino, todo lo más, un ámbito del conocimiento al que puede denominarse *Pre-Astronomía*. Esta etapa integraría todos los desarrollos, descubrimientos, estudios, etc., desde la aparición de nuestra especie, referidos al mundo de los astros y previos a la propuesta de Platón de concebir una representación geométrica de los movimientos del Sol, la Luna y los planetas, propuesta que tendría dos condiciones: 1) los movimientos tenían que ser circulares; y 2) la Tierra tenía que estar en el centro de Universo. En esta etapa *pre-científica* se situarían los desarrollos del hombre prehistórico, de los egipcios y mesopotámicos, pero también los de Thales, Pitágoras, Filolao de Crotona, Heráclides Póntico, etc., a los que situaríamos en los albores de la siguiente fase.

En efecto, a partir de la propuesta platónica empezaría un nuevo período al que podría denominarse *Proto-Historia* de la Astronomía, y que podría caracterizarse como la etapa de estudio de los astros y sus movimientos con las herramientas de la Geometría y la Cinemática, y que, por sus desarrollos y formulaciones de carácter, ya sí, de naturaleza *científica*, deben considerarse como pertenecientes al ámbito que puede

denominarse *Proto-Astronomía*. Aquí se situarían las contribuciones de Eudoxo de Cnido, Aristóteles, Autólico de Pitania, Aristarco de Samos, Eratóstenes de Cirene, Apolonio de Perga, Hiparco de Nicea, Claudio Ptolomeo, Al-khwarizmi, Al-Battani, Omar Khayyam, Nasir Al-Din Al-Tusi, Peuerbach, Regiomontano, Tycho Brahe, etc.

Con estos antecedentes, podría caracterizarse la *Historia* de la Astronomía como la etapa de estudio matemático de los astros y sus movimientos, desde que la Mecánica celeste hace innecesaria la hipótesis de "Dios" hasta el presente. Propiamente, desde la perspectiva que aquí se está defendiendo, la Astronomía como verdadera ciencia solamente existiría, por tanto, en (y a partir de) esta etapa *histórica*.

Pero esta etapa *histórica* también tuvo unos *albores*, donde situaríamos a Nicolás Copérnico, Georg J. Rheticus, Johannes Kepler, Galileo Galilei y, muy especialmente, a Isaac Newton quien, a partir de su formulación de la Dinámica y de la Teoría de la Gravitación Universal, clarificaría el por qué (a qué se deben, cuál es la causa) de los movimientos de los astros… aunque todavía tuviera que recurrir a una posible acción de Dios.

4. Consideraciones históricas finales

Para la reconstrucción *histórica* que se ha propuesto en estas páginas, obviamente, podrían haberse utilizado otros criterios [COUPER y HENBEST, 2008], aunque el de *cientificidad* parece bastante razonable. Por supuesto, también podrían haberse elegido otros hitos singulares distintos de los personalizados en Platón y en Laplace. En especial, esta última elección, también obviamente, se ha hecho con ánimo de estimular la reflexión, pues lo más sencillo habría sido recurrir a la figura de Newton para establecer el corte temporal entre el período *proto-histórico* y el propiamente *histórico*.

Quedaría pendiente, por tanto, la organización temporal de la evolución de la Astronomía a lo largo de su etapa propiamente *científica*, para lo cual habría que establecer nuevos criterios de *historiación* y fijar nuevos hitos significativos para poder realizar los cortes correspondientes en la evolución histórica.

Parece natural que a los primeros desarrollos propiamente *históricos* de la Astronomía los consideremos como su período *clásico*. Y, de nuevo, debería buscarse el momento (o el autor, o la teoría, etc.), por ejemplo entrado ya el siglo XX, en el que se pasaría de ese período *clásico* a su etapa *contemporánea*. En este caso, y con ánimo de estimular la reflexión nuevamente, podría optarse por una fecha, situada en el intervalo 1924-1929, una persona, Edwin Hubble, y un hito muy particular, la propuesta y aceptación de un Universo en Expansión [GONZÁLEZ DE POSADA, 1996].

De hecho, también se podría pensar que en ese entorno (en el que se asumía, definitivamente, que los astros estaban sometidos a procesos), moría (finalizaba, desaparecía) esa ciencia llamada Astronomía para encarnarse ésta en el pasado, en los estadios *pre* o *proto-históricos* de una ciencia más completa: la Astrofísica… pero quizá deba dejarse la profundización en este tema para un próximo trabajo.

Bibliografía

COUPER, H. y HENBEST, N. (2008) *Historia de la Astronomía*. Barcelona, Paidós.

DREYER, J. L. E. (1953) *A History of Astronomy from Thales to Kepler*. New York, Dover.

GILLESPIE, C. C. (1997) Pierre-Simon Laplace, 1749-1827: *A life in Exact Science*. Princeton University Press.

GONZÁLEZ DE POSADA, F. (ed.) (1993) *Cosmología, en torno a Galileo, 1993*. Madrid, Amigos de la Cultura Científica.

GONZÁLEZ DE POSADA, F. (1996) *Curso de Cosmología: Física, Filosofía, Religión*. San Cristóbal de La Laguna, Universidad de La Laguna.

GONZÁLEZ REDONDO, F. A. (2002a) "Sobre la naturaleza histórica de la matemática y su enseñanza". *Arbor. Ciencia, Pensamiento, Cultura*, Tomo CLXXIII, nº 681, 203-223.

GONZÁLEZ REDONDO, F. A. (2002b) "Una visión histórica en torno a la génesis del conocimiento matemático". *Revista Complutense de Educación*, Vol. 20 (nº 2), 623-638.

GONZÁLEZ REDONDO, F. A. (2003) *Un modelo para la delimitación teórica, estructuración histórica y organización docente de las disciplinas científicas. El caso de la Matemática*. Madrid, Academia de Ciencias e Ingenierías de Lanzarote. [Discurso de Ingreso].

GONZÁLEZ REDONDO, F. A. (2007) "Constants, units, measures, and dimensions in Leonard Euler's Mechanics". En R. Baker (ed.) *Euler Reconsidered. Tercentenary Essays, 205-231*. Heber City (Utah), Kendrick Press.

GONZÁLEZ REDONDO, F. A., MARTÍN-LOECHES, M. y SILVÁN POBES, E. (2010) "Prehistoria de la matemática y mente moderna: pensamiento matemático y recursividad en el Paleolítico franco-cantábrico". *Dynamis,* 30, 167-195.

HEATH, T. L. (1932) *Greek Astronomy.* London, Dent.

HEINZELIN, J. de (1962) "Ishango". *Scientific American*, 206 (6), 105-106.

LAPLACE, P. S. (1796) *Exposition du système du monde*. Paris, Bachelier.

LAPLACE, P. S. (1799-1825) *Traité de mécanique celeste*. 5 Vols. Paris, Crapellet.

MARSHACK, A. (1972) *The Roots of Civilization*. New York, Weidenfeld and Nicolson.

MÍNGUEZ, C. (1995) "El Prefacio al Almagesto de Ptolomeo". *Thémata. Revista de Filosofía*, 14, 17-36.

NEWTON, I. (1687, 1987) *Principios matemáticos de la Filosofía natural*. Madrid, Tecnos.

VAN DER WAERDEN, B. L. (1973) *Science Awakening II. The Birth of Astronomy.* New York, Springer-Verlag.

BLANCO ABELLÁN, M. (coord.) (2014) *Enseñanza e Historia de las Ciencias y de las Técnicas: Orientación, Metodologías y Perspectivas.* Barcelona, SEHCYT, p. 299.

EL TEOREMA DE PITÁGORAS Y LA RESOLUCIÓN DE LA ECUACIÓN DE SEGUNDO GRADO EN LOS *NUEVE CAPÍTULOS DE LOS PROCEDIMIENTOS MATEMÁTICOS*

Iolanda GUEVARA CASANOVA
INS Badalona VII – ICE de la UPC

Resumen

En el siglo XXI, ordenadores y calculadoras resuelven ecuaciones de segundo grado, pero este contenido todavía prevalece en el currículum de matemáticas de secundaria. Tal vez la introducción de algunas pinceladas de la historia de la resolución de estas ecuaciones puede explicar a los alumnos porqué todavía es necesario estudiarlas. La introduccción de diversos procedimientos para resolver problemas promueve la conexión entre distintos contenidos y favorece el proceso de aprendizaje del alumnado porqué estructura y organiza los nuevos aprendizajes junto con los que ya tenía. El uso de textos históricos en el aula es una buena fuente para mostrar esta variedad de procedimientos que enriquecen el proceso de aprendizaje y promueve un visión amplia de las matemáticas como ciencia en contínua evolución. En este sentido, se propone una secuencia de actividades para educación secundaria que conecta la resolución de la ecuación de segundo grado con el teorema de Pitágoras. Las actividades se han diseñado a partir de dos textos históricos: los Nueve capítulos sobre los procedimientos matemáticos *y* Hisab al-jabr w'al-muqabala*. La propuesta pretende mostrar la relación entre geometria y álgebra en la educación secundaria utilizando dos contextos históricos: Liu Hui y al-Khwarîzmi.*

Abstract

In the XXIst century, computers and calculators solve second degree equations, but this subject is only dealt with in the compulsory secondary education curriculum. Perhaps some features of the history of this equation can explain to our students why it is still necessary to study this subject. The introduction of diverse procedures to solve problems in the mathematics class fosters the connection between contents and it favours the students' learning process because it does not limit them to a closed and finished vision of the problem brought up. The use of historical texts in the classroom is a good resource to show this variety of procedures that enrich the learning process and fosters a wider vision of mathematics as a science in continuous evolution. We propose a sequence of activities for secondary education that connect the resolution of the second degree equation with the Pythagorean Theorem. The activities have been designed from two historical texts: The Nine Chapters on the Mathematical Art and Hisab al-jabr w'al-muqabala. The aim of the proposal is to present the connections between geometry and algebra in secondary education using the following historical contexts: Liu Hui and Al-Khwarizmi.

Palabras clave: teorema de Pitágoras, procedimiento de la base y de la altura, ecuación de segundo grado.

Keywords: Pythagoras' Theorem, the procedure of base and altitude, second degree equation.

Una identidad notable en la historia de la ecuación de segundo grado

Empezando en las tablillas cuneiformes de la antigua Babilonia, después en la Proposición 5 del Libro II de los *Elementos* de Euclides y siguiendo con la Proposición XXVII del Libro I de la Aritmética de Diofanto de Alejandría, una identidad aparece en forma retórica cada vez que se plantea un problema que hoy se clasificaría como de segundo grado.

$$\left(\frac{x+y}{2}\right)^2 = x \cdot y + \left(\frac{x-y}{2}\right)^2$$

En el caso de la matemática mesopotámica, también conocida como matemática babilónica, la expresión retórica tiene un marcado carácter geométrico: *Para dos cantidades cualesquiera, el área del cuadrado sobre la semisuma, excede al área del rectángulo en el cuadrado sobre la diferencia*. Este podría ser [KATZ, 2007, p.187], el razonamiento no mostrado por el escriba, pero que justificaría las instrucciones del cálculo que lleva a la resolución del problema.

Así, por ejemplo, en la tablilla YBC (Yale Babylonian Collection) 4663 (1800 BC) se plantea y resuelve el problema siguiente: *La suma de la longitud y de la amplitud de un rectángulo es 6 ½ y su área es 7 ½. Hallar la longitud y la amplitud* [NEUGEBAUER & SACHS, 1945, p.70]. El escriba describe retóricamente el algoritmo para resolver numéricamente el problema: *6 ½ se divide entre 2 y da 3 ¼ . 3 ¼ se eleva al cuadrado, es 10 9/16. De esta área se debe restar el área dada 7 ½ el resultado es 3 1/16 . Ahora, se realiza la raíz cuadrada de éste número, se obtiene 1 ¾ . La longitud es: 3 ¼ + 1 3/4 = 5 y la amplitud es: 3 ¼ − 1 3/4 = 1 ½.* Según Katz [2007, p.187] todo parece indicar que detrás del procedimiento de cálculo prevalece un razonamiento geométrico consistente en "cortar y pegar" áreas. Esta sería la versión geométrica de la identidad comentada, ya que es como si el escriba conociera la relación geométrica que muestra la figura 1,

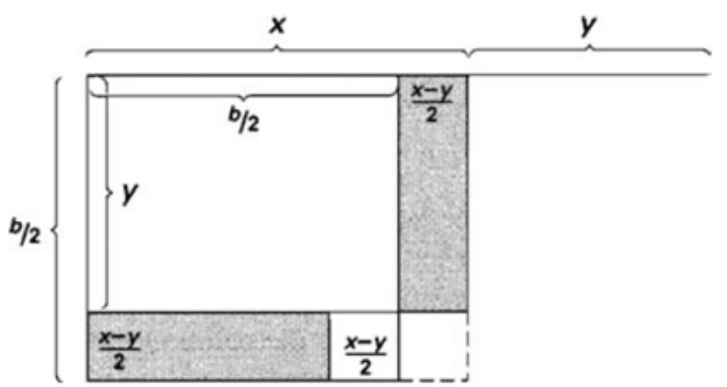


FIGURA 1: La relación geométrica entre semi sumas y semi restas [KATZ, 2007, p.187]

y que se traduce en la igualdad

$$\left(\frac{x+y}{2}\right)^2 = x \cdot y + \left(\frac{x-y}{2}\right)^2$$

o en su equivalente $\left(\frac{x+y}{2}\right)^2 - \left(\frac{x-y}{2}\right)^2 = x \cdot y$ que a su vez se puede desglosar en

$$\frac{x+y}{2} + \frac{x-y}{2} = x \qquad \frac{x+y}{2} - \frac{x-y}{2} = y$$

Tambien es geométrica la versión de la identidad en la matemática griega. En los *Elementos*, de Euclides de Alejandría (aprox. 300 aC), los problemas se resuelven a través de construcciones geométricas, pero a diferencia de los babilónicos, las construcciones se justifican con axiomas claramente establecidos.

FIGURA 2: Ilustración de la proposición 5

En el Libro II se presentan proposiciones sobre como manipular cuadrados y rectángulos, con las que se pueden resolver problemas algebraicos con métodos geométricos. Por ejemplo, la Proposición 5: *Si se corta una línea recta en segmentos iguales y desiguales, el rectángulo comprendido por los segmentos desiguales de la recta entera junto con el cuadrado de la recta que está entre los puntos de sección, es igual al cuadrado de la mitad* [EUCLID, 1956].

En la notación actual, si *x, y* son los segmentos desiguales, la proposición se puede interpretar como:

$$xy + \left(\frac{x-y}{2}\right)^2 = \left(\frac{x+y}{2}\right)^2$$

$$\left(\frac{x-y}{2}\right)^2 = \left(\frac{b}{2}\right)^2 - c \qquad \frac{x-y}{2} = \sqrt{\left(\left(\frac{b}{2}\right)^2 - c\right)}$$

$$x = \frac{x+y}{2} + \frac{x-y}{2} = \frac{b}{2} + \sqrt{\left(\left(\frac{b}{2}\right)^2 - c\right)}$$

La Proposición II, 5 no resuelve la ecuación, pero los matemáticos árabes, siglos después, usan este razonamiento para justificar el algoritmo de resolución de la ecuación de segundo grado.

En cuanto a la interpretación numérica o geométrica de la identidad

$$\left(\frac{x+y}{2}\right)^2 = x \cdot y + \left(\frac{x-y}{2}\right)^2$$

en el Libro I de la *Aritmética*, Diofanto de Alejandría (s. III) utilitza una expresión retórica que tiene un carácter marcadamente número. La Proposición XXVII pide dos números conociendo su producto y su suma [En notación actual: x+y = b; xy= c]. Las indicaciones del autor para resolver el problema son: *Es necesario que el cuadrado de la semisuma exceda el cuadrado de la semiresta en el producto de los dos números* [MASSA, 2005, p. 6].

Lenguaje retorico y razonamiento geométrico en al-Khwarizmi

A partir del primer texto de álgebra (chéber) que aún se conserva [KATZ, 2007], *Hisab al-jabr w'al-muqabala* (813) de Mohamed Ben-Musa al-Khwarizmi, se ha confeccionado una actividad para que razonando, a la manera de al-Khwarizmi, se puedan resolver ecuaciones de segundo grado usando exclusivamente argumentos geométricos, en lugar del algoritmo de cálculo actual $\frac{-b\pm\sqrt{b^2-4ac}}{2a}$. En el diseño de la actividad se ha substituido el lenguaje retórico original por lenguaje simbólico, a pesar de que se ha tenido especial atención en no perder la idea inicial, trasladar al alumnado a una forma de razonar, muy usada a lo largo de la historia de la matemática en la que la geometría estaba en la base del razonamiento. Así, por ejemplo, para resolver la ecuación

$x^2 + 10x = 39$ las indicaciones retóricas del autor, que recuerdan las de los escribas babilónicos, dicen: *Se divide por dos el número de raíces, se obtiene 5 [b/2]. Se multiplica por si mismo; el producto es 25 [(b/2)2]. Se suma al 39; la suma es 64 [(b/2)2 + c]. Se divide por la raíz cuadrada, se obtiene 8, [(b/2)2 + c]1/2, se resta la mitad de las raíces, que es 5; el resultado de la resta es 3 [-(b/2) + ((b/2)2 + c)1/2]. Este número es la raíz y su cuadrado es 9* [MASSA, 2005, p. 9].

La propuesta didáctica desarrollada puede resumirse en la secuencia de diagramas siguientes [GUEVARA, 2009]:

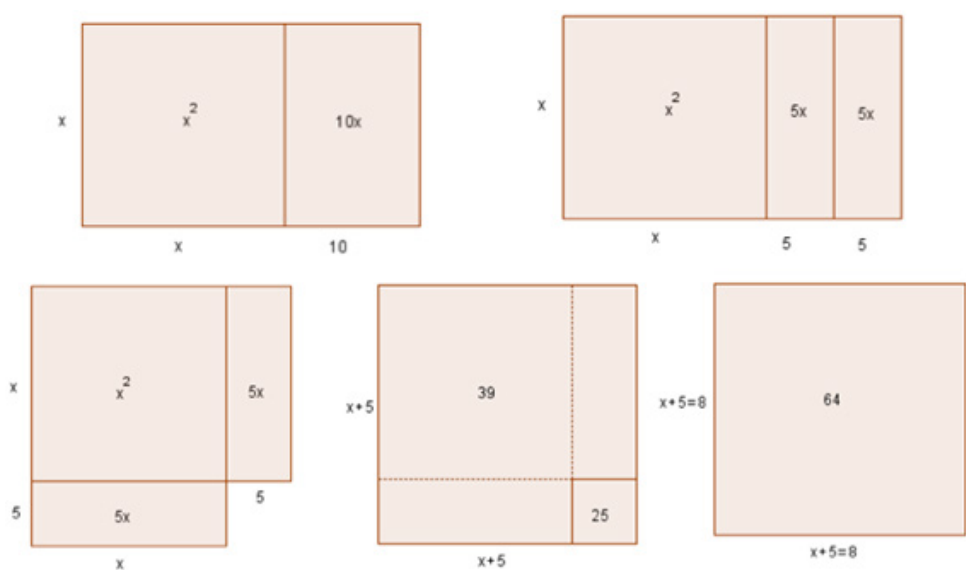


FIGURA 3: Secuencia de diagramas para la resolución de la ecuación de 2º grado

Lenguaje retorico y razonamiento geométrico en los Nueve capítulos

Los Nueve capítulos de los procedimientos matemáticos (Jiuzhang Suanshu) (s. I), a partir de ahora NC, es un texto clásico anónimo que recogía el saber matemático de la época y que fue para la matemática china lo que los Elementos de Euclides fueron para la matemática europea occidental [GHEVERGHESE, 1996, p.193]. La obra es un manual práctico para arquitectos, ingenieros, agrimensores y comerciantes. Los candidatos a cargos públicos estudiaban este texto, entre otros, como preparación para las preguntas de los exámenes imperiales [CHEMLA, 2005, p. 3].

Los 246 problemas de los *NC* y sus soluciones muestran que tenían acceso a una variedad de fórmulas para la determinación de áreas y volúmenes de formas básicas, así como métodos para resolver ecuaciones lineales y sistemas de ecuaciones con dos y tres incógnitas. Utiliza un sistema decimal de numeración que incluye fracciones decimales, y números negativos en los cálculos.

El último capítulo, el noveno, consta de 24 problemas relativos a triángulos rectángulos. Los doce primeros se resuelven mediante el procedimiento de la base y de la altura (equivalente al Teorema de Pitágoras) y razonamiento geométrico consistente en "cortar y pegar" áreas, cómo se había comentado en el caso de la matemática babilónica. Los doce últimos se resuelven mediante proporción (*lü*), semejanza entre triángulos. Se debe hacer mención especial al problema 14 ya que, a modo de puente entre las dos partes del capítulo, se puede resolver mediante razonamiento geométrico consistente en "cortar y pegar" áreas y también con proporciones, según comenta el mismo Liu Hui [CHEMLA, 2005, p. 727].

En el texto clásico inicial (s.I), los problemas constan de un enunciado con datos numéricos concretos, unas preguntas y la respuesta numérica a las mismas. A continuación, una breve descripción de los algoritmos de cálculo para hallar las soluciones, todo en lenguaje retórico como en el caso de los escribas babilónicos [PLA, 2009, p. 68]. En la edición bilingüe y comentada de Chemla [2005] el texto clásico está en mayúscula y se incluyen en letra no mayúscula los comentarios de Lui Hui (263) y Li Chunfeng (656).

A partir de la traducción texto clásico original, los comentarios de Liu Hui y Li Chunfeng, así como de la presentación y notas al capítulo 9 de Chemla [2005, pp. 661-693], de Dauben [2007, pp. 283-288] y de Cullen [1996, pp. 207-209], se diseñaron unas primeras actividades para el aula se secundaria [ROMERO, 2009] que luego se ampliaron con recursos más visuales [GUEVARA, 2012].

En esta ocasión, el análisis de la relación entre el teorema de Pitágoras y la resolución de la ecuación de segundo grado pasando por la identidad notable

$$\left(\frac{x+y}{2}\right)^2 = x \cdot y + \left(\frac{x-y}{2}\right)^2$$

se ha utilizado el texto clásico de problema 11, los comentarios de Liu Hui y la interpretación que de ellos hace Chemla [2005, pp. 689-693].

La ecuación de segundo grado en el problema 11

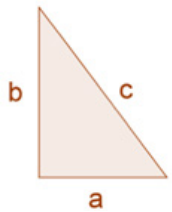
El enunciado del problema:

Suponemos que tenemos una puerta de un solo batiente, donde la altura sobrepasa la anchura en 6 chi 8 cun y donde dos ángulos opuestos están a una distancia de 1 zhang el uno del otro. Se pide cuánto valen la anchura y la altura de la puerta.

La respuesta: la anchura vale 2 chi 8 cun, la altura 9 chi 6 cun. [CHEMLA, 2005, p.717].

La concreción de los datos que propone Liu Hui dice: *La anchura de la puerta es la base (gou), la altura de la puerta es la altura (gu), la distancia entre los dos extremos, 1 zhang, la hipotenusa.*

Que en notación y dibujos actuales sería:



b – a = 6 chi 8 cun = 68
c = 1 zhang = 100
a = ?
b = ?

FIGURA 4: Triángulo rectángulo y datos del problema 11, en notación actual

En el texto clásico se indica el procedimiento:

Se efectúa la multiplicación de 1 zhang por él mismo, esto hace el dividendo. Se toma la mitad de lo que un sobre pasa el otro, se efectúa la multiplicación por él mismo, se dobla esto, y se resta del dividendo; se toma la mitad del que queda, y se divide esto por la extracción de la raíz cuadrada. Se resta de lo que se obtiene la mitad de lo que uno sobrepasaba el otro, y esto da la anchura de la puerta; se suma la mitad de lo que uno sobrepasaba al otro, esto da la altura de la puerta [CHEMLA, 2005, p.719].

En notación actual:

100^2= 10000
½ de 68 = 34
34^2=1156
1156 • 2 = 2312
10000 – 2312 = 7688
7688 : 2 = 3844
V¯3844 = 62
62 – ½ 68 = 62 – 34 = 28 = a
62 + 34 = 96 = b

Liu Hui plantea dos explicaciones para justificar los cálculos del texto clásico. Se expone únicamente la segunda opción porqué es la que lleva a la identidad objeto de estudio: *La multiplicación de 1 zhang por él mismo, da cuatro superficies rojas y una amarilla. Si multiplicamos la mitad de la diferencia por ella misma y después lo doblamos da 2/4 de la superficie amarilla. Restando del dividendo y tomando la mitad de lo que queda, tenemos dos superficies rojas y ¼ de superficie amarilla* [CHEMLA, 2005, p.721].

Las superficies que describe Liu Hui han sido interpretadas por diversos historiadores de la matemática china [CHEMLA, 2005, pp. 883-885], [CULLEN, 1996, pp. 207-209], [DAUBEN, 2007, pp. 282-283] como la primera figura fundamental del capítulo 9. Hacen referencia a la figura que también utiliza Liu Hui para justificar el Procedimiento de la base y la altura [ROMERO, 2009, p. 432].

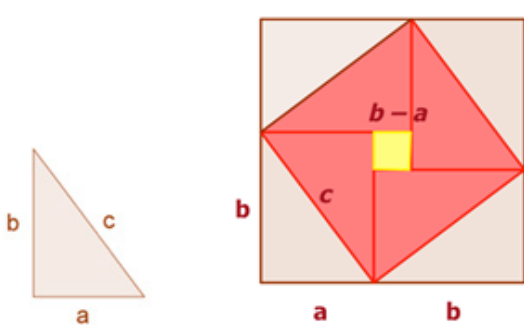


FIGURA 5: Triángulo y primera figura fundamental, con notación actual

Siguiendo las explicaciones de Liu Hui y calculando áreas con la primera figura:

b – a = 6 chi 8 cun = 68 *c* = 1 zhang = 100 se obtienen las áreas

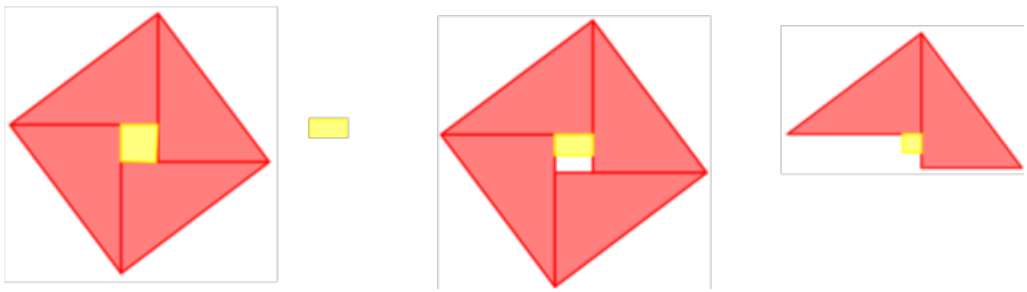


FIGURA 6: Cálculos basados en áreas para la resolución del problema 11

Liu Hui, explica: *Del cuadrado grande, son ¼* (Se refiere al área) *Por lo tanto cuando hacemos la división por extracción de la raíz cuadrada obtenemos la mitad del valor de la suma de la altura y la anchura* [CHEMLA, 2005, p. 719]. Que interpretado gráficamente lleva a los diagramas y las expresiones siguientes:

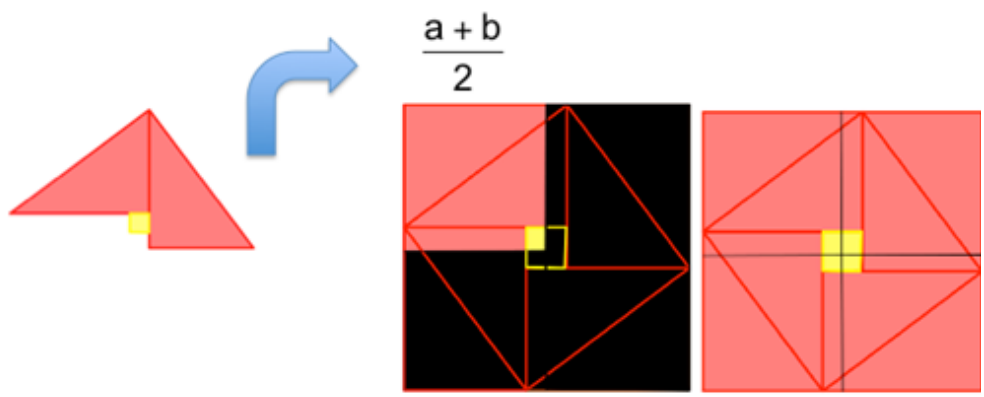


FIGURA 7: Gnomon y ecuación de 2º grado [CHEMLA, 2005, p. 691]

Con ellos, de 1/2 de 7688=3844 y de √3844 = 62 que es (a+b)/2 y ya se conocía b-a = 68 por tanto

$$\frac{a+b}{2}+\frac{b-a}{2}=b \qquad \frac{a+b}{2}-\frac{b-a}{2}=a$$

que lleva a las soluciones: 62 + 34 = 96 (b) 62 - 34 = 28 (a)

Una vez más, la relación que subyace en esta resolución: *Para dos cantidades cualesquiera, el área del cuadrado sobre la semisuma excede el área del rectángulo en el área de la semidiferencia* [CHEMLA, 2005, p. 885] $\left(\frac{a+b}{2}\right)^2 = a \cdot b + \left(\frac{b-a}{2}\right)^2$

El área de la semisuma contiene un gnomon: el área del gnomon es el área de ¼ del cuadrado exterior menos el área de ¼ del cuadrado interior (amarillo). El área del gnomon A es la ecuación de 2º grado del problema: $A = x^2 + (b - a)\,x$ done x es *a*, la base del triángulo. [CHEMLA, 2005, p. 691]

Consideraciones finales

En Babilonia, Grecia, Arabia y China se plantean y resuelven problemas que llevan a la ecuación de segundo grado. Más allá del algoritmo del cálculo, el razonamiento que subyace en todos ellos es la identidad:

$$\left(\frac{x+y}{2}\right)^2 = x \cdot y + \left(\frac{x-y}{2}\right)^2$$

El algunos casos la identidad aparece como una propiedad numérica, en otros como una propiedad geométrica. En la matemática china, la identidad aparece en el contexto del procedimiento de la base y la altura. No se relaciona únicamente *a+b, a·b* y *b – a* sino que aparece *c*, la hipotenusa del triángulo rectángulo.

La relación entre el Teorema de Pitágoras y la resolución de la ecuación de 2º grado, es un tema de interés para introducir en el aula porqué muestra la universalidad de las matemáticas -aparece en diferentes culturas y épocas-, utiliza una identidad que se desarrolla con dos procedimientos distintos -el numérico y el geométrico- y además establece conexiones entre dos temas diferentes del currículum como son la resolución de ecuaciones –dentro del bloque de cambio y relaciones- y el teorema de Pitágoras –incluido en el bloque de espacio y forma.

Bibliografía

CHEMLA, K. & SHUCHUN, G. (Eds.) (2005) *Les Neuf Chapitres, le classique mathématique de la Chine ancienne es ses commentaires*. París, Dunod. Edición crítica bilingüe.

CULLEN, C. (1996) *Astronomy and Mathematics in Ancient China: The Zhou bi suan jing*. Cambridge/New York, Cambridge Univ. Press.

DAUBEN, J. W. (2007) "Chinese Mathematics". En: V. Katz (Ed.) *The Mathematics of Egypt, Mesopotamia, China, India and Islam. A sourcebook*. Princeton, New Jersey, Princenton University Press, 187-384.

EUCLID (1956) *The Elements*, trad. Thomas L. Heath, vol.1, New York, Dover.

http://www.euclides.org/menu/elements_esp/02/proposicioneslibro2.htm#5

GHEVERGHESE, J. G. (1996) *La cresta del pavo real. Las matemáticas y sus raíces no europeas*. Madrid, Pirámide. Traducción de la edición en inglés, 1991.

GUEVARA, I. (2009) "La resolució geomètrica d'equacions de 2n grau. Hisâb al-jabr wal-muqqabala de Mohamed Ben-Musa al-Khwârizmî (813)". En: *Arc. Aplicació de recursoso al currículum* http://apliense.xtec.cat/arc/node/67

GUEVARA, I. & PUIG-PLA, C. (2012) "Antiguos procedimientos matemáticos chinos visualizados con GeoGebra". En: J.M. Urkia (Ed.) *Actas del XI Congreso SEHCYT,* 371-383.

KATZ, V.J. & BARTON, B. (2007) "Stages in the history of algebra with implications for teaching". *Educ Stud Math* 66, 185-201.

MASSA, M.R. (2005) "Les equacions de 2n grau al llarg de la història". *Biaix*, 24, 4-15.

NEUGEBAUER, O. & SACHS, A. (1945) *Mathematical Cuneiform Texts*. New Haven, American Oriental Society.

PLA I CARRERA, J. (2009) *Liu Hui. Nueve capítulos de la matemática china*. Tres Cantos, Madrid, Nivola.

ROMERO, F.; PUIG-PLA, C.; GUEVARA I.; MASSA, M.R. (2009) "La trigonometría en els inicis de la matemática xinesa. Algunes idees per a treballar a l'aula". *Actes d'Història de la Ciència i de la Tècnica*, vol. 2(1), 419-426.

BLANCO ABELLÁN, M. (coord.) (2014) *Enseñanza e Historia de las Ciencias y de las Técnicas: Orientación, Metodologías y Perspectivas.* Barcelona, SEHCYT, p. 307.

LA HISTORIA DE LA CIENCIA: UN VALOR AÑADIDO PARA EL APRENDIZAJE BASADO EN METODOLOGÍAS ACTIVAS, EN LOS ESTUDIOS UNIVERSITARIOS

Itsaso IBÁÑEZ
Esperanza DÍAZ
Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU)

Resumen

En España, las enseñanzas superiores de náutica se adaptaron por primera vez a la estructura universitaria en 1977. Desde entonces, en la actual ETS de Náutica y Máquinas Navales de la Universidad del País Vasco, todos los planes de estudio destinados a la formación de pilotos de la Marina Mercante han incluido al menos una asignatura denominada "Historia…", hasta la implantación de los planes adaptados al EEES, en el curso 2010-11. La nueva estructura de títulos adoptada en nuestro centro imposibilita la oferta de estas asignaturas. Sin embargo, este nuevo modelo propone una educación superior centrada en el aprendizaje del alumnado y su adopción ha de conllevar la introducción de cambios en las metodologías empleadas para el desarrollo de competencias. El empleo de estas metodologías abre nuevas oportunidades para llevar de nuevo al aula la historia de las ciencias y de las técnicas, lo que, a su vez, aporta valor añadido al aprendizaje de las materias en que se emplea. En esta comunicación se recogen dos experiencias de aprendizaje basado en problemas en las que se utiliza la historia de la navegación marítima como hilo conductor para facilitar la adquisición de competencias propias de esta disciplina técnica.

Abstract

In Spain, the nautical studies were adapted for the first time to the university structure in 1977. Since then, all syllabuses at the Higher Technical School of Nautical Studies of the University of the Basque Country have included at least one course called "History...", until the phasing-in of EHEA curricula the academic year 2010-11. The new degree structure then adopted in our center impedes the offer of these subjects. However, the implemented system places an emphasis on students learning, which must involve the introduction of new teaching methodologies in order to cater for the requirements of competence-based training. The use of these methods provides the opportunity to reintroduce the history of science and technology into the classroom. This, in turn, adds value to the active learning of the subject, as it makes more attractive the scenario that challenges students to learn. In this paper two problem-based learning experiences that use the history of navigation as the thread to facilitate the development of specific technical competences are reported.

Palabras clave: Historia de la Navegación Marítima, Metodologías Activas, Enseñanzas Universitarias.

Keywords: Maritime Navigation History, Active Learning, University Education.

Introducción

En las enseñanzas superiores de náutica, los planificadores mostraron cierto apego por la historia al introducir en 1977, una asignatura "maría", que adornaba y relajaba el quinto curso de la licenciatura de las tres especialidades (Puente, Máquinas y Radioelectrónica), denominada: "Historia de la Marina".[1] Estos planes fueron los últimos homogéneos para las siete Escuelas de Náutica del Estado.

En la ETS de Náutica y Máquinas Navales de la Universidad del País Vasco, se aprobaron nuevos planes de estudios para las Diplomaturas en 1999 y para las Licenciaturas en 2001. Algunas profesoras del centro habíamos realizado nuestras tesis doctorales en Historia de la Ciencia, en concreto en Historia de la Navegación Marítima, y trasladamos esta sensibilidad a los nuevos estudios, introduciendo una "Historia de la Náutica" en la Diplomatura en Navegación Marítima y una "Historia de la Navegación Marítima" en la Licenciatura en Náutica y Transporte Marítimo, en ambos casos, como asignaturas optativas.[2]

Estos planes están, a su vez, en proceso de extinción desde que los planes adaptados al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) comenzaron a implantarse el curso 2010-11. La estructura de títulos adoptada en nuestra universidad ha permitido incorporar una especialidad (título *minor*) a los títulos de grado, siguiendo un itinerario de intensificación en un área determinada, esto es, cursando un grupo de materias que suman normalmente 30 créditos optativos. En nuestro centro, esto ha terminado con la posibilidad de ofertar otras asignaturas optativas.[3]

Sin embargo, este nuevo sistema ha traído consigo una reformulación conceptual de la educación superior que ahora debe estar centrada en el aprendizaje del alumnado. La adopción de este modelo conlleva la introducción de cambios, entre otros, en las metodologías docentes empleadas para el desarrollo de competencias.[4] En la Universidad del País Vasco se viene haciendo un esfuerzo importante, a través del Servicio de Asesoramiento Educativo (SAE/HELAZ) para la formación del profesorado en las denominadas metodologías activas, ayudándolo a diseñar estrategias formativas basadas en problemas, proyectos, casos o actividades interdisciplinares, en las que el aprendizaje se concibe como un proceso constructivo.[5]

El empleo de estas metodologías abre nuevas oportunidades para llevar de nuevo al aula la historia de las ciencias y de las técnicas. Esto, a su vez, aporta valor añadido al aprendizaje de las materias en que se emplea. En esta comunicación se recogen dos experiencias de aprendizaje basado en problemas en la que se utiliza la historia de la navegación marítima como hilo conductor para facilitar la adquisición de competencias propias de esta disciplina técnica.

---

[1] Asignatura de 5º curso de la Licenciatura de las 3 secciones -Puente, Máquinas y Radioelectrónica-: "Historia de la Marina", con 1 hora semanal. Véase: ORDEN de 18 de octubre de 1977 por la que se aprueba el Plan de estudios de la carrera de Náutica, Secciones de Puente. Máquinas y Radioelectrónica [BOE nº 254 de 24 de octubre de 1977].

[2] Diplomatura en Navegación Marítima. Asignatura Optativa de 2º o 3º curso (indiferente): "Historia de la Náutica. Introducción al Comercio y Transporte Internacionales", de 6 créditos. Véase: RESOLUCIÓN de 15 de marzo de 1999, de la Universidad del País Vasco, por la que se ordena la publicación de la homologación de Diplomado en Navegación Marítima a impartir en la ETS de Náutica y Máquinas Navales de esta Universidad [BOE nº 84 de 8 de abril de 1999].

Licenciatura en Náutica y Transporte Marítimo. Asignatura Optativa de 1º o 2º curso (indiferente): "Historia de la Navegación Marítima", de 4,5 créditos. Véase: RESOLUCIÓN de 31 de agosto de 2001, de la Universidad del País Vasco, por la que se ordena la publicación de la homologación de la titulación conducente al título de Licenciado en Náutica y Transporte Marítimo (de sólo 2º ciclo), a impartir en la ETS de Náutica y Máquinas Navales de esta Universidad [BOE nº 252 de 20 de octubre de 2001].

[3] Véase: RESOLUCIÓN de 20 de diciembre de 2010, de la Universidad del País Vasco, por la que se publica el plan de estudios de Graduado en Ingeniería Náutica y Transporte Marítimo [BOE nº 30 de 4 de diciembre de 2011].

[4] Para hacer frente a esta necesidad, la Universidad del País Vasco ha desarrollado un modelo propio (IKD) de enseñanza-aprendizaje cooperativo y dinámico, centrado en el alumnado, que fue aprobado en Consejo de Gobierno, en 2010 (http://www.ikasketa-berrikuntza.ehu.es/p272-shikdhm/es/). El modelo IKD se basa, entre otros pilares, en el empleo de metodologías activas. Así, en el Plan Estratégico de la propia universidad se recoge que para 2017 el 10% de los créditos de los grados se impartan con metodologías activas. Véase: UPV/EHU (s.a.) Plan estratégico UPV/EHU 2012-2017, p. 30. Disponible en (acceso 29/03/2013): http://www.ehu.es/p200-content/es/contenidos/plan_programa_proyecto/20130205_plan_estrategico_2017/es_info/adjuntos/plan_estrategico2012_cast.pdf

[5] Información sobre los programas FOPU (Formación Docente del Profesorado Universitario) y ERAGIN (Programa de Formación del Profesorado en Metodologías Activas de Enseñanza) puede encontrarse en: http://www.ehu.es/ehusfera/helaz/.

El aprendizaje basado en problemas (ABP)

Tradicionalmente, todo el proceso de enseñanza se ha concentrado en una transmisión del conocimiento, en una transferencia de información del profesorado hacia el alumnado. Sin embargo, ahora el énfasis recae en el aprendizaje de los y las estudiantes. El trabajo colaborativo en equipo ha demostrado ser un ingrediente esencial en todas las actividades de enseñanza-aprendizaje en las que el alumnado participa de forma activa y por ello es la forma de trabajo que incorporan todas las propuestas metodológicas innovadoras. Se ha verificado que las y los estudiantes aprenden más cuando utilizan el aprendizaje colaborativo, recuerdan por más tiempo el contenido, desarrollan habilidades de razonamiento superior y de pensamiento crítico y se sienten más confiados y aceptados por ellos mismos y por los demás [DIDE, ca. 2000, p. 3]. Los elementos que siempre están presentes en este tipo de aprendizaje son: interdependencia positiva, exigibilidad individual, interacción cara a cara, habilidades interpersonales y reflexión grupal [JOHNSON *et al.* 1999, p. 9].

Precisamente, la experiencia de trabajo en un grupo pequeño, orientado a la solución de un problema real, es una de las características distintivas del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP). Una metodología que ha sido descrita por numerosos autores [BARROWS, 1986; MORALES y LANDA, 2004; o UPM, 2008] y que puede combinarse con otras técnicas didácticas y ser usada por el profesorado para conseguir una parte de los resultados de aprendizaje de su curso.

El alumnado aborda problemas reales, trabajando en grupos pequeños, bajo la guía y supervisión del profesorado, que debe desempeñar un papel de facilitación del proceso de aprendizaje. Este cambio radical en la práctica docente no resulta fácil y requiere formación y apoyo institucional.[6] Precisamente, como resultado de la formación recibida en 2008 y en 2013, se han llevado a cabo dos experiencias diferentes en el aula, utilizando un mismo problema, que ilustran la evolución de un proceso de aprendizaje más tradicional en el que tras exponer los contenidos se busca su aplicación en la resolución de un problema, al auténtico ABP, en el que el problema se presenta primero y activa la búsqueda de los aprendizajes necesarios.

El problema utilizado en ambos casos es el siguiente:

> *En 1775, un navío de la flota española de azogues zarpa de Cádiz, cargado con 350 toneladas de mercurio de Almadén, con destino a La Habana. Hace una escala en Puerto Rico para hacer aguada y reparar un mástil. En la ruta de Puerto Rico a La Habana le sorprende un temporal. Rebasado el Cabo de San Rafael (actual República Dominicana), el navío encalla en unos arrecifes en medio de fuertes vientos.*
>
> *La empresa "Sea-hunters", interesada en la localización del pecio, nos ha encargado que establezcamos el área de búsqueda, delimitada por dos paralelos y dos meridianos. La información que nos aportan, resultado de su investigación en el Archivo de Indias, es una referencia a la probable situación del pecio en las coordenadas: l = 19º 15' 26" N, L = 62º 48' 14" W. Para la búsqueda utilizarán un sistema de cartografía electrónica ECDIS que emplea datos de situación suministrados por un receptor GPS.*

Se plantea un enunciado enfocado a la resolución de un problema práctico, abierto, esto es que no tiene una solución única, en un escenario diseñado para despertar el interés por la situación problemática propuesta, cuya resolución representa un reto abordable para el alumnado. Además de competencias específicas, la resolución del problema favorece la adquisición de competencias denominadas transversales: responsabilidad, aprendizaje autónomo, trabajo en equipo, comunicación, etc.

El bloque temático en que se circunscribe es el primero del curso: Geodesia y Cartografía náutica, en una asignatura troncal de la titulación que se imparte en segundo curso. Se trata pues de trabajar, muy al comienzo del curso, conceptos básicos de una materia de la que tienen escasos conocimientos previos. También hay que considerar que no tienen experiencia previa en la metodología, al ser éste el primer problema de estas características que se les ha presentado en toda su trayectoria por el sistema educativo.

---

[6] En este caso, a la hora de evaluar la actividad, la escala es de 1 a 4. Poniendo los resultados en base 1 a 5, se observa que no han sido tan buenos como en la valoración de 2008 (3,81; 3,29; 3,43; 3,35), pero hay que tener en cuenta que aquí la participación ha sido mayor y no solo de los "grupos de buenos estudiantes".

Las experiencias

Curso 2008-09

ASIGNATURA	Fundamentos de Navegación Marítima
TITULACIÓN	Diplomatura en Navegación Marítima
CURSO	2º (anual)
CRÉDITOS	13,5 (Troncal)
Nº ESTUDIANTES MATRIC.	38
EVALUACIÓN	70% exámenes, 30% prácticas, actividades, problemas

Después de explicar los contenidos, se presentó el problema a los 25 estudiantes que asistían con regularidad a clase. La resolución del problema se abordó en formato seminario: una hora a la semana en la que el grupo grande estaba desdoblado. Por cuestión de horarios resultó que en un desdoble participaron quienes cursaban la asignatura por primera vez y, en el otro desdoble, 13 estudiantes que repetían curso. Trabajaron en grupos de 3 ó 4 estudiantes, formados con total libertad en función de sus afinidades personales. Emplearon en su resolución dos semanas, con 2 horas presenciales y tutorías a demanda. Los entregables consistieron en un informe escrito y una presentación oral al concluir el trabajo. El peso en la calificación final fue un 10%.

La actividad fue evaluada positivamente por parte del alumnado participante, particularmente por el grupo de estudiantes que cursaban por primera vez la asignatura, cuyas respuestas se muestran en la Figura 1.

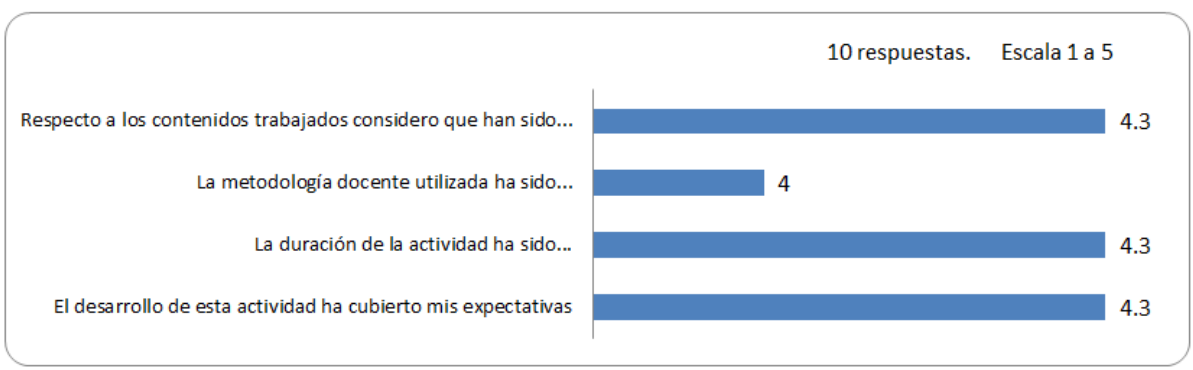


Figura 1. Evaluación de la actividad por parte de estudiantes del curso 2008-09.

En el espacio dispuesto para que expresaran sus observaciones y señalaran aspectos a mejorar, escribieron comentarios mayoritariamente buenos (v. Figura 2), alabando la experiencia y los aprendizajes asociados (trabajo en equipo, investigación, aprendizajes de aspectos no directamente relacionados con la asignatura). También identificaron algunas dificultades (reunirse fuera del aula), manifestaron miedos e incertidumbre (aprendizaje autónomo) y sugirieron mejoras (caso real).

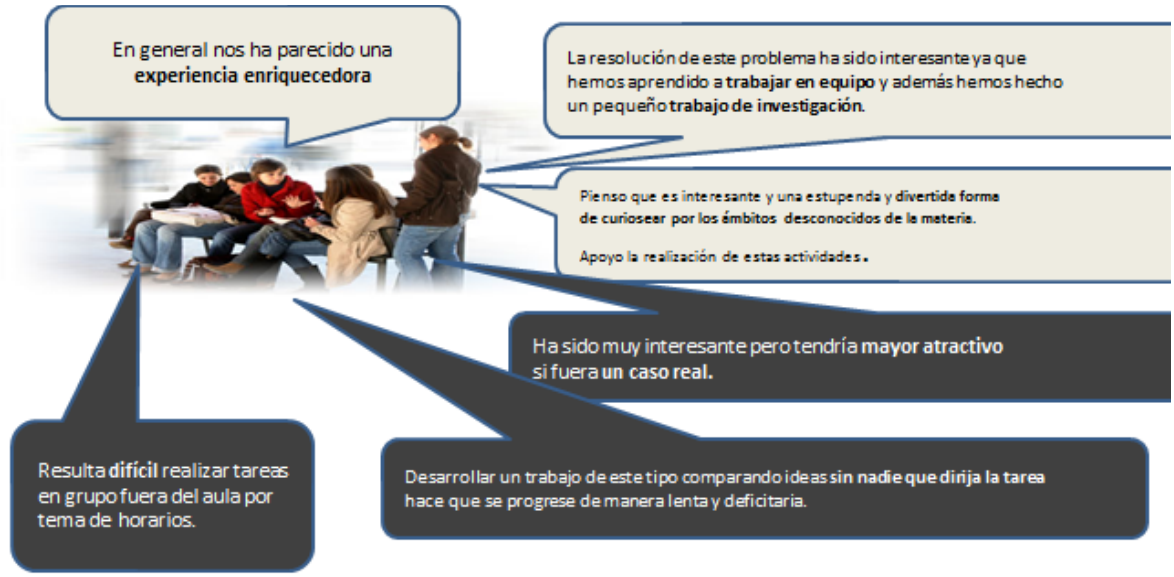


Figura 2. Observaciones de estudiantes del curso 2008-09.

Todos los grupos trataron en mayor o menor medida aspectos relacionados con la historia de la navegación marítima, aunque solo un grupo profundizó en la historia de las técnicas de navegación.

Por último, en relación a las calificaciones finales, se observó una importante mejora en la tasa de éxito, de casi 10 puntos porcentuales en relación a la de cursos anteriores (v. Tabla 1).

Fundamentos de Navegación Marítima	**2007-08**	**2008-09**	**Navegación Estima, Navegación Costera**	**2011-12**	**2012-13**
Tasa éxito	66,7%	76,5%	$\frac{Nº\ estudiantes\ que\ aprueban}{Nº\ estudiantes\ que\ se\ presentan} \times 100$	77,8%	100%
Tasa rendimiento	32,4%	34,2%	$\frac{Nº\ estudiantes\ que\ aprueban}{Nº\ estudiantes\ que\ se\ matriculan} \times 100$	63,6%	90,9%

Tabla 1. Tasas de éxito y Tasas de rendimiento de las asignaturas.

Curso 2012-13

ASIGNATURA	Navegación de Estima, Navegación Costera
TITULACIÓN	Grado en Ingeniería Náutica y Transporte Marítimo
CURSO (Cuatrimestre)	2º (2º)
CRÉDITOS ECTS	6 (Obligatorio)
Nº ESTUDIANTES MATRIC.	22
EVALUACIÓN	50% exámenes, 50% prácticas, actividades, problemas

El primer día de clase, se formaron los equipos y se presentó el escenario del problema. En este caso, por tanto, el problema ha sido el punto de partida que ha actuado como hilo conductor para la adquisición de aprendizajes. Se insistió en que no existe una solución única y que el objetivo no se centra en resolver el problema: lo importante es el proceso de aprendizaje que conduce a su solución. Los 20 estudiantes habituales han trabajado en 6 equipos de 3 ó 4 personas, formados aleatoriamente. En la resolución del problema emplearon 6 semanas, con una carga de trabajo de 4 h presenciales y, como media, 5,5 h no presenciales por estudiante y semana. Además del informe y la presentación oral final, tuvieron que preparar semanalmente entregables explicando el proceso seguido, así como un portafolio con las evidencias de los aprendizajes producidos, de los que recibían puntual retroalimentación de carácter eminentemente formativo. El peso en la calificación final fue un 35%.

En esta ocasión, la actividad fue también evaluada positivamente por parte del alumnado participante.[7] Se recogieron 19 encuestas anónimas (95%), cuyas respuestas se muestran en la Figura 3.

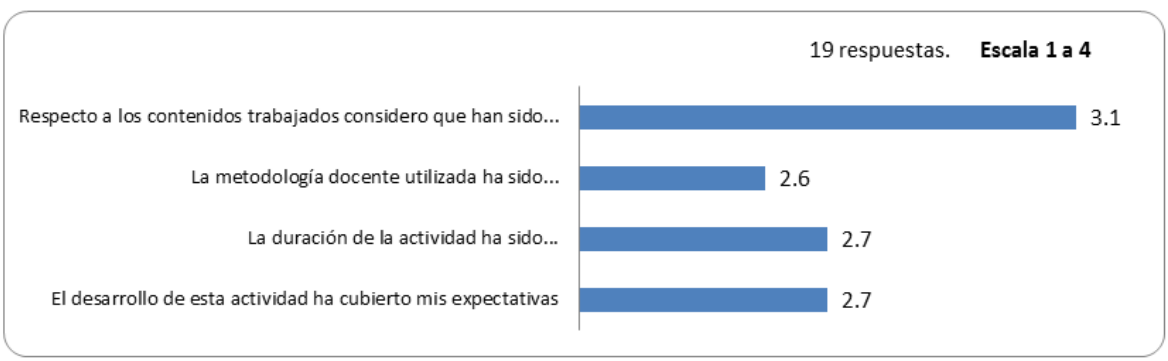


Figura 3. Evaluación de la actividad por parte de estudiantes del curso 2012-13.

En relación a la Historia de la Ciencia, si bien todos los grupos se han acercado en alguna medida a la historia de la navegación marítima, de nuevo, solo un grupo se marca como objetivo profundizar sobre aspectos relacionados con la historia de las técnicas de navegación.

Algunas de sus observaciones se muestran en la Figura 4. Lo que más valoran es la oportunidad de trabajar y aprender en equipo y, quienes han trabajado más sobre aspectos históricos, se muestran también encantados de la oportunidad de realizar esa investigación. No obstante, también se quejan del tiempo que han tenido que dedicar y piden que tenga un mayor peso en la calificación. Como en la experiencia anterior, identificaron algunas dificultades (problemas de organización en el trabajo en equipo), manifestaron miedos e incertidumbre (aprendizaje autónomo) y sugirieron mejoras (caso real).

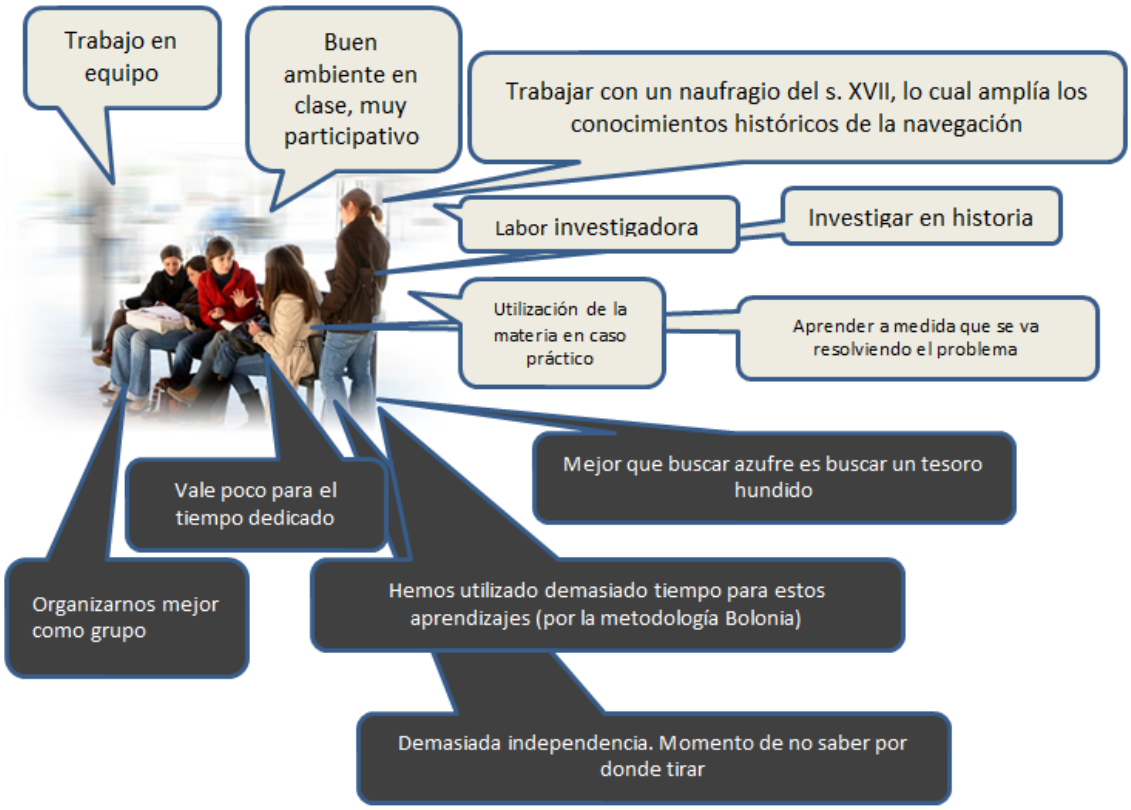


Figura 4. Observaciones de estudiantes del curso 2012-13.

En esta ocasión, la metodología empleada ha tenido una notable incidencia en las calificaciones finales. La tasa de éxito ha pasado del 78% al 100% y la tasa de rendimiento ha mejorado más de 25 puntos porcentuales, situándose en un meritorio 91% (v. Tabla 1).

Reflexiones finales

La resolución de problemas abiertos como estrategia formativa es una actividad que, pasado el desconcierto inicial, despierta el interés del alumnado e incide positivamente en los procesos, ampliando los resultados de aprendizaje y mejorando, en consecuencia, el rendimiento académico. Las bondades se intensifican cuando la metodología ABP se aplica y los grupos de estudiantes toman las riendas de su aprendizaje, analizan el problema y deciden qué necesitan aprender, realizando el trabajo necesario de forma colaborativa, en equipos bien estructurados.

En nuestro centro, el empleo de estas metodologías nos ha permitido llevar de nuevo la historia de las ciencias y de las técnicas al aula. Por un lado, su inclusión en los enunciados de los problemas contribuye a mejorar la actitud del alumnado y aumenta su interés hacia la materia, lo que sin duda mejora su motivación para realizar el trabajo necesario para su aprendizaje. Y, por otro lado, la resolución del problema, además de producir los resultados de aprendizaje esperados, despierta la curiosidad en algunos estudiantes por la historia de la disciplina, lo que les lleva a aprender más, disponiendo, como resultado, de una visión más completa y contextualizada de las ciencias y de las técnicas, en nuestro caso, de la navegación marítima.

Queda, no obstante, por comprobar si la semilla germina y surge el interés por realizar Trabajos Fin de Grado en el campo de la Historia de las Ciencias y de las Técnicas.

Bibliografía

BARROWS, H.S. (1986) "A Taxonomy of problem-based learning methods". *Medical Education*, 20 (6), 481–486.

DIDE (ca. 2000) *Aprendizaje colaborativo*. Monterrey, Dirección de Investigación y Desarrollo Educativo, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Acceso en 07/03/2013 al documento disponible en: http://sitios.itesm.mx/va/dide2/tecnicas_didacticas/ac/Colaborativo.pdf.

JOHNSON, D. W.; JOHNSON, R. T.; HOLUBEC, E. J. (1999) *El aprendizaje cooperativo en el aula*. Buenos Aires, Editorial Paidós SAICF. Traducción de la edición original en inglés, 1994.

MORALES, P. y LANDA, V. (2004) "Aprendizaje basado en problemas". *Theoria*, 13, 145-157.

SAVIN-BADEN, M. (2003) *Facilitating Problem-Based Learning. Illuminating perspectives*. Maidenhead (UK), Open University Press, McGraw-Hill Education.

UPM (2008) *Aprendizaje basado en problemas*. Madrid, Servicio de Innovación Educativa de la Universidad Politécnica de Madrid.

BLANCO ABELLÁN, M. (coord.) (2014) *Enseñanza e Historia de las Ciencias y de las Técnicas: Orientación, Metodologías y Perspectivas.* Barcelona, SEHCYT, p. 315.

ÁLGEBRA Y GEOMETRÍA EN EL AULA: LA CONSTRUCCIÓN GEOMÉTRICA DE LA SOLUCIÓN DE LA ECUACIÓN DE SEGUNDO GRADO

Mª Rosa MASSA ESTEVE
Departamento de Matemática Aplicada I. Universitat Politècnica de Catalunya

Resumen

El estudio de los orígenes de los polinomios y de las ecuaciones asociadas a ellos nos ofrece una historia de la construcción geométrica de la solución de la ecuación de segundo grado con pasajes muy instructivos y sugerentes para los alumnos, ya sean de secundaria o del grado universitario. En este artículo se analiza una actividad, implementada en el aula de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de Barcelona (ETSEIB), que contiene construcciones geométricas singulares de la solución de la ecuación de segundo grado en el siglo XVII. Estos análisis que relacionan el álgebra con la geometría aportan al alumnado una visión más rica de la matemática y mejoran los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Abstract

The study of the origins of polynomials and their associated equations gives us a history of the geometric construction of the solution of the quadratic equation with instructive and suggestive passages for students, whether high school or college degree. This paper discusses an activity implemented in the classroom of the School of Industrial Engineering of Barcelona (ETSEIB) containing singular geometric constructions solving the quadratic equation in the seventeenth century. These analyses linking algebra to geometry provide students with a richer view of mathematics and improve teaching and learning processes.

Palabras clave: Historia de las matemáticas, enseñanza, álgebra.

Keywords: History of mathematics, teaching, algebra.

Introducción

Las aportaciones implícitas y explícitas de la historia de la matemática en la enseñanza enriquecen la labor de formación de los alumnos [MASSA ESTEVE, 2003]. Así, el análisis de la génesis y evolución de las ideas y conceptos matemáticos es útil para mejorar el conocimiento matemático del alumnado y para proporcionarle una visión más poliédrica de las matemáticas. Con estas premisas, durante los últimos quince años, hemos

trabajado ya sea elaborando materiales para el aula [MASSA ESTEVE, GUEVARA CASANOVAS, ROMERO VALLHONESTA & PUIG PLA, 2011], impartiendo cursos de formación [MASSA ESTEVE, 2012] o dirigiendo trabajos de investigación sobre la relación entre la historia y su enseñanza. Actualmente, a nivel internacional existen también varias líneas de investigación de historiadores de la matemática que exploran estas relaciones intentando mejorar la enseñanza de las matemáticas y la formación del alumnado [BARBIN, 2000; JAHNKE, KNOCHE, OTTE & ASPRAY, 1996].

El objetivo de este artículo es, por una parte, mostrar la metodología usada en la docencia de la historia de las matemáticas en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de Barcelona (ETSEIB) de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC) y, por la otra, analizar una actividad que relaciona álgebra y geometría a través de construcciones geométricas singulares de la solución de la ecuación de segundo grado.

La historia de la ciencia y de la técnica en la formación de los ingenieros

Si se parte de una visión integral de la formación, la enseñanza de la historia de la ciencia y de la técnica en una universidad politécnica es una necesidad. Los técnicos y los científicos han de adquirir una serie de conocimientos y habilidades en ámbitos de especialización pero al mismo tiempo necesitan tener una perspectiva crítica y humanística de su profesión, tanto para entenderla más profundamente como para conseguir un ejercicio profesional digno. Hay otros caminos para conseguir este objetivo como la organización de actividades literarias, musicales, cine, exposiciones, o debates. La historia de la ciencia y de la técnica, sin embargo, tiene algunas ventajas en relación con estas otras alternativas. En primer lugar, la historia de la ciencia y de la técnica trata de temáticas cercanas a los estudiantes, muy a menudo la historia de la profesión o de la disciplina que están tratando en las otras clases. En segundo lugar, la historia es un campo de investigación y, por consiguiente, comparte muchas de las características de los estudios científicos y técnicos; con la historia de la ciencia y de la técnica se pueden llevar a cabo trabajos de investigación, que prepara sin duda a los estudiantes para su profesión. En tercer lugar, analizar la evolución histórica de las ideas proporciona una visión más útil, dinámica, humana, interdisciplinaria y heurística de la ciencia y de la técnica. Finalmente, en la historia se pueden analizar los casos en que se pone en juego la responsabilidad social de la ciencia y la tecnología. Todo ello significa, como insiste el profesor Lusa desde hace varias décadas, que la historia de la ciencia y de la técnica es el camino real hacia la formación humanística en los estudios científicos y técnicos [LUSA & ROCA ROSELL, 2004]. Siguiendo estas ideas los profesores Guillermo Lusa, Antoni Roca-Rosell, Carles Puig-Pla, y yo misma hemos impartido y estamos impartiendo diversas asignaturas optativas de historia de la ciencia y de la técnica en la ETSEIB.[1]

La actividad que analizamos pertenece a una de estas asignaturas, la titulada “Los orígenes y la evolución del álgebra” (Els origens i l’evolució de l’àlgebra). Es una asignatura de libre elección incluida en los planes de estudio de la ETSEIB y de la que soy coordinadora desde el curso 2003/04. La asignatura consta de tres créditos estructurados en sesiones semanales de dos horas, de las cuales una es teórica, dedicada a explicar la evolución histórica, y la otra práctica, dedicada a analizar textos significativos de la historia de la matemática. Los objetivos de la asignatura son: 1) Dar a conocer las fuentes en que se basa el conocimiento de las matemáticas del pasado; 2) Facilitar el análisis de los cambios más significativos en la evolución del álgebra, los que han afectado a su estatus dentro de las matemáticas, sus métodos, sus conceptos fundamentales y su relación con otras ciencias; 3) Mostrar las relaciones socio-culturales de la matemática con las otras ciencias a través de la historia; 4) Conseguir que el alumnado reflexione sobre el desarrollo del pensamiento matemático y las transformaciones de la filosofía natural. El curso se sitúa en la línea de trabajo que intenta entender los procesos dentro de su propio contexto, en términos de conocimiento matemático y de las intenciones con las que se trabajaba más que en términos de lo que sucederá después. El contenido de la asignatura abarca desde

[1] Así por ejemplo se imparten: La història de l’Escola d’Enginyeria Industrial, Tecnologia i Cultura a l’antiga Xina, Enginyeria i Matemàtiques a la Il•lustració, Historia de l’Aeronautica, etc.

los algoritmos numéricos de Babilonia hasta el teorema fundamental del álgebra.[2] La actividad que analizamos corresponde a la onceava sesión después de presentar la geometría de Descartes.

Álgebra y geometría hasta el Renacimiento. Primeras justificaciones geométricas

A fin de contextualizar las construcciones geométricas del siglo XVII que analizaremos en el apartado siguiente presentamos una pincelada histórica de las primeras relaciones entre el álgebra y la geometría [PARSHALL, 1988; BASHMAKOVA & SMIRNOVA, 2000 y MASSA ESTEVE, 2005]. Aunque el algoritmo de resolución de ecuaciones algebraicas de segundo grado ya se puede deducir a partir de los problemas resueltos en las tablas babilónicas, en ellas no se presenta ninguna construcción geométrica de la solución. En la matemática "babilónica" (1500 aC), que fue transmitida por escribas y básicamente utilizada para cálculos relativos a problemas de la vida real, se formulaba un algoritmo consistente en una serie de instrucciones (sin ninguna explicación) para encontrar soluciones concretas a problemas que se pueden describir mediante una ecuación de segundo grado. Es importante señalar que en las tablas babilónicas existen instrucciones numeradas, sin letras, sin signos, y sólo cálculos numéricos.

La matemática griega, de alguna manera, hizo su aportación a la justificación geométrica de las ecuaciones algebraicas con *Los Elementos* de Euclides (300 aC), obra que recoge los conocimientos matemáticos de diferentes escuelas griegas y una de las que más influencia cultural ha tenido a lo largo de la Historia de la Ciencia. Así veamos, por ejemplo, la proposición 6 del libro II que, más tarde, los árabes y algunos autores del Renacimiento utilizaron para justificar geométricamente el algoritmo de la solución de la ecuación de segundo grado.

> "Libro II. Proposición 6. Si se divide en dos partes iguales una línea recta [$b/2$] y se le añade, en línea recta, otra recta [x]; el rectángulo comprendido por la recta entera con la recta añadida y la recta añadida [$(x+ b).x$] junto con el cuadrado sobre la mitad [$(b/2)^2$] es igual al cuadrado sobre la recta compuesta por la mitad y la recta añadida [$(x+b/2)^2$]."[HEATH, 1956, I, p. 385]

O sea que en esta proposición se demuestra la igualdad que se expresaría, en lenguaje actual, $(x+ b).x + (b/2)^2 = (x+b/2)^2$. La construcción geométrica que acompaña estas proposiciones es un cuadrado de lado "x" completado con dos rectángulos de lados "x" y "$b/2$" y un cuadrado de lado "$b/2$" para obtener un cuadrado de lado "$(x + b/2)$". Cabe destacar que en el texto de Euclides no hay símbolos, ni números, ni expresiones algebraicas, sólo figuras y relaciones entre ellas y sus lados, es decir, sólo hay geometría: segmentos que se añaden y que cuando se multiplican producen figuras geométricas.

El uso conjunto de razonamientos geométricos y algebraicos se puede encontrar en la obra de Mohamed Ben-Musa al-Khwarizmi, matemático, astrónomo y miembro de la Casa de la Sabiduría de Bagdad, que murió en 850 y es considerado como el creador de las reglas del álgebra. Su obra *Hisâb al-jabr wal-muqqabala* (813) fue traducida al latín por Roberto de Chester con el título *Liber algebrae et almucabala* (1145), de donde proviene el nombre actual de álgebra. La obra de al-Khwarizmi, consta de una parte teórica con las reglas para resolver ecuaciones (hasta segundo grado) con coeficientes positivos que clasifica en seis tipos y una parte práctica que contiene problemas ilustrativos de cada uno de los tipos: problemas de números, de comercio, de dotes, del trigo y la avena, de los ejércitos y de los correos.[3] El lenguaje empleado es retórico, sin utilización de símbolos y con justificaciones geométricas de las soluciones encontradas utilizando los cuadrados y los rectángulos de las

---

[2] Las sesiones de la asignatura son: Los algoritmos numéricos de Babilonia (aprox. 1.800 aC.). Las construcciones geométricas de los griegos (aprox. 300 aC.). Las posibles raíces del álgebra: Diofanto de Alexandria (aprox. 250-350 dC.). El álgebra en el mundo árabe: Mohamed ben Musa Al-Khwarizmi (850 dC.). El albor del álgebra en las aritméticas mercantiles. Los algebristas italianos: Girolamo Cardano (1501-1576). El *Arte Mayor* en la Península Ibérica en el siglo XVI. Los libros de álgebra de Rafael Bombelli (1526-1572). Álgebra y geometría en François Viète (1540-1603). El desarrollo del lenguaje simbólico: Pierre Hérigone (1580-1643). *La Géométrie* de René Descartes (1596-1650). El desarrollo del álgebra de Viète para calcular áreas: Pietro Mengoli (1625-1686). El teorema fundamental del álgebra.

[3] Al-khwarizmi explica al comienzo de la obra: "Mi propósito es componer una obra breve sobre el cálculo por las reglas de compactación y reducción, limitándonos a lo que es a la vez más fácil y más útil en la aritmética, y que los hombres necesitan constantemente en los casos de herencias, legados, particiones, pleitos así como en el comercio y en todas las relaciones de los unos con los otros, o bien donde se necesitan medidas de tierras, excavaciones de canales, cálculos geométricos y otros asuntos de muchos varios tipos." [AL-KHWARIZMI, 1986, p. 3]

proposiciones euclidianas mencionadas antes. Los árabes también presentan otras justificaciones geométricas similares, así construyen un cuadrado de lado "*x*" y lo completan con cuatro rectángulos de lados "*x*" y "*b/4*" y cuatro cuadrados de lados "b/4" para obtener un cuadrado de lado "*(x+ b/2)"*. Estas construcciones geométricas con rectángulos y cuadrados servían para justificar con la geometría, la ciencia por excelencia, la regla de resolución de la ecuación de segundo grado. Quien difundió en el mundo occidental todos estos conocimientos árabes fue Leonardo de Pisa (1180-1250), hijo de un cónsul, denominado Bonacci, que es conocido con el nombre de Fibonacci. En su obra *Liber abaci* (1202) en el capítulo 15 refleja los problemas que aprendió a calcular en las álgebras árabes así como los métodos de cálculo de la numeración hindú. En su obra también utiliza justificaciones geométricas similares. La época menos fructífera del desarrollo de las ecuaciones algebraicas corresponde a los siglos XIII y XIV, en que florecieron las matemáticas comerciales con las obras que hoy denominamos aritméticas mercantiles.[4] Algunas de estas aritméticas incluían un último bloque de álgebra y otras no, de hecho no se resuelven casos nuevos pero ayudan a la difusión de las reglas algebraicas árabes y de sus justificaciones geométricas. El saber de estas aritméticas mercantiles y de las fuentes orientales usadas por los mercaderes italianos se recoge en la obra enciclopédica de Luca Pacioli (1447-1517) titulada *Summa de Arithmetica, Geometria, Proportioni et Proportionalita* (1494) que tuvo gran difusión en su época y que también contiene las justificaciones geométricas euclidianas en la Distinción Octava. En la Italia renacentista del siglo XVI podemos señalar entre otros, a Niccolo Tartaglia (1499-1557) con la obra *Quesiti et inventioni diverse* (1546) y a Girolamo Cardano (1501-1576) con su obra *Artis Magnae sive de Regules Algebraicis* (1545), ninguna de ellas aporta novedades en cuanto a las justificaciones geométricas mencionadas.

Uno de los primeros en cuestionar estas justificaciones geométricas y en proponer otras nuevas fue Pedro Núñez (1502-1578) con su *Libro de Álgebra en Aritmética y Geometría* (1567).[5] Ya desde el título, Núñez indica que el álgebra se presenta relacionada con la geometría al mismo nivel que con la aritmética. En el prólogo expresa también su intención de emplear el álgebra, ciencia muy aprovechable, para encontrar la cantidad desconocida en cualquier cuestión aritmética o geométrica.[6] Núñez utiliza el álgebra para resolver problemas de geometría, pero también emplea las construcciones geométricas euclidianas para justificar las soluciones de las ecuaciones y para demostrar resultados aritméticos.[7] Bajo el título "Siguen se otras demostraciones nuevas y más perfectas" Núñez presenta nuevas demostraciones expresando sus dudas sobre la certeza de las demostraciones anteriores, puesto que en ellas se está suponiendo que existe un número que verifica la ecuación, y esto no siempre es cierto. En palabras del autor, "Más estas demostraciones de las tres reglas postreras puesto que sean muy claras, podrá el adversario impedir, diciendo, que en la demostración de la primera presuponemos que un censo (x^2) con las cosas (bx) en cualquier número que ellas sean, pueden ser iguales a cualquier número, tomado número como habemos definido en principio de este libro y que este presupuesto no es cierto. Por lo cual será necesario demostrarlo." [NÚÑEZ, 1567, p. 14r]. Aunque Núñez fue pionero en buscar otras construcciones geométricas de la solución de la ecuación de segundo grado, las construcciones más singulares aparecerán un poco más tarde con François Viète (1540-1603) y con René Descartes (1596-1650) como analizamos en el siguiente apartado.

Álgebra y geometría en el siglo XVII. Otras justificaciones geométricas

El año 1591, con la aparición de la obra *In artem analyticen isagoge de Viète*, se hizo patente la ventaja de utilizar símbolos dentro de la matemática, no sólo para representar la incógnita, sino también para las

[4] Hay muchas aritméticas mercantiles en el periodo 1300-1500, de las cuales más de trescientas en manuscritos italianos y sólo treinta en franceses. La aparición de la imprenta a mitad del siglo XV ayudó a su difusión. Estaban escritas normalmente en lengua vulgar (no en latín) y algunos historiadores consideran que muchos comerciantes las tenían en las estanterías porque daban prestigio. Véase MASSA ESTEVE [2005, p. 9].

[5] Sobre el álgebra y la geometría en el libro de Núñez, consultar ROMERO [2010] y MASSA [2010].

[6] El autor lo expresa de este modo, "De todollos Livros que nas Sciencias Mathematicas tenho composto, muito alto &excelente Principe, nenhum he de tanto proveito como este de Algebra, que he conta fácil & breve para conhecer a quantidade ignota, em qualquer propósito de Arithmetica& Geometría." [NÚÑEZ, 1567, sin paginar]

[7] A lo largo de toda la obra Núñez va describiendo las operaciones aritméticas entre las cantidades que define, ya sean números enteros, quebrados, raíces, binomios y a continuación justifica estas operaciones mediante construcciones geométricas. Por ejemplo, Núñez presenta demostraciones geométricas para la suma de raíces, véase NÚÑEZ [1567, p. 44r- 44v], para la diferencia de raíces, véase NÚÑEZ [1567, p. 56v-57r] y para la multiplicación de raíces, véase NÚÑEZ [1567, p. 50v-52v], siempre utilizando proposiciones euclidianas.

cantidades conocidas, de forma que se podía trabajar con ecuaciones en forma general ($ax^2 + bx + c = 0$). Viète intentó explicar el camino que empleaba para resolver las ecuaciones enmarcándolo dentro del análisis griego.[8] El álgebra de Viète fue la guía para resolver ecuaciones en la aritmética, en la geometría, en la trigonometría... Con Viète las expresiones algebraicas se convierten en modernas, en el sentido de que el rigor y la generalidad con la que son empleadas son similares a los actuales, aunque utiliza una simbología primitiva, sin signo de igualdad, sin exponentes, ni signos radicales.

Cuando el trabajo de Viète se conoció, durante los primeros años del siglo diecisiete, algunos matemáticos empezaron a valorar la utilidad de los procedimientos algebraicos para resolver problemas geométricos [MAHONEY, 1980 y BOS, 2001]. De hecho, la edición de la obra de Descartes titulada *La Géométrie* (1637), que aparece como un apéndice del *Discours de la Méthode*, es considerada uno de los puntos fundamentales en la evolución del álgebra y, en concreto, para la resolución de las ecuaciones. La obra está dividida en tres libros: el primero titulado "sobre los problemas de construcción que requieren sólo líneas rectas y círculos", el segundo titulado "sobre la naturaleza de las líneas curvas" y el tercero titulado "sobre la construcción de los problemas que son sólidos o quasisólidos". Descartes empieza el libro I construyendo un álgebra de segmentos y muestra cómo sumar, multiplicar, dividir y extraer la raíz cuadrada de segmentos haciendo construcciones geométricas. Este trabajo de Descartes supuso un punto de partida para contemplar la geometría desde otra perspectiva. Además, la obra de Descartes contiene la notación actual con dos variantes menores: escribe xx, aa,... en lugar de x^2, a^2,... y no usa el signo nuestro de igualdad.

Después de esta breve pincelada histórica presentamos las justificaciones geométricas de Viète y de Descartes por separado para reflexionar sobre el significado de sus construcciones y los teoremas básicos usados.

Una de las características más importantes de la obra de Viète es que identificó las ecuaciones algebraicas con las proporciones mediante el producto de medios y extremos de una proporción. Veamos pues como trataba Viète la justificación geométrica de la solución de la ecuación de segundo grado en 1646, en la obra *Effectionum Geometricarum Canonical Recensio*. Esta es una de las construcciones que analizamos con los alumnos (ver fig. 1),

> "Proposición XII. Dada la media proporcional de tres cantidades y la diferencia de los extremos, encontrar los extremos."[9]

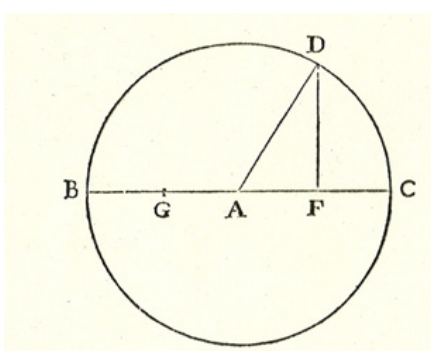


Figura 1. Construcción de Viète.

Dice Viète: "Sea FD la media proporcional de tres cantidades y sea GF la diferencia entre los extremos. Encontrar los extremos. Trazaréis GF y FD formando ángulo recto y dividiréis GF por la mitad en A. Describiréis

[8] 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 desconocidas (zetética). El segundo en probar los teoremas conocidos a partir de la ecuación planteada (porística). En el último proceso, que era el más importante para Viète, se estudiaba la estructura de las ecuaciones planteadas para poder encontrar la solución (exegética). Así resumía Viète estas ideas al final de su obra: "Finalmente, el arte analítico, dotado de sus tres formas zetética, porística y exegética, reclama para él mismo la solución del problema más grande de todos que es SOLUCIONAR TODOS LOS PROBLEMAS". [VIÈTE, 1646, p. 12]

[9] "Propositio XII. Data media trium proportionalium & differentia extremarum, invenire extremas." [VIÈTE, 1646, p. 234]

un círculo de centro A e intervalo AD y extenderéis la circunferencia AG y AF dando los puntos B y C. Digo que hecho esto los extremos que buscamos son BF y FC, entre los cuales la media proporcional es FD."[10]

Análisis con los alumnos: Hay que señalarles que aquí Viète plantea la ecuación $x^2 + bx = c$ mediante una proporción, en lenguaje actual, $(x + b) : c^{1/2} = c^{1/2} : x$. Traza b y $c^{1/2}$ formando un ángulo recto y divide b por la mitad. Describe un círculo de radio la hipotenusa del triángulo formado por $b/2$ y $c^{1/2}$, y, utilizando el teorema de Pitágoras, deduce que las soluciones serán los segmentos FC y BF. Viète puede asegurar que la figura se identifica con la ecuación a través del teorema de la altura, aunque no lo menciona. Las cuestiones que se plantean a los alumnos son del tipo: Resuelve el problema de Viète introduciendo números en el enunciado. Reproduce la construcción geométrica y razona el procedimiento. ¿Puedes utilizar esta construcción para cualquier ecuación? Razona. ¿Qué ocurre con las soluciones negativas? ¿Cómo se utilizan el teorema de Pitágoras y el de la altura? Explicita su relación con la solución de la ecuación. ¿Qué diferencia sustancial tiene esta construcción con la euclidiana?, etc.

Analicemos ahora la construcción geométrica de la solución en una ecuación de segundo grado en *La Géométrie de Descartes* (ver Fig. 2),

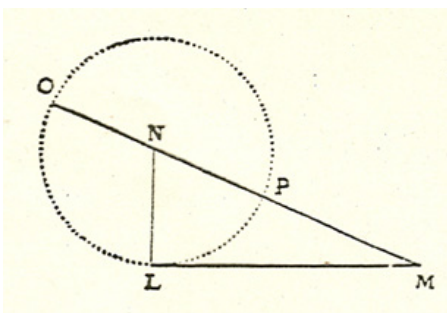


Figura 2. Construcción de Descartes

Descartes explica: "Pero si tengo por ejemplo $z^2 \infty az + bb$ construyo el triángulo rectángulo NLM, donde el lado LM es igual a "b", raíz cuadrada de la cantidad conocida "bb", y la otra LN es "$\frac{1}{2}\ a$", la mitad de la otra cantidad conocida, que está multiplicada por "z" que se supone ser la línea desconocida. Entonces prolongando MN, base de este triángulo, hasta O, de forma que NO sea igual a NL, la línea total OM es la línea buscada "z". Y ella se expresa de este modo $z \infty 1/2\ a + (\frac{1}{4}aa + bb)^{1/2}$".[11]

Análisis con los alumnos: Hay que destacar que en la obra de Descartes ya aparece explícitamente la fórmula simbólica que empleamos actualmente en el aula. La construcción de Descartes corresponde a la construcción de una línea desconocida en función de las líneas conocidas. Descartes identifica los términos de la ecuación con las líneas y les asigna una letra, opera con las letras tanto si representan líneas conocidas como desconocidas. Así la solución de la ecuación viene expresada por la suma de una línea y una raíz cuadrada que se obtiene utilizando el teorema de Pitágoras. Descartes puede afirmar que la figura y la ecuación se pueden identificar a través de la propiedad geométrica de la potencia de un punto exterior a una circunferencia, aunque no lo menciona. Las cuestiones planteadas a los alumnos son similares a las de Viète, aunque también se puede reflexionar sobre el significado de las dos construcciones. Las diferencias con Viète son importantes dado que Descartes escribe explícitamente en el margen "cómo se resuelven" y en cambio Viète soluciona un problema

[10] "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 cujus 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." [VIÈTE, 1646, p. 234]

[11] "Car si i'ay par exemple $z^2 \infty az + bb$ ie fais le triangle rectangle NLM, dont le costé LM est esgal à b racine quarrée de la quantité connue bb, & l'autre LN est $1/2a$, la moitié de l'autre quantité connue, qui estoit multipliée par z que ie suppose estre la ligne inconnue puis prolongeant MN la baze de ce triangle, iusques a O, en sorte qu'NO soit esgale a NL, la toute OM est z la ligne cherchée. Et elle s'exprime en cete sorte $z \infty 1/2\ a + (\frac{1}{4}\ aa + bb)^{1/2}$." [DESCARTES, 1637, pp. 302-303]

geométrico con una figura en la que identifica una proporción con una ecuación. Otro punto importante a considerar con los alumnos es el método analítico y/o sintético usado en cada una de las construcciones.

Reflexiones finales

Las valoraciones de los alumnos respecto a la parte práctica son todas muy positivas, por ejemplo, a la pregunta sobre la metodología de la asignatura un alumno responde: "La mezcla entre una primera parte teórica donde se explica el contexto histórico y se va avanzando en la evolución del álgebra y una segunda parte práctica con pequeñas demostraciones hace que la asignatura sea dinámica e interesante." Nuestros análisis y las respuestas de los cuestionarios de evaluación de las actividades implementadas permiten concluir que es esencial trabajar con fuentes primarias para enseñar historia de las ciencias y de las técnicas, y que, además, el conocimiento de las diversas culturas y sociedades proporciona al alumnado una formación más integral. De hecho, con estas actividades se ofrece a los alumnos una dimensión intelectual de la matemática que la incluye en la historia del pensamiento científico, de la cual ha sido y sigue siendo una parte fundamental.

En lo que concierne a la contribución de esta actividad concreta a la formación del intelecto del alumnado se requiere alguna reflexión más. La geometría, que estudia las figuras del plano y del espacio, tiene un gran valor visual estético y la belleza y elegancia de sus construcciones la convierten en uno de los recursos más apropiados para desarrollar la capacidad de razonamiento del alumnado tanto en la visualización intuitiva (clasificar y analizar propiedades de las figuras), como en los procesos deductivos de sus demostraciones (teoremas de Pitágoras o de Tales, construcción de mediatrices y/o del baricentro de un triángulo). Sin embargo, los razonamientos geométricos adquieren su excepcional potencial al relacionar el álgebra con la geometría, o sea al establecer conexiones entre fórmulas y figuras, entre cálculos algebraicos simbólicos y operaciones geométricas y construcciones. Esta fusión del razonamiento geométrico con el algebraico permite además al alumnado la exploración de razonamientos inductivos, de generalización de resultados y de demostraciones más rigurosas, sistemáticas y abstractas. Así el análisis y la reflexión de estas construcciones geométricas de expresiones algebraicas en la historia, ayudan también a desarrollar el pensamiento analítico y sintético del alumnado y a mejorar su formación científica.

Bibliografía

AL-KHWARIZMI (1986) *The Algebra of Mohammed ben Musa*. Hildesheim, Zürich, Nueva York, Georg Olms Verlag. Rosen, F. (ed. I trad.), (1ª ed. Londres, 1831).

BARBIN, E. (2000) "Integrating history: research perspectives". En: J. Fauvel & J. Van Maanen (eds.) *History in mathematics education: the ICMI study*, Dordrecht, Kluwert, 63-66.

BASHMAKOVA, I. y SMIRNOVA, G. (2000) *The Beginnings and Evolution of Algebra*. Washington, USA, The Mathematical Association of America. Trad. del ruso por Abe Shenitzer.

BOS, H. J. M. (2001) *Redefining Geometrical Exactness*. "Sources and Studies in the History of Mathematics and Physical Sciences", Nueva York, Springer-Verlag.

DESCARTES, R. (1637) *La géométrie*. Trad. y edit. "The geometry of René Descartes" por Smith, D. E. , Latham, M. L. Nueva York, Dover, 1954.

HEATH, T. (ed.) (1956) *Euclid. The thirteen Books of The Elements*. Nueva York, Dover.

JAHNKE, H. N.; KNOCHE, N.; OTTE, M. & W. ASPRAY (eds.) (1996) *History of Mathematics and Education: Ideas and Experiences*. Göttingen, Vandenhoeck und Ruprecht.

LUSA, G. y ROCA ROSELL, A. (2004) "El lugar de la historia de la ciencia y de la técnica en el espacio europeo de educación superior". En: *Actes de la Jornada de reflexió i debat sobre el Model Docent de la UPC en l'Espai Europeu d'Educació Superior*, Barcelona, UPC, sin paginar.

MAHONEY, M. S. (1980) "The beginnings of algebraical thought in the seventeenth century". En: S. Gaukroger

(ed.) *Descartes' philosophy, mathematics and physics*. Totowa/Brighton, Barnes and Noble/Harvester, 141-156.

MASSA ESTEVE, M. R. (2003) "Aportacions de la història de la matemática a l'ensenyament de la matemática". *Biaix, 21*, 4-9.

MASSA ESTEVE, M. R. (2005) "Les equacions de segon grau al llarg de la història". *Biaix, 24*, 24-15.

MASSA ESTEVE, M. R. (2010) "Àlgebra I geometria al Libro de Álgebra en Arithmetica y Geometria (1567) de Pedro Núñez". *Quaderns d'Història de l'Enginyeria, XI*, 101- 125.

MASSA ESTEVE, M. R.; GUEVARA CASANOVAS, I.; ROMERO VALLHONESTA, F. & PUIG-PLA, C. (2011) "Understanding Mathematics using original sources. Criteria and Conditions". En: E. Barbin, M. Kronfellner & C. Tzanakis (eds.) *History and Epistemology in Mathematics Education. Proceedings of the Sixth European Summer University*. Vienna, Verlag Holshausem GmbH, 415-428.

MASSA ESTEVE, M. R. (2012) "The Role of the History of Mathematics in Teacher Training Using ICT". En: O. Bruneau, P. Grapi, P. Heering, S. Laubé, M. R. Massa Esteve &T. de Vittori (eds.) *Innovative Methods for Science Education: History of Science, ICT and Inquiry Based Science Teaching*. Berlin, Frank & Timme, 81-107.

NUÑEZ, P. (1567) *Libro de Algebra en Arithmetica y Geometria*. Anvers, Herederos de Arnoldo Birckman.

PARSHALL, K. H. (1988) "The art of Algebra from Al-Khwarizmi to Viète: a study in the natural selection of ideas". *History of Science, 26*, 129-164.

ROMERO VALLHONESTA, F. (2010) "Les quantitats irracionals a l'álgebra de Pedro Núñez". *Quaderns d'Història de l'Enginyeria, XI*, 53-77.

VIETE, F. (1646) *Opera Mathematica*. Schooten, F. A. (ed.) Hildesheim-Nueva York, Georg Olms Verlag. Reimpreso 1970.

Esta investigación se incluye en los proyectos: HAR 2010-17461/HIST y HAR 2013-44643-R

BLANCO ABELLÁN, M. (coord.) (2014) *Enseñanza e Historia de las Ciencias y de las Técnicas: Orientación, Metodologías y Perspectivas.* Barcelona, SEHCYT, p. 323.

¿HA DESPEGADO LA HISTORIA DE LA MATEMÁTICA COMO RECURSO EN SECUNDARIA?

Ángel REQUENA FRAILE
Físico. Profesor de matemáticas jubilado

Resumen

Quizá se podría afirmar que los profesores de matemáticas de secundaría sabemos que la historia de la disciplina es un buen recurso (junto con otros) para nuestra actividad de aula, pero no es tan seguro poder plantear que el uso que damos aproveche significativamente su gran potencial. Esta ponencia trata sobre la inserción actual de la historia de la matemática en la enseñanza secundaria a través de un recorrido panorámico por el currículo oficial, los libros de texto, el temario de la oposición, las publicaciones profesionales, o los contenidos de los nuevos masteres. La situación actual se presenta con claroscuros. Con datos muy prometedores para el despegue definitivo y negras sombras que afectan al papel de la educación secundaria, y a la educación matemática en particular.

Abstract

Perhaps one could argue that the high school mathematics teachers know that the history of the discipline is a good resource (along with others) to our classroom activity, but we can not be sure that our use significantly exploit its great potential. This paper discusses the present status of the history of mathematics in secondary education through a panoramic tour of the official curriculum, textbooks, the subjects of the concourse, the professional publications, or the contents of the new masters. The current situation presents with chiaroscuro. With promising data for the final takeoff and black shadows that affect the role of secondary education, and mathematics education in particular.

Palabras clave: Matemáticas, historia, secundaria.

Keywords: mathematics, history, secondary.

La historia como recurso didáctico

La historia de la ciencia, y -en particular- la de la matemática, es una disciplina en sí, y como tal puede ser objeto de investigación y enseñanza. En la enseñanza secundaria hay ejemplos de incorporación esporádica

de la historia de la ciencia a las prácticas educativas. Pero no es ese el aspecto que nos interesa sino el de la utilización de la historia como un recurso didáctico para la enseñanza de la propia matemática. Como dice Michel Henry en el prólogo a *La demostración matemática en la historia:*

> No tanto la enseñanza de la historia de las matemáticas ni recopilar anécdotas históricas sino conocer como se ha desarrollado el pensamiento matemático a lo largo de la historia de forma que se pueda percibir mejor lo que ha sido determinante en su desarrollo.

Los profesores de matemáticas de secundaria son conscientes en general de la utilidad de la historia de su disciplina en su actividad de aula. Lamentablemente somos de la opinión de que esa consciencia no se ve reflejada más que episódicamente en su trabajo cotidiano, perdiéndose oportunidades de mejorar la educación de nuestros alumnos.

Ya en 1955, el maestro de los maestros, el gran Puig Adam, en su decálogo del profesor fue capaz de escribir como segundo mandamiento: *No olvidar el origen concreto de la Matemática ni los procesos históricos de su evolución.*

El principio categórico de don Pedro enlaza con la mejor tradición, la que permitió la creación en la segunda república de la primera asociación de la historia de las ciencias. El camino para la recuperación de la dinámica histórica estaba abonado.

En los setenta y ochenta parecía que el despegue del recurso iba a ser inmediato. Quizá lo haya sido pero no en nuestra opinión. Y eso, pese a los grandes avances producidos tanto en la investigación histórica como en la consolidación de la didáctica, ambas emergentes como disciplinas científicas.

La historia de la matemática en el currículo de secundaria

Hasta hoy el currículo establecido por el Ministerio de Educación se regula por el *REAL DECRETO 1631/2006, de 29 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria*. Poco se habla de historia de la matemática y su uso didáctico, solo una bien intencionada recomendación:

> En todos los casos, las matemáticas han de ser presentadas a los alumnos como un conjunto de conocimientos y procedimientos cercanos a su experiencia, que han evolucionado en el transcurso del tiempo y que, con seguridad, continuarán haciéndolo en el futuro.

Las CCAA completan el currículo con hasta el 30% de los contenidos. Algunas comunidades no aportan nada de interés como Madrid, otras como Andalucía y Catalunya han concretado una propuesta. Andalucía ha establecido seis dimensiones para situar la enseñanza de la matemática, la tercera es la *dimensión histórica, social y cultural de las matemáticas*, donde se relaciones tópicos históricos para ser introducidos. Catalunya avanza un poco más y concreta con *contextos* históricos cada una de las partes de su currículo.

No debemos olvidar que, en Canarias, el empuje de la Sociedad Orotava, permitió la entrada de la Historia de la Ciencia en la Secundaria como asignatura optativa.

Libros de texto

El libro de texto sigue siendo el elemento que pone de manifiesto lo que más generalmente se usa en el aula. El currículo se plasma en el texto de forma parecida a los reglamentos con las leyes. Veremos hasta que punto tiene razón Chevallard cuando plantea la *aversión de los manuales hacia todo lo que anclaría en una historia el saber que ellos promueven. Lo que ha sido y ya no es, no existe siquiera en el recuerdo: ese es el secreto del funcionamiento sin historia de la institución.*

Hemos elegido el curso tercero de la Enseñanza Secundaría por ser un curso que da un cierto avance a la formación matemática. Analizamos los dos textos más usados (editoriales Anaya y SM) y dos de carácter más avanzado en propuesta didáctica (Grupo Azarquiel y editorial Vicens Vives).

El texto de *Anaya*, uno de los mejores, apenas presta atención a la historia. La anécdota de Gauss en progresiones, la mención a Fibonacci, el significado de álgebra y ecuación, Leibniz en funciones y Pitágoras en geometría, la Alhambra en movimientos, Mendel en azar y el emperador Augusto en estadísticas, son meras referencias marginales que aparecen al final de algunos capítulos.

El texto de *SM, Gauss*, tiene una página al final de cada capítulo, llamada *Viaje matemático*, donde concentra curiosidades y las escasas referencias a la historia. Curiosamente esa página está firmada por Javier Lascuraín que no aparece como autor del texto. No es extraño que aparezcan errores y no se aproveche el valor de lo dicho: *sahy* en lugar de *shay, chay* o *xay*. Curiosamente el libro tiene afición a al-Jwarizmí pues es el autor más citado. En tres portadas al inicio de los capítulos hay alguna referencia histórica pero muy descontextualizada.

El *Proyecto Azarquiel* muestra una corriente del profesorado que busca el descubrimiento de los propios estudiantes a través de actividades. Se trata de un excelente material con dos únicas referencias históricas: las fracciones egipcias y la anécdota de Arquímedes con la corona, ambas bien desarrolladas pero no explotadas históricamente.

El manual *Alfa de Vicens Vives* es un texto cuya aportación más singular es añadir al final tres apartados: Conexiones, Investigaciones y Recreaciones. El intento es meritorio y en algunos de ellos hay alguna referencia. Además hay unas pocas fichas biográficas, hasta diez, sin demasiado valor.

La revista *Suma*

La revista *Suma* es la publicación de la Federación Española de Sociedades de Profesores de Matemáticas (FESPM). Como tal es la revista de mayor influencia y tirada pues llega regularmente a más 7000 profesores.

Suma ha publicado hasta marzo de 2012 un total de 69 números con un total aproximado de 1000 artículos. De ellos 139 están catalogados en *Historia de las Matemáticas*. Solo el epígrafe *Geometría y Medida supera* con 153. En tercer lugar, lejos, se encuentra *Reflexión Didáctica* con 77.

Las cifras muestran el interés por la historia con investigaciones o reflexiones de gran valor. Entre los más conocidos se encuentran los artículos firmados por Ángel Ramirez / Carlos Usón, Perez Urbaneja, Antonio Pérez o Santiago Gutiérrez.

Cuando la historia interesa se lleva al aula pero son muy pocos los artículos con indicaciones didácticas y las experiencias de aula, aunque existen, son muy excepcionales. Es de destacar que en el número 2 de *Suma* (1989) aparece un prometedor artículo del genovés Paolo Boero que recoge tanto la investigación como el ensayo en el aula: *Utilización de la historia de la matemática en clase con niños de 6 a 13 años*. No hay nada que se le aproxime en todos los demás números.

En algún caso se describen experiencias de aula realizadas colectivamente por un seminario cuya base teórica es muy dudosa, y casi nos atrevemos a calificar de antihistórica.

La revista *UNO*

Otra revista dirigida al profesorado de cierto interés es UNO, de editorial Grao. Cada número es básicamente una monografía sobre algún asunto. Hay 61 números editados. A la historia de la matemática le ha correspondido el número 26 (2001). Quizá sea esta monografía de UNO la mejor muestra del estado de las dificultades para la sistemática introducción de la Historia como herramienta didáctica.

Sólo el artículo *La historia de la matemática en el aula* de Santiago Fernández Fernández responde al objetivo, los otros cuatro artículos encajan con dificultad. Incluso el firmado por Bishop –interesantísimo- se ajusta muy forzado. Fernández hace un trabajo digno basado en material de lo que se hace fuera por la *Comisión de Historia y Pedagogía de las Matemáticas* (HPM) y en especial las aportaciones de Fauvel.

Otras revistas

La *Gaceta de la Real Sociedad Matemática Española* tiene desde sus inicios en 1998 una sección dedicada a la Historia de la Matemática (44 artículos de 70 números), pero es una revista que no dedicaba atención al profesorado de secundaria hasta fechas recientes, desde que I. Fuentes se hizo cargo de una sección específica. En esta sección de secundaria están apareciendo artículos sobre distintos aspectos de la problemática de las aulas de secundaria. El número 2 del volumen 13 (2010) contiene el artículo de Santiago Gutiérrez sobre *La historia de la matemática como recurso didáctico.*

Lo más interesante como diagnóstico es la breve presentación de I Fuentes: *empezar a llenar este vacío en la formación de los graduados y profesores de Matemáticas.*

Otra publicación de gran interés es *Enseñanza de las ciencias, revista de investigación y experiencias didácticas*. La revista es leída especialmente por los profesores de didáctica y su difusión entre los de secundaria es menor. Hoy con la disponibilidad en red puede llegar mejor al profesor de aula. Siempre hay una sección dedicada a la historia, pero dado que no es específica de matemáticas no aparecen muchos ejemplos de valor para la secundaria. En los índices se encuentran artículos curiosos, por ejemplo un alegato a favor de *La historia de la matemática como recurso didáctico* de Vizmanos / Anzola de 1989 que –nos parece- después no se ha traducido con la misma fuerza en sus libros de texto.

Libros

Realizando la búsqueda en la Biblioteca Nacional de libros que relacionan enseñanza de las matemáticas en secundaria e historia de las matemáticas aparecen tres: *Historia de la matemática en la enseñanza secundaria* de Montesinos (2000), *Historia de las matemáticas para opositores* de Romero Chaves (2009) y *La historia de las matemáticas como procedimiento para su aprendizaje en la ESO* de Higueras (1999). Los dos últimos son de pocas páginas y escasa tirada, si bien el de Fidel Higueras es una buena muestra de los trabajos que se han realizado: una experiencia en el IES Pacífico de Madrid.

El libro de Montesinos parece muy prometedor por su título pero su contenido es la recopilación de las conferencias del Seminario Orotava durante ocho años; no es por ello un material de aula y si una excelente muestra del abismo entre el interés del profesorado por la historia y su aplicación de forma natural en el aula.

Los reseñados parecen los más específicos, pero no se pueden olvidar *Principios didácticos e históricos para la enseñanza de las Matemáticas* de Peralta (1995) que sirvieron de material para los cursos de formación de profesores.

Tampoco se puede dejar de tener en cuenta la colección de *La matemática en sus personajes* de editorial Nivola que con 46 títulos es todo un hito. Entre los autores hay muchos de secundaria. También hay que citar la fuerte presencia de la historia de la matemática (HM) en la colección *El mundo es matemático* de RBA que con 30 títulos de autores españoles en los quioscos y repetidas ediciones ha sido todo un acontecimiento.

Los temarios de las oposiciones de secundaria

El temario vigente está formado por 71 unidades. Seis incluyen la historia. La forma de presentarlo, como asunto no integrado no parece la mejor. Es curioso que sólo la presentación de un tema como el Tema 10 sea una historia anti histórica: *Sucesivas ampliaciones del concepto de número. Evolución histórica y problemas que resuelve cada una*. Más que un tema histórico parece ahondar en la contradicción entre la construcción histórica y la formalización actual.

Los cursos de los Centros de Profesores y Recursos (CPR)

Los CPR tratan de completar la formación académica del profesor con materias de actualización o necesidades de la docencia. Esta pendiente hacer un balance general, y más en estos momentos de vaciado de recursos. En todo caso ha habido experiencias de gran interés como los cursos de teleformación del CPR de Murcia que ha celebrado cuatro seminarios.

Las Jornadas de Aprendizaje y Enseñanza de las matemáticas (JAEM)

Las JAEM son el principal acontecimiento del colectivo de profesores de aula y de didáctica de la matemática. Es el lugar privilegiado como observatorio. Cada dos años pueden llegar a reunirse mil profesores, una muestra muy significativa.

Tomamos a modo de ejemplo las XIV JAEM de Girona celebradas en el 2009. Entre ponencias, conferencias, talleres y comunicaciones se pueden registrar –por el título- solo 4 de historia sobre 149. Dos son muy destacables, una conferencia plenaria sobre las medidas del tiempo y el espacio, incluyendo el meridiano, otra sobre la inclusión de la HM en el Curriculum de Catalunya. Teniendo en cuenta que había sido el Año de la Astronomía parece que la presencia de la HM fue escasa: poco más que una experiencia de aula sobre Aristarco.

Los programas del nuevo Master de secundaria

Se han revisado los programas del nuevo master de secundaria que imparten las distintas universidades. En todas –con más intensidad o menos- se valora y se comenta el recurso de la historia. Dada la multiplicidad y el poco tiempo de rodaje, este aspecto tendrá que ser valorado en un futuro. Lo que si consideramos es que es una de las bases que sustentan la esperanza en una mejora de la enseñanza de la matemática que incluya también su historia.

Vientos de esperanza

La crisis económica se está cebando con los grandes servicios públicos. Le educación requiere sosiego y menos convulsiones. A pesar de ello nos sentimos esperanzados. La enseñanza es dedicación de optimistas: sin esperanza no se puede entrar en el aula.

El despegue definitivo se puede realizar. Las razones para opinar que la historia puede entrar con fuerza como recurso para mejorar la educación matemática en secundaria son muy variadas:

- Establecimiento de la educación por competencias como objetivo europeo
- Puesta en marcha del Master en educación secundaria
- Inclusión de la historia de las matemáticas en la enseñanza superior como materia respetable
- Amplísimo material incluyendo textos originales en la red
- Mayor dominio de los idiomas en los nuevos profesores
- Recursos de apoyo muy versátiles como la pizarra electrónica
- Disposición cómoda de libros, novelas, comics, documentales y películas
- Avances en la didáctica y su conexión con la secundaría

La olvidada matemática realizada en la Península Ibérica

No me gustaría terminar sin hacer una referencia a la historia de la matemática en el solar ibérico. No se trata de vulgar patrioterismo. La polémica sobre la ciencia española debe entenderse superada, al menos académicamente. La aportación de los pueblos que habitaron la Península Ibérica quizá no haya sido grande pero ha tenido momentos de gran interés que pueden ser llevados a clase. A modo de ejemplo destacamos:

- *El códice vigilano* (976) de Albelda es un testimonio importante en la historia del sistema numérico decimal
- La combinatoria luliana
- Problemas aritméticos del manuscrito de León: *El arte del alguarismo.*
- El álgebra de al-Qalasadí es la conexión con el simbolismo algebraico actual. Asociado con Pérez de Moya da una idea de la evolución del lenguaje algebraico.
- El análisis geométrico de Hugo de Omerique como muestra de cálculo basado en la geometría.

Bibliografía

CANUDO B. y CÓRDOBA R. (eds.) (2000) *El arte del alguarismo*. Salamanca. Junta de Castilla y León.

GONZALEZ URBANEJA, P.M (1991): *Historia de la matemática: Integración cultural de las matemáticas, génesis de los conceptos y orientación de su enseñanza.* Enseñanza de las ciencias. Vol 9. 3. Barcelona. UAB

HIGUERAS, F. (1999).*La historia de las matemáticas como procedimiento para su aprendizaje en la ESO*. Madrid. Edición personal.

MONTESINOS SIRERA, JL. (2000) *Historia de la matemática en la enseñanza secundaria*. Madrid. Pirámide.

OMERIQUE, H. (1698) *Analysis Geometrica*. [Hay edición digital en google books del ejemplar de la UCM]

PERALTA, J. (1995) *Principios didácticos e históricos para la enseñanza de las Matemáticas*. Madrid. Editorial Huerga y Fierro.

PUIG ADAM, P. (1955). *Decálogo de la didáctica matemática media*. Gaceta Matemática. Tomo 7. Madrid, 5-6.

REQUENA, A. (2008) *Al-Qalasadí*. Badajoz. FESPM.

ROMERO CHAVES, J. (2009). *Historia de las matemáticas para opositores*. Granada. Ediciones KL.

VIGILA (976) Códice albeldense. Biblioteca Monasterio de El Escorial.

VVAA (1989) *La démostration mathématique dans l´histoire*. IREM de Lyon

VVAA (2002) *Matemáticas tercero de ESO. Alfa*. Editorial Vicens Vives

VVAA (2002) *Matemáticas tercero de ESO. Gauss*. Editorial SM.

VVAA (2009) *M3. Matemáticas tercero ESO.* Anaya.

VVAA (1999) *Proyecto Azarquiel. Matemáticas tercero de ESO.* Ediciones de la Torre.

BLANCO ABELLÁN, M. (coord.) (2014) *Enseñanza e Historia de las Ciencias y de las Técnicas: Orientación, Metodologías y Perspectivas.* Barcelona, SEHCYT, p. 329.

EL CUADRILÁTERO CÍCLICO EN LA MATEMÁTICA INDIA. ACTIVIDAD PARA EL AULA DE SECUNDARIA

Fàtima ROMERO VALLHONESTA
Centre de Recerca per a la Història de la Tècnica. Universitat Politècnica de Catalunya.

Resumen

La implementación de la historia de las matemáticas en el aula contribuye a hacer consciente al alumnado del proceso de creación científica, al presentar las matemáticas no como un producto acabado, sino como un proceso en continua evolución. Como miembro del grupo de historia de ABEAM (Asociación de Barcelona para la Enseñanza y el Aprendizaje de las Matemáticas) he contribuido al diseño de diversas actividades para aprender matemáticas, basadas en textos históricos relevantes, acompañadas de una ficha para orientar al profesorado sobre el tipo de actividad que se propone[1]. La actividad que vamos a describir sigue esta pauta y está basada en el algoritmo de Brahmagupta (s. VII) para obtener el área de un cuadrilátero cíclico en función de sus lados. El cuadrilátero cíclico fue muy utilizado por la escuela de Kerala (s. XIV-XVI) para obtener resultados relacionados con la trigonometría, rama en la cual la matemática india fue especialmente brillante. Empezaremos la actividad destacando algunas características de la matemática india que contrastan con el modelo occidental basado en el razonamiento lógico-deductivo de los Elementos *de Euclides. Después situaremos a Brahmagupta en su época y daremos una pequeña reseña biográfica. Los alumnos empezarán la actividad propiamente dicha, calculando las áreas de algunos triángulos y cuadriláteros a partir del algoritmo de Brahmagupta. A continuación se dará a los alumnos la fórmula general en notación actual, que tendrán que demostrar siguiendo unas pautas. Habrá que aplicar el teorema del coseno, conocer la definición de seno de un ángulo en un triángulo rectángulo y algunas identidades trigonométricas. Buena parte del interés de esta actividad está en que en la demostración se conectan diferentes ramas de las matemáticas como son la geometría, la trigonometría y el álgebra.*

Abstract

The implementation of the History of Mathematics in the classroom helps make pupils aware of the process of scientific creation, introducing mathematics not as a finished product, but as a process in continuous evolution. As a member of the History Group of ABEAM (Association of Barcelona for the Teaching and Learning of Mathematics) I have contributed to the design of various activities for learning math, based on historical texts, accompanied by a instruction to guide teachers on the type of activity proposed. The activity we are going to describe follows this guideline and is based on the algorithm of Brahmagupta (s. VII) for the area of a cyclic quadrilateral depending on their sides. A cyclic quadrilateral was used by the school of Kerala (s. XIV-XVI) for

[1] Véase en ROMERO [2012] la última de las actividades que he publicado siguiendo estas ideas.

obtaining results related to trigonometry, a branch in which Indian mathematics were particularly brilliant. First of all, we point out some of the characteristics of Indian mathematics, which contrast with the Western model based on logic-deduction reasoning of Euclid's Elements*. Then we put Brahmagupta in his time and give a small biographical note to the students. After that, students will begin the main activity calculating some triangle and quadrilateral areas following the algorithm proposed by Brahmagupta. Then students will be given the general formula in the current notation, which they will have to demonstrate following some guidelines. They should apply the law of cosines, know the definition of sine of an angle in a right triangle, and also some trigonometrical identities. Much of the interest in this activity is in the connection of different branches of mathematics such as geometry, trigonometry and algebra.*

Palabras clave: Matemática india, cuadrilátero cíclico, fórmula de Brahmagupta.

Keywords: Indian Mathematics, cyclic quadrilateral, Brahmagupta's formula.

Algunas características de la matemática india[2]

El período de la matemática india al cual nos referimos en este artículo, es el período llamado clásico que abarca desde el siglo III dC hasta el siglo XII dC. Y cuando hablamos de la India[3], nos referimos a la región que actualmente está constituida por la India, Nepal, Paquistán, Bangladesh y Sri Lanka, que queda separada del resto del continente asiático por la barrera física que supone el macizo del Himalaya, es decir, nos referimos a la zona que a menudo se conoce como subcontinente indio.

Hay que tener en cuenta que la información que ha llegado a Occidente sobre la matemática india es confusa y a menudo hay datos contradictorios incluso en lo que se refiere a la información cronológica básica. Lo que parece claro es la relevancia de las matemáticas en muchos aspectos de la vida cotidiana.

Una característica que diferencia de manera clara la matemática india del modelo occidental basado en el razonamiento lógico-deductivo de los *Elementos* de Euclides, son los criterios de validación de las "verdades" matemáticas [PLOFKER, 2009, p. 12]. En este sentido podemos decir que las matemáticas no eran en la India una disciplina privilegiada epistemológicamente. Estaban sujetas a los mismos criterios de "verdad" que las demás formas de conocimiento. En la epistemología sánscrita las diferentes formas de acceder al conocimiento incluían la percepción directa, la inferencia, la analogía, el "testimonio autorizado", etc. Esto significa que la idea de "prueba matemática" es alguna cosa distinta de las explícitas cadenas lógicas de deducción características de la geometría griega. No significa, sin embargo, que los matemáticos indios no conocieran las demostraciones rigurosas y la lógica formal, pero no había ninguna estructura convencional de prueba que fuera considerada esencial para la validación de los teoremas matemáticos[4].

Brahmagupta[5]

Nació el 598 en Bhillamala (actual Bhinmal) y aunque se dice que desarrolló su actividad científica en Ujjain, principal centro científico de la India antigua, según Plofker no hay evidencias que así fuera. Su actividad matemática se desarrolló, por tanto, en el período clásico en el cual florecieron también otros matemáticos de la importancia de Aryabhata, Mahavira y Bhaskaracharya.

---

[2] Otras características de la matemàtica india, relacionadas con la trigonometría, se pueden leer en PUIG-PLA y otros [2011] dónde proponemos también una actividad para implementar en el aula.

[3] Más información sobre el contexto en PLOFKER [2009, pp. 4-9] y en GHEVERGHESE [2011, pp. 311-317].

[4] Me parece interesante remarcar estas diferencias en cuanto a lo que entendemos por demostración matemática para contribuir a la amplitud de miras del alumnado. En GHERVERGHESE [2011, pp. 311-312] puede leerse como el autor critica la estrechez de miras de reconocidos historiadores de la ciencia como Tannery o Kaye al intentar encontrar raíces griegas en cualquier logro de la matemática india.

[5] La información sobre Brahmagupta la puede dar el profesor o bien la pueden buscar los alumnos en función del grupo de alumnos y del tiempo de qué se disponga para realizar la actividad.

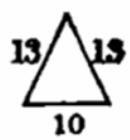
Su obra[6] está condensada en dos tratados escritos en sánscrito y en verso como era costumbre en la época: *Brāhma-sphuţa-siddhānta*[7] sobre astronomía, aritmética, geometría y álgebra y *Khaṇda-khādyaka*[8], sobre astronomía.

En *Brāhma-sphuţa-siddhānta* hay una lista de proposiciones sin ninguna ilustración, aunque posteriormente Prthudaksvami (864 dC) les había añadido comentarios e ilustraciones para que pudiera llegar a un público más amplio. Hay que tener en cuenta que los requerimientos de la métrica de los versos sánscritos, no contribuían al entendimiento de la obra. Igual que en la China antigua, era corriente en la India que las obras clásicas fueran interpretadas y ilustradas por los llamados comentadores.

El área del triángulo y del cuadrilátero

La sección IV del capítulo XII del *Brāhma-sphuţa-siddhānta* trata de las figuras planas i empieza con la proposición 21: *el producto de la mitad de los lados por sus opuestos es el área aproximada del triángulo y del tetrágono. Escribe cuatro veces la mitad de la suma de los lados, réstale cada uno de éstos, multiplica las diferencias obtenidas y la raíz cuadrada del producto resultante es el área exacta*[9].

Los alumnos tendrán que interpretar este enunciado a partir de un ejemplo resuelto por Brahmagupta y resolver otros que propone. El ejemplo resuelto que presentaremos al alumnado es el segundo de la proposición XII.21 referido al área de un triángulo isósceles:



¿Cuál es el área de un triángulo isósceles la base del cual es diez y los lados trece? La mitad de la sumas de los lados opuestos, 5 y 13; su producto 65, es el área aproximada[10].

En el caso del cuadrilátero está claro qué significa el opuesto de cada lado pero no en el caso del triángulo, en el cual el autor considera por una parte un lado especial, la base, y por otra parte los otros dos lados como "opuestos" a la base.

Los alumnos tendrán que calcular el área aproximada de las otras figuras citadas en esta proposición XII.21: dos triángulos más, y cinco cuadriláteros. También deberán calcular el área exacta a partir de las instrucciones de Brahmagupta y a partir de las fórmulas que se usan actualmente.

Vamos a ver el ejemplo del área de un trapecio:

En este caso Brahmagupta da respuesta 117 para el área aproximada. Esta área se obtiene, siguiendo las instrucciones del autor:

$$\frac{4+14}{2} \cdot \frac{13+13}{2} = 9 \cdot 13 = 117$$

El área exacta siguiendo las instrucciones de Brahmagupta: $\sqrt{(22-4)(22-13)(22-13)(22-14)} = 108$, es la misma que se obtiene aplicando la fórmula que se utiliza actualmente, es decir, efectuando la semisuma de las bases y multiplicándola por la altura: $\frac{(14+4)\cdot 12}{2}$.

---

[6] Véase BHATTACHARYYA [2011, pp. 185-192]

[7] Hay una traducción al inglés de Colebrooke de 1817 de los capítulos XII y XVIII, gracias a la cual la obra es conocida en Occidente.

[8] Hay una traducción al inglés de Sengupta de 1941.

[9] Traducción de la autora de la de Colebrooke del sánscrito: the product of half the sides and countersides is the gross area of a triangle and tetragon. Half the sum of the sides set down four times, and severally lessened by the sides, being multiplied together, the square-root of the product is the exact area [Colebrooke, 1817, pp. 295-296].

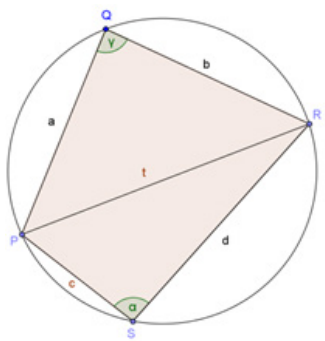
[10] En este caso la traducción de Coolebroke dice: What is the area of an isosceles triangle the base of which is ten and the sides thirteen? The moieties of the sums of opposite sides, 5 and 13; their product 65, the gross area.

La fórmula de Brahmagupta para el cálculo del área de un cuadrilátero no es válida para los cuadriláteros en general, sino solamente para los cuadriláteros cíclicos, es decir, para aquellos que son inscribibles en un círculo. En Kichenassamy [2010, p.30] el autor sugiere que el término que Brahmagupta utiliza para referirse a los cuadriláteros que son objeto de su estudio y que él traduce al inglés como "triquadrilateral", significa los cuadriláteros que se obtienen añadiendo un punto en el círculo circunscrito a un triángulo dado, y en este sentido la fórmula de Brahmagupta es correcta en todos los casos.

Demostración de la fórmula de Brahmagupta

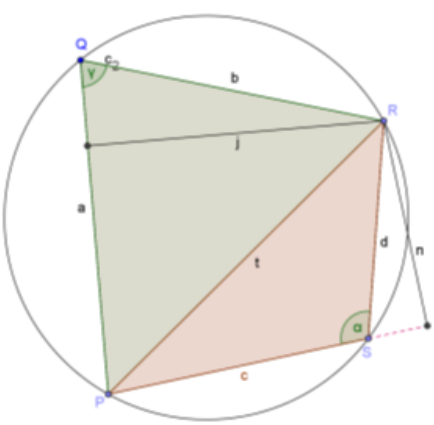
Aunque Kichenassamy [2010, pp. 28-61] sugiere que las proposiciones XII. 21-27 del *Brāhma-sphuṭa-siddhānta* de Brahmagupta constituyen un discurso coherente que conduce a la expresión del área de un cuadrilátero cíclico en función de sus lados, las interpretaciones que hace en su artículo sobrepasan los conocimientos que pueden requerirse a los alumnos de secundaria. En su lugar utilizaremos las pautas que dan Katz y Michalowicz [2004], y el programa GeoGebra de geometría dinámica para el dibujo de las figuras. A los alumnos se les dará indicaciones para que dibujen la figura adjunta y tendrán que responder a las preguntas:

- ¿Qué significa que un cuadrilátero sea cíclico?
- ¿Son cíclicos todos los triángulos?
- Cuánto vale la suma de los ángulos α y γ?
- Expresa t^2 en función de *a, b* y cosγ.
- Expresa t^2 en función de *c*, *d* y cosα.
- En la última igualdad, escribe cosα en función de cosγ.
- Elimina t^2 igualando las dos expresiones y escribe cosγ en función de *a, b, c* y *d* (obtendrán la fórmula $\cos\gamma = \frac{a^2+b^2-c^2-d^2}{2cd+2ab}$)



A continuación habrá que completar la figura trazando las alturas de los dos triángulos en que el cuadrilátero queda dividido por la diagonal PR.

Se pide ahora a los alumnos que escriban la fórmula del área del triángulo PQR, tomando *a* como base y que a partir de la definición de seno de un ángulo, escriban la altura *j* en función de *b* y sustituyan esa expresión de la altura en la fórmula que han escrito.



Análogamente, tienen ahora que escribir la fórmula del área del triángulo PSR, tomando c como base, la altura *n* en función de *d* y sustituir esa expresión de la altura en la fórmula anterior.

Escribiendo el área del cuadrilátero como la suma de las áreas de los dos triángulos, obtienen:

$$\frac{ab\sin\gamma}{2}+\frac{cd\sin\gamma}{2}=\frac{ab+cd}{2}\cdot\sin\gamma \quad)$$

Luego se les pide que eleven al cuadrado esta expresión y que pongan el seno en función del coseno para substituirlo por la expresión del coseno que se encontró en función de los lados.

La fórmula que se obtiene para el área del cuadrilátero es:

$$A^2=\frac{(ab+cd)^2}{4}\left(1-\cos^2\gamma\right)=\frac{(ab+cd)^2}{4}\left[1-\left(\frac{a^2+b^2-c^2-d^2}{2cd+2ab}\right)^2\right]$$

que, una vez multiplicada por 16 para eliminar denominadores, y después de simplificar el resultado, queda:

$$16A^2 = 4(ab+cd)^2 - \left(a^2+b^2-c^2-d^2\right)^2$$

Expresando la diferencia de cuadrados del segundo miembro como producto de una suma por una diferencia, se obtiene:

$$16A^2 = \left[2(ab+cd)+\left(a^2+b^2-c^2-d^2\right)\right]\cdot\left[2(ab+cd)-\left(a^2+b^2-c^2-d^2\right)\right]$$

A continuación hay que agrupar en cada corchete los términos en *a* y *b* por un lado y los términos en *c* y *d* por otro y se obtienen expresiones en las que hay que identificar cuadrados de binomios:

$$16A^2 = \left[\left(2ab+a^2+b^2\right)+\left(2cd-c^2-d^2\right)\right]\cdot\left[\left(2ab-a^2-b^2\right)+\left(2cd+c^2+d^2\right)\right]$$

Una vez puestos de manifiesto estos cuadrados, se vuelven a obtener diferencias de cuadrados que hay que volver a expresar como producto de sumas por diferencias:

$$16A^2 = \left[(a+b)^2-(c-d)^2\right]\cdot\left[(c+d)^2-(a-b)^2\right]$$

$$16A^2 = \left[(a+b)+(c-d)\right]\cdot\left[(a+b)-(c-d)\right]\cdot\left[(c+d)+(a-b)\right]\cdot\left[(c+d)-(a-b)\right]$$

Llamando *p* al perímetro del cuadrilátero y s al semiperímetro, obtendremos la fórmula de Brahmagupta:

$$16A^2 = (p-2d)\cdot(p-2c)\cdot(p-2b)\cdot(p-2a)$$

$$16A^2 = (2s-2d)\cdot(2s-2c)\cdot(2s-2b)\cdot(2s-2a)$$

$$16A^2 = 16(s-d)\cdot(s-c)\cdot(s-b)\cdot(s-a)$$

$$A = \sqrt{(s-a)\cdot(s-b)\cdot(s-c)\cdot(s-d)}$$

Ficha para el profesorado

Esta actividad se acompaña de una ficha en la cual se detallan los conceptos que se trabajan en la actividad para que el profesorado pueda valorar la conveniencia de realizarla con su grupo de alumnos. Además de detallar los conceptos, se concretan los aspectos del currículum con los cuales la actividad tiene relación y las competencias matemáticas implicadas. La numeración de las competencias corresponde a la de las subcompetencias matemáticas que se detallan en un documento publicado el pasado mes de enero por el Departament d'Ensenyament de la Generalitat de Catalunya en el cual se ponen de relieve las relaciones entre 12 subcompetencias que desglosan la competencia matemática, y los procesos y contenidos clave del currículum. Finalmente en la ficha se aconseja un tipo de agrupación del alumnado y el nivel en el cual se propone implementar la actividad, se da una temporización indicativa y se enumeran las otras áreas del currículum con las cuales se relaciona.

Para la actividad propuesta, la ficha sería:

EL CUADRILÁTERO CÍCLICO EN LA MATEMÁTICA INDIA	
Contenidos principales	Cuadrilátero cíclico, seno y coseno de un ángulo en un triángulo rectángulo, teorema del coseno, medida de un ángulo inscrito, cálculo algebraico.

EL CUADRILÁTERO CÍCLICO EN LA MATEMÁTICA INDIA	
Referencias al currículum	*Espai i forma. 4rt ESO* (Decret 143/2007) Analizar las características y propiedades de las figuras geométricas de dos y tres dimensiones y hacer razonamientos sobre relaciones geométricas. Uso de las relaciones trigonométricas para determinar longitudes y medidas de ángulos. Resolución de problemas utilitzando la trigonometría del triángulo. Uso de programas de geometria dinámica como soporte del razonamiento geométrico. *Geometria 1r BAT* (Decret 142/2008) Resolución gráfica y analítica de triángulos: los teoremas del seno y del coseno.
Competencias matemáticas implicadas	C1 – contenido clave: lenguaje y cálculo algebraico C3 – contenido clave: relaciones y transformaciones geométricas C7 – contenido clave: relaciones métricas y cálculo de medidas en figuras geométricas C9 – contenido clave: figuras geométricas, características, propiedades y procesos de construcción. C11 – contenido clave: lenguaje y cálculo algebraico
Tipo de agrupación aconsejado	Trabajo en grupos de dos o tres alumnos/as.
Curso recomendado	4º de ESO o 1º de Bachillerato
Temporització indicativa	3 sesiones
Connexiones con otras áreas	Ciencias Sociales, Lengua Inglesa, Educación Visual y Plástica.

Consideraciones finales

La actividad propuesta es una actividad rica competencialmente hablando y que permite que los alumnos trabajen a distintos niveles. Los alumnos menos aventajados seguramente tendrán dificultades para obtener la fórmula final pero podrán calcular las áreas aproximadas de los triángulos y los rectángulos a partir de los enunciados de las proposiciones de Brahmagupta. Algunos alumnos serán más hábiles con el GeoGebra y otros preferirán estudiar la biografía del personaje.

La realización de este tipo de actividades contribuye a que el alumnado tenga una visión de las matemáticas más amplia, no como un producto acabado sino como una ciencia que evoluciona. Al profesorado le permite evaluar habilidades y competencias del alumnado que son difíciles de evaluar con actividades más estandarizadas. Este tipo de evaluación es el que el Departament d'Ensenyament de la Generalitat de Catalunya quiere promover con la publicación del documento sobre competencias que he citado anteriormente.

Bibliografía

BHATTACHARYYA, R.K. (2011) "Brahmagupta: The Ancient Indian Mathematician". En: B.S. Yadav y M. Mahan (eds.) *Ancient Indian Leaps into Mathematics*. London, Springer New York Dordrecht Heildelberg, 185-192.

DIRECCIÓ GENERAL D'EDUCACIÓ SECUNDÀRIA OBLIGATÒRIA I BATXILLERAT (2013) *Competències bàsiques de l'àmbit matemàtic*. Servei de Comunicació i Publicacions. Generalitat de Catalunya.

COLEBROOKE, H.T. (2005) *Classics of Indian mathematics: Algebra, with Arithmetic and Mensuration, from the*

Sanskrit of Brahmegupta and Bhascara. Delhi, Sharada Prakashan Publishing House. Reedición de la traducción de Colebrooke de 1817.

GHEVERGHESE, J.G. (2011) *The crest of the peacock: non-European roots of mathematics*. 3ª edición, Princeton, Princeton University press. Publicación original: London, New York, I.B. Tauris, 1991.

KATZ, V.; MICHALOWICZ, K.D. (eds.) (2004) *Historical modules for the teaching and learning of mathematics.* CD-ROM, Mathematical Association of America.

KICHENASSAMY, S. (2010) "Brahmagupta's derivation of the area of a cyclic quadrilateral". *Historia Mathematica*, *37*, 28-61.

MASSA ESTEVE, M.R.; ROMERO VALLHONESTA, F. (2011) "La formació del professorat de matemàtiques en historia de la matemàtica". En Grapí Vilumara, P. y Massa Esteve, M.R. (eds.). *Actes de la VI Jornada sobre la Història de la Ciència i l'Ensenyament.* Barcelona, SCHCT-IEC, 89-96.

PLOFKER, K. (2009) Mathematics in India. Princeton, Princeton University Press.

PUIG-PLA, C.; GUEVARA I CASANOVA, I.; ROMERO VALLHONESTA, F.; MASSA I ESTEVE, M.R. (2011) "La trigonometria a la matemàtica de l'antiga Índia: algunes idees per treballar a l'aula. En: Grapí Vilumara, P. y Massa Esteve, M.R. (eds.) *Actes de la VI Jornada sobre la Història de la Ciència i l'Ensenyament "Antoni Quintana Marí"*. Barcelona, SCHCT-IEC, 53-60.

ROMERO VALLHONESTA, F. (2012) "The Importance of Games of Chance at the Inception of Probability Theory". En: O. Bruneau y otros (eds.) *Innovative Methods for Science Education: History of Science, ICT and Inquiry Based Science Teaching*. Berlin, Frank & Timme, 337-354.

BLANCO ABELLÁN, M. (coord.) (2014) *Enseñanza e Historia de las Ciencias y de las Técnicas: Orientación, Metodologías y Perspectivas.* Barcelona, SEHCYT, p. 337.

LA HISTORIA CULTURAL DE LA TECNOLOGÍA MOTIVADORA DE NUEVOS APRENDIZAJES EN LA ENSEÑANZA SECUNDARIA: LA RECUPERACIÓN DE LOS INVENTORES DE LA REGIÓN DE MURCIA

Pascual SANTOS LÓPEZ
IES Diego Tortosa (Cieza)
Manuela CABALLERO GONZÁLEZ
Centro de Estudios Históricos Fray Pasqual Salmerón (Cieza)

Resumen

Gracias a los avances realizados en la investigación de la historia de la tecnología en la ciudad de Cieza se está recuperando un importante legado cultural, científico y tecnológico que se ha traducido en diferentes artículos en la revista Andelma*, del Centro de Estudios Históricos Fray Pasqual Salmerón, constituyendo la historia de la tecnología una sección fija en dicha revista a partir del nº 8. Por tanto, se está produciendo la difusión continuada del trabajo de inventores locales y regionales, inédito para la mayoría de la población, con resultados enriquecedores por sus contenidos y por el impacto en la vida cultural de nuestra ciudad, destapando un patrimonio material e inmaterial que permanecía oculto en archivos privados y en la memoria de las familias que gustosamente se están animando a compartir. En el Departamento de Tecnología del Instituto de Enseñanza Secundaria Diego Tortosa de Cieza somos conscientes de la pobre inclusión de la historia de la tecnología en el currículo actual de secundaria que permanece como contenido específico sólo en la materia optativa de tecnología de 4º ESO y teniendo en cuenta la importancia que el desarrollo tecnológico ha tenido para la mejora de nuestra sociedad y la aportación que la historia de la tecnología puede realizar al desarrollo integral de la persona, hemos aprovechado la colaboración con el Centro de estudios Históricos Fray Pasqual Salmerón para realizar diferentes actividades culturales. Dicha colaboración se ha materializado en unidades didácticas y conferencias como "Mujeres inventoras, a pesar de Voltaire" y "Del fuego de los dioses a la microbótica" dentro de la Semana Cultural del IES Diego Tortosa cuya experiencia ha resultado motivadora para nuevas actividades.*

Abstract

Thanks to the progress made in the investigation of the history of technology in Cieza's city an important cultural, scientific and technological legacy is being recovered which has resulted in several articles in the magazine Andelma*, of the Center of Historical Studies Fray Pasqual Salmerón, being the history of technology a fixed section in the magazine since number 8. Consequently the work of local and regional inventors, which were unknown to the majority of the population, is being performed continuously the divulgation of enlightening results for its contents and the impact on the cultural life of our city. For our surprise a tangible and intangible heritage hidden in private archives and in the memories of families are being discovered and encouraged to share.*

The Department of Technology of the Secondary School Diego Tortosa of Cieza is aware of the poor inclusion of the history of technology in the current curriculum of secondary education only remains specific content vocational technology in 4th ESO. Taking into account the importance that technological development has had on the improvement of our society and the contribution that the history of technology can have in the development of the whole person, we have taken advantage of the collaboration with the Centre for Historical Studies Fray Pasqual Salmerón for various cultural activities. This collaboration has resulted in teaching units and conferences as "Women Inventors, despite Voltaire" and "From fire of gods to microbotics" within the Cultural Week IES Diego Tortosa whose experience was motivating for new activities.

Palabras clave: Historia Cultural, Inventores, Murcia.

Keywords: Cultural History, Inventors, Murcia.

Historia Cultural de la Tecnología

Las revisiones historiográficas que se están llevando a cabo en las últimas décadas gracias al enfoque cultural que impregna multitud de trabajos realizados dentro de las ciencias humanas y sociales contribuyen a dinamizar el intercambio de conceptos y metodologías de los diferentes campos del conocimiento y fomentan proyectos multidisciplinares de investigación entre los distintos especialistas.

Revisiones historiográficas que abogan por emplear todos los recursos para obtener una interpretación histórica más precisa, una visión histórica de conjunto, dando a la historia local y regional la importancia que merece. El profesor Ruiz Ibáñez ha apuntado que la falta de conexión en los estudios históricos sobre práctica política entre trabajos historiográficos a nivel global y la historia local no ha ayudado en absoluto a la comprensión de fenómenos globales. Por lo que expresa que "se hace imperativo volver a la historia local y reintegrarla en una interpretación de conjunto" [RUIZ IBÁÑEZ, 2009, p. 13].

Por tanto ¿Por qué no abundar en la recuperación de nuestra historia local para que nos ayude a comprender nuestra historia global? Si los fenómenos políticos, sociales, culturales y tecnológicos que se han dado a lo largo de la historia a nivel nacional e internacional han influido sobremanera en el nivel local ¿por qué no rastrear esos fenómenos en las manifestaciones locales o regionales, en las acciones de personas que nos ayuden a entender la historia nacional e internacional?

La historia cultural aúna conocimientos y metodologías de diferentes disciplinas y ciencias sociales además de las ciencias puras y la tecnología si el objeto de análisis exige determinados conocimientos científicos y tecnológicos. Como dicen Serna y Pons los objetos y documentos de estudio se deben ver como productos complejos relacionados ya que gracias al enfoque cultural podemos apreciar mejor sus vínculos. "Eso obliga al historiador cultural no sólo a saber de literatura o arte, sino a atravesar los dominios y las fronteras académicas." [SERNA y PONS, 2005, p. 5.]

La historia cultural constituye un método eficaz de acercamiento a diferentes fuentes como pueden ser todo tipo de documentos de archivo, imágenes, documentos sonoros, patentes e incluso aparatos y máquinas, que nos permiten analizar aquella sociedad que reflejan dichos documentos, el pensamiento de las personas que los produjeron, así como las ideologías imperantes en esa sociedad.

Por otra parte, la tecnología se entiende como proyección humana, como parte de la cultura creada por las personas y, por tanto, su historia, la historia de la tecnología, debe tener en cuenta a la persona, sus circunstancias, las características de la sociedad y la cultura en la que se encuentra inmersa, el estado de la ciencia y la tecnología del momento y las aportaciones de esa persona a la construcción de su propia sociedad.

Inventores que motivan la enseñanza de nuevos aprendizajes

La historia cultural de la tecnología unifica ciencia, tecnología y humanidades aportando un aprendizaje integral de la persona y de su cultura. Para ello resulta de gran ayuda el análisis de las patentes, de los inventores que las desarrollaron, de sus circunstancias históricas y de la recepción que esos avances tecnológicos tuvieron en las crónicas de la época.

En los últimos años hemos sufrido en el currículo de secundaria la reducción de horas de materias científicas y tecnológicas promoviendo en cambio las enseñanzas instrumentales sin pensar que las diferentes especialidades aportan ya esas enseñanzas instrumentales y que los alumnos perciben la significación de esos aprendizajes porque los ven cercanos, sobre todo cuando empleamos inventores locales o patentes que solucionan problemas locales perfectamente conocidos por ellos.

El dinamismo de la economía murciana comenzaría a finales del siglo XIX y principios del XX con el desarrollo de la hortofruticultura y la ampliación de terrenos de regadío con los avances tecnológicos realizados en los afloramientos de aguas subterráneas. Gracias a los excedentes producidos en diferentes especialidades hortofrutícolas como el albaricoque, el melocotón y el pimentón se desarrolló una importante industria conservera y de molinería en el caso del pimentón siendo exportado sobre todo a Estados Unidos. Paralelamente a ésta también se desarrolló la industria del esparto con todo tipo de aprovechamientos y procesos completos de fabricación, como hilaturas para sacos, capachos, suelas de alpargatas, estropajos y la fabricación de felpudos y cuerdas, que existe todavía. Toda esta industria motivaría una serie de avances tecnológicos e inventos que permanecen en los museos y en la arqueología industrial. Un legado tecnológico y cultural poco conocido que nos servirá para motivar nuevos aprendizajes.

Desde el Departamento de Tecnología del Instituto de Enseñanza Secundaria Diego Tortosa de Cieza somos conscientes de la pobre inclusión de la historia de la tecnología en el currículo actual de secundaria que permanece como contenido específico sólo en la materia optativa de tecnología de 4º de la ESO y teniendo en cuenta la importancia que el desarrollo tecnológico ha tenido para la mejora de nuestra sociedad y la aportación que la historia de la tecnología puede realizar al desarrollo integral de la persona, hemos aprovechado la colaboración con el Centro de Estudios Históricos Fray Pasqual Salmerón [en adelante CEHFPS] para realizar diferentes actividades culturales. Dicha colaboración se ha materializado en unidades didácticas y conferencias como “Mujeres inventoras, a pesar de Voltaire” [CABALLERO, 2011] y “Del fuego de los dioses a la microbótica” [SANTOS, 2012] dentro de la Semana Cultural del IES Diego Tortosa cuya experiencia ha resultado motivadora para nuevas actividades.

Mujeres inventoras a pesar de Voltaire

Como no podía ser de otra manera, la mitad de la población de la humanidad debe tener algo que decir en la formación de la ciencia y la tecnología y ¿Qué mejor forma de motivación a la enseñanza integral de mujeres y hombres que mostrar los avances tecnológicos conseguidos por las mujeres a lo largo de la historia?

La conferencia “Mujeres inventoras, a pesar de Voltaire” que su autora Manuela Caballero expuso en el mes de marzo de 2011 en el II Ciclo de conferencias: “En torno a la mujer” hizo que surgiera la colaboración con el IES Diego Tortosa para impartir charlas sobre “Mujer y Tecnología” que se desarrollaron a finales del mismo mes. La actividad que fue programada por el Departamento de Tecnología del IES Diego Tortosa, estuvo orientada a alumnos de 3º y 4º de ESO, 1º y 2º de bachiller. Su autora hizo un recorrido por inventoras americanas, europeas y españolas, donde no faltaron algunos ejemplos de murcianas, llamando la atención sobre las dificultades que la mujer ha tenido para acceder a la educación y su relación con el mundo de la tecnología. De esta manera se cumple uno de los fines del CEHFPS que es colaborar con centros educativos en la recuperación y difusión del patrimonio histórico.

La exposición "Ingenio y Técnica en la Región de Murcia 1878-1966"

La cantidad de artículos publicados en *Andelma* sobre la historia de la tecnología nos motivó para encontrar la forma de divulgar y difundir todo este legado cultural científico y tecnológico y llevar al gran público en forma de exposición itinerante por los municipios interesados en el tema. Con dicha exposición desde el CEHFPS pretendemos recuperar, enriquecer y divulgar el patrimonio material e inmaterial de nuestra comunidad autónoma en el ámbito de la historia cultural de la tecnología. Una exposición inaugurada en abril de 2013 en la Biblioteca Padre Salmerón de Cieza y que ha permanecido hasta finales de junio del mismo año, dando la posibilidad al IES Diego Tortosa y a otros centros educativos de visitarla de forma amplia. Contamos, gracias a las familias de los inventores y al museo del esparto de Cieza con algunos de los prototipos originales como el de "Una caja repartidora de un cierto número de monedas con intervalos de tiempo determinados" que cumple justo 100 años cuando se inaugura la exposición.

El Proyecto "TecnoReporteros y la Máquina del Tiempo"

A raíz de la exposición "Ingenio y Técnica" tuvimos la idea de dinamizar todavía más la motivación y el aprendizaje de la historia de la ciencia y la tecnología con actividades integradas en el aula de las diferentes especialidades de la enseñanza secundaria y otras actividades extraescolares. A principios del año 2013 comienza en el IES Diego Tortosa un nuevo proyecto educativo, formándose un equipo inicial con profesores de diferentes departamentos coordinados por el profesor de tecnología: Pascual Santos López.

La finalidad del proyecto es recuperar el patrimonio material e inmaterial de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia en el ámbito de la historia cultural de la ciencia y la tecnología como herramienta de investigación, innovación, motivación y consecución de competencias didácticas en la enseñanza secundaria.

Los objetivos del proyecto son: Obtener una base de datos digitalizada de documentos, imágenes y noticias relacionadas con la ciencia y la tecnología en la región de Murcia hasta la primera mitad del siglo XX y una serie de unidades didácticas con actividades de enseñanza/aprendizaje que sean comunes y nos sirvan para cada una de nuestras especialidades, utilizando como hilo conductor inventores, patentes, científicos y experimentos realizados en la región de Murcia o relacionados con ella.

Realizar maquetas y simulaciones informáticas de prototipos de patentes, experimentos y máquinas que se hayan ideado, intentado y/o realizado en la región de Murcia o relacionados de algún modo con nuestra comunidad autónoma, en la época que nos ocupa.

Realizar una *wiki* como medio de trabajo cooperativo entre alumnos, profesores e investigadores que colaboren en el proyecto y que se vaya nutriendo con la base de datos digitalizada y las unidades didácticas de las diferentes fases del proyecto. Dicha wiki estará traducida al francés y al inglés para su proyección internacional y pueda ser utilizada como material en las clases de idiomas.

Realizar, dentro de las actividades de las fiestas de Santo Tomás, un concurso anual de exposición de noticias científico-tecnológicas de época por los alumnos, que se llama igual que el proyecto y que ha comenzado ya en enero de 2013, además de exposiciones y conferencias durante la semana cultural del IES Diego Tortosa, con los resultados del proyecto.

Colaborar con el CEHFPS y la Red de Bibliotecas de la Región de Murcia en la realización de conferencias, aportación de materiales, simulaciones y maquetas para la exposición itinerante: "Ingenio y Técnica en la Región de Murcia (1878-1966)" que comenzará en abril de 2013.

Realizar una página web con actividades y resultados del proyecto, traducida al francés y al inglés para su proyección internacional y se integre en el proyecto bilingüe del centro.

Participar en convocatorias de concursos y congresos a nivel nacional e internacional con los resultados de las fases del proyecto, publicando dichos resultados en libros y revistas científicas.

La metodología del trabajo será siempre con grupos de alumnos, teniendo en cuenta que este

proyecto puede ser una herramienta muy potente de motivación en clase y generar multitud de actividades de enseñanza y aprendizaje.

Conclusión

Como ha señalado Ruiz-Domènec [2009, p. 137], la historia cultural tiene tres rasgos fundamentales, el primero es una vuelta a las fuentes documentales originales, el segundo pensar la forma en que esos documentos están escritos realizando una lectura reflexiva para encontrar esos significados evidentes y no tan evidentes a nuestra comprensión y el tercero estudiar la forma de escribir los resultados de la investigación, el relato, la manera en que se presenta esa narración histórica para atrapar al lector, para conseguir que la narración interese y sea atractiva. Por tanto ¿Por qué no utilizar la Historia Cultural de la Tecnología para motivar el aprendizaje de nuestros alumnos y hacer más atractivas las diferentes actividades didácticas?

Bibliografía

CABALLERO GONZÁLEZ, M. (2011) "Mujeres inventoras, a pesar de Voltaire", En *III Congreso Virtual sobre Historia de las Mujeres*, Jaén. Página Web en línea: http://www.revistacodice.es/publi_virtuales/iii_congreso_mujeres/comunicaciones/Mujeres_inventoras_a_pesar_de_Voltaire.pdf

RUIZ IBÁÑEZ, J. J. (2009) *Las milicias del rey de España. Sociedad, política e identidad en las Monarquías Ibéricas,* Madrid, Fondo de Cultura Económica.

RUIZ-DOMÈNEC, J. E. Citado en: RÍOS SALOMA (2009) "De La Historia De Las Mentalidades A La Historia Cultural", *Estudios de Historia Moderna y Contemporánea de México, 37*, enero-junio 2009, 97-137.

SANTOS LÓPEZ, P. (2012) "Del fuego de los dioses a la microbótica". *Ábaco, 25*, Cieza, IES Diego Tortosa, 21-25. Página Web en línea: http://www.issuu.com/iesdiegotortosa/docs/abaco12

SERNA, J., y PONS, A. (2005) *La historia cultural. Autores, obras, lugares*, Madrid, Akal.

BLANCO ABELLÁN, M. (coord.) (2014) *Enseñanza e Historia de las Ciencias y de las Técnicas: Orientación, Metodologías y Perspectivas.* Barcelona, SEHCYT, p. 343.

ENSEÑANZA DE CONCEPTOS DE TERMODINÁMICA A TRAVÉS DE LA EVOLUCIÓN DE SUS ACEPCIONES EN LOS DICCIONARIOS HISTÓRICOS DE LA RAE

Pablo SOLER FERRÁN
Investigador Independiente
ferranpablo@gmail.com

Resumen

Se realiza una propuesta didáctica sobre la enseñanza de conceptos de la termodinámica, consistente en el análisis de la evolución de sus definiciones en los diccionarios históricos de la RAE, desde 1729 a la actualidad. Se destacan las posibilidades de esta propuesta para constatar errores conceptuales y facilitar la correcta asimilación de conceptos científicos, así como comprobar su evolución histórica. En concreto se detallan los errores comunes asociados a los conceptos de calor y temperatura. Esta propuesta es extensible a otras ramas de la física y cualquier disciplina científica.

Abstract

We shows a didactic proposal about teaching thermodynamical concepts, based in analyzing the evolution of its historical dictionary definitions of the RAE (Spanish language dictionary of the Real Academia Española*), from 1729 to the present. It highlights the potential of this proposal to point up misconceptions and facilitate proper assimilation of scientific concepts and check their historical evolution. Specifically, we detail the common mistakes made in the formulation of the concepts of heat and temperature. This proposal may be extended to other branches of physics and any scientific discipline.*

Palabras clave: Enseñanza de las ciencias, historia de la termodinámica, terminología científica.

Keywords: Science teaching, history of thermodynamics, scientific terminology.

Introducción

En el marco de la didáctica de las ciencias han sido ampliamente tratados tanto la importancia del uso de la historia de las ciencias para su enseñanza[1], como el problema de la correcta interpretación de conceptos básicos asociados a una disciplina. En el caso particular de la termodinámica, incluso actualmente conceptos

[1] Por ejemplo, entre otros, véase SOLBES Y TRAVER [1996]; CAMELO Y RODRÍGUEZ [2008]

como calor o temperatura dan lugar a confusiones que dificultan su aprendizaje. El análisis de la evolución histórica de dichos conceptos puede ayudar a detectar errores conceptuales y a interpretarlos adecuadamente. Uno de los problemas es que no podemos tomar como referencias fiables los documentos de cada una de las épocas, especialmente en el caso español. En este sentido puede ser de ayuda el diccionario de la RAE (Real Academia Española) que es un documento normativo de la lengua española, y lo ha sido a lo largo de los años en cada una de sus ediciones, aunque ciertamente no lo es desde el punto de vista científico. Evidentemente para el aprendizaje de los conceptos científicos hay que basarse en los manuales de texto, pero es indudable el valor de los diccionarios históricos de la RAE para aproximarnos a la historia de una disciplina, aunque solo sea desde la óptica del lenguaje.

Definiciones de conceptos asociados a la termodinámica en los diccionarios de la RAE

La RAE, a través del NTLLE (Nuevo Tesoro Lexicográfico de la Lengua Española) ofrece en su página web la posibilidad de acceder a todos sus diccionarios históricos, buscando cualquier término en los mismos.[2] Basándonos en esta facilidad, hemos elaborado una propuesta didáctica, detallada más adelante, que básicamente consiste en consultar un término a lo largo de todos los diccionarios, desde el primero de Autoridades de 1729 a la actualidad, comprobando la evolución de sus definiciones.

Esta propuesta, que creemos innovadora,[3] es especialmente enriquecedora en el caso de términos asociados a la termodinámica, ya que incluso actualmente se produce una confusión en conceptos como los de calor o temperatura, que dificulta su correcto aprendizaje. A esto se une que la propia historia de estos conceptos es muy compleja, con planteamientos contradictorios y confusos, además de que su uso en el lenguaje científico proviene del lenguaje común.[4]

En efecto, podemos comprobar, con los términos *calor* y *calórico*, la interpretación sustancialista del calor. Hasta 1884 no aparece la acepción científica de calor, pero previamente, desde el primer diccionario de Autoridades de 1729, se comprueba en las definiciones de la RAE la dificultad en definirlo. Así, *calor* es " Cierto accidente absoluto y **entitativo** del género de la qualidád, sacado del sugeto á quien sucede, y á quien dá la formál denominacion de lo cálido. Es en dos manéras: uno de parte del que calienta, como el fuego; y otro de parte del calentado, como el hierro [RAE, 1729].[5,6] Desde 1780 a 1803 se define como "la impresión que hace en los vivos el fuego", posteriormente, desde 1817 a 1822 como "La sensación que se experimenta mas opuesta y contraria a la que se conoce por frío", y desde 1832 a 1869 como "La sensación que se experimenta acercándose al fuego o poniéndose al sol u otra semejante, cualquiera que sea la causa que la produzca".

En definitiva, se comprueba que estas definiciones, aun no siendo erróneas en sí como propias del lenguaje común, son claramente imprecisas. El calor es algo que no sabemos muy bien lo que es, pero que interactúa con nosotros. Esto da pie a sugerir la dificultad, como así ocurrió, en comprender la naturaleza del calor y el largo proceso histórico hasta su correcta interpretación. Llegamos a 1884 donde ya se incluye una acepción científica, propia de la física: "**Fuerza** que se manifiesta dilatando los cuerpos y que llega a fundir los sólidos y evaporar los líquidos, comunicándose de unos a otros hasta nivelar su temperatura". Vemos que se corresponde con una interpretación mecanicista de la naturaleza, propia de la época, pero lo sorprendente es que esta definición se mantuvo ¡hasta 1956!. Evidentemente la asociación de calor como fuerza es errónea,

[2] http://ntlle.rae.es/ntlle/SrvltGUILoginNtlle

[3] Que sepamos, esta experiencia sólo se ha realizado sobre conceptos de biología en el curso escolar 2010-11 del IES Galileo Galilei de Alcorcón (Madrid), por sugerencia del autor. La propuesta inicial era sobre conceptos relacionados con la Teoría de la Relatividad.

[4] En ALOMÁ Y MALAVER [2007] se analizan este tipo de errores, incluso en manuales universitarios relativamente actuales.

[5] En esta transcripción se ha mantenido la ortografía original a título ilustrativo; en las siguientes se corrige según la normativa actual. Los destacados en negrita a lo largo de todo el texto en cada definición transcrita de la RAE son míos, para señalar un aspecto significativo de la posterior interpretación histórica.

[6] En adelante, cuando se indica la aparición de un nuevo término, modificación de la definición o nueva acepción científica, se indica sólo la fecha, dando por hecho que es en el correspondiente diccionario de la RAE en esa fecha, y no en cualquier otro texto de la época. Según el proyecto CORDE (Corpus Diacrónico del Español) en otros textos pudo haber introducción de términos anteriormente, pero en este trabajo no se hace mención a ninguno, lo que se deja para una posible ampliación del mismo.

pero en 1884 y en España, ausente de la ciencia básica en esa época, todavía era lógica esta interpretación, pero no a mediados del siglo XX cuando la termodinámica ya estaba asentada.

El término *calórico* apareció por vez primera en 1817 como acepción científica propia de la química: "**El cuerpo simple o materia elemental** que produce la sensación que se llama calor. Se tiene por un fluido extremadamente sutil, que obedeciendo las leyes de la atracción, **penetra o abandona** los poros de los cuerpos, dilatando o contrayendo sus partes o moléculas: se distingue en calórico combinado o interpuesto según el estado en que se le considera en los cuerpos". Esta interpretación es puramente sustancialista, que dominó entre los químicos del XVIII. Se mantuvo en 1822, pero en 1832 se nota ya las influencias del pensamiento científico europeo al definirse como "**Según la opinión** común de los químicos fluido sutilísimo que no se puede pesar ni reducir a espacio determinado, causa de la fluidez de los cuerpos y de la sensación de calor".

En 1869 el *calórico* se considera ya como acepción de la física, en cambio parece haber un importante retraso al eliminar el carácter hipotético cuando se describe como "El **principio** generador del calor y sus efectos". En 1884, recordemos que fue la edición que incorporó la acepción científica del *calor*, pasa a una definición correcta: "Principio o agente **hipotético** de los fenómenos del calor". Pero no sería hasta 1983 cuando se considera una descripción más rotunda del concepto erróneo de calórico: "Supuesto fluido al cual se atribuían los fenómenos caloríficos" .

Volviendo al concepto de calor, no es hasta 1970 cuando se cambia la asociación de calor como fuerza a calor como energía. En este año se define la acepción científica de *calor* como "**Energía** que pasa de un cuerpo a otro cuando están en contacto y es causa de que se equilibren sus temperaturas. Esta energía se manifiesta elevando la temperatura y dilatando los cuerpos y llega a fundir los sólidos y a evaporar los líquidos". Este es un ejemplo del retraso de la RAE en la adopción de una terminología científica acorde con los tiempos. Esta definición se mantiene básicamente hasta la actualidad, con la salvedad del diccionario manual de 1983 donde, sin ser todavía del todo correcta, se aproxima más a lo establecido por la comunidad científica: "**Forma de energía** producida por la vibración de las moléculas y que se transmite por contacto, por radiación, etc. Esta energía se manifiesta elevando la temperatura y dilatando los cuerpos y llega a fundir los sólidos y evaporar los líquidos". Más adelante se comenta el error conceptual que aquí aparece.

Sobre el concepto de *temperatura*, el ejemplo de los diccionarios de la RAE es perfecto para comprobar la complejidad de su evolución histórica, ya que su definición ha pasado por una serie de vicisitudes significativas. Al ser un palabra de origen común, ya apareció en el primer diccionario de autoridades, en 1739[7]. Hasta 1843 se definía como sinónimo de *temperamento* ("la constitución del aire, o ambiente en orden al frío, calor, humedad o sequedad || Se dice en el cuerpo la constitución y disposición proporcionada por los humores"). En las siguientes ediciones, las definiciones partieron desde la de 1852 como "El grado de calor o frío de alguna cosa", con una ampliación en 1869: "**El grado de calor o frío** de alguna cosa. Se mide por el termómetro, y a veces por el pirómetro". En 1884, aunque no se indica expresamente acepción científica, podemos comprobar que en su definición se incluye la concepción científica: "**Grado de mayor o menor calor** de los cuerpos. Llámase alta o elevada y baja, según lo que aumenta o disminuye su calor, a partir de un término medio comparativo, como el establecido en la escala del termómetro, o bien con relación, ya al temple natural de nuestro cuerpo, ya al ordinario de la atmósfera. Por extensión se califica también de húmeda y seca, atendiendo a la cantidad relativa de vapor acuoso que la atmósfera contiene. Se mide por el termómetro, y a veces por el pirómetro"

Desde 1899 y hasta 1950 se utiliza la asociación con el " Grado mayor o menor de calor en los cuerpos", pero desde 1970 el grado de confusión es aun mayor. Sólo en el diccionario manual de 1985 y en el de 1989 se adopta una definición, sin ser del todo precisa, más rigurosa al contemplarla como "Grado o nivel térmico de los cuerpos, relacionado con la energía cinética de las moléculas." Sorprendentemente el diccionario actual vuelve a una interpretación propia del lenguaje común pero errónea científicamente: "Magnitud física que expresa **el grado o nivel de calor** de los cuerpos o del ambiente".

---

[7] El primer diccionario en realidad se imprimió en varios volúmenes a lo largo de catorce años, desde 1726 hasta 1739. A partir de 1780 ya apareció de forma conjunta en el mismo año cada vez que se publicó una nueva edición.

Otro aspecto interesante del estudio de las definiciones, es que podemos constatar contradicciones en cada uno de los diccionarios de un mismo año. Por ejemplo desde 1889 hasta 1970 se definía el *calórico* como "Principio o **agente hipotético** de los fenómenos del calor". Pero en cambio, en los diccionarios de 1884, 1889 y 1914 se definía *caloría* como "Unidad adoptada por los físicos para **medir el calórico**, y que representa la cantidad de calor que absorbe un litro de agua al aumentar de temperatura un grado del termómetro centígrado", es decir parece mantenerse el concepto de calórico como algo sustancial que se puede medir, en contradicción con el carácter hipotético que se indicaba en los mismos años. A partir de 1925 la caloría se define como "Unidad de medida térmica equivalente al calor que basta para elevar un solo grado centígrado la temperatura de un litro de agua", por lo que ya no hay contradicción.

Uno de los motivos de la confusión es que estos términos surgen inicialmente del lenguaje común, ajenos a la terminología científica. De hecho actualmente la RAE define *calor* como "Energía que pasa de un cuerpo a otro y es causa de que se equilibren sus temperaturas" y temperatura como "Magnitud física que expresa el grado o nivel de calor de los cuerpos o del ambiente". Ambas definiciones son erróneas científicamente, considerando la necesidad de precisión propia de la terminología científica. En realidad, el calor no es energía que se transfiere, sino **transferencia de energía**, que no es lo mismo, es decir el calor es un proceso, una **interacción**. La definición correcta de calor, en su acepción científica, sería la siguiente: *Interacción por la cual pasa energía de un cuerpo a otro* (también sería válido *proceso de intercambio de energía de un cuerpo a otro*) *y es causa de que se equilibren sus temperaturas*. Este debate no es nuevo, ni esta propuesta de definición es innovadora del autor, por ejemplo puede verse [ROMER, 2001].[8]

Respecto a temperatura, sugerimos mantener la acepción coloquial pero sustituir la científica por la del diccionario de la RACEFyN [1996] donde se relaciona con la energía cinética de las moléculas. En definitiva la temperatura es la medida del grado de agitación molecular, que a su vez puede aumentar por una interacción como el calor, y solo cabe hablar de esta medida en estado de equilibrio térmico.

Evidentemente este trabajo debe completarse con otros conceptos asociados a la termodinámica, como energía, trabajo, térmico, entropía, etc. Aquí nos hemos limitado a los de calor y temperatura como ejemplos significativos para esta propuesta didáctica que se concreta a continuación.

Propuesta didáctica

En una sesión previa se hará una encuesta a los alumnos sobre conceptos básicos de la termodinámica, tanto de tipo teórico como con ejemplos sencillos. El profesor analizará la encuesta para constatar la correcta asimilación de conceptos o posibles errores conceptuales.

En una o dos sesiones posteriores, sin explicación previa de conceptos ni su evolución histórica, los alumnos harán una práctica de consultar en los diccionarios históricos de la RAE los términos calor, calórico, caloría y temperatura. Presentarán notas sobre lo que más les ha llamado la atención, y qué conclusiones han sacado al respecto. En el supuesto que los alumnos no hubieran obtenido información relevante, se les orientará indicándoles que anoten la fecha en que aparece por primera vez la acepción científica de una palabra, y en qué fechas cambia de significado, si hay definiciones contradictorias, identificando las obsoletas y errores en las mismas.

En la siguiente sesión, se explicará, de forma interactiva con los alumnos y analizando las notas de estos, el desarrollo histórico de dichos conceptos y su correcta interpretación según el actual conocimiento de la disciplina. Se hará especial hincapié en los errores conceptuales que se producían en dichas definiciones e incluso si esos errores se mantienen actualmente. Por ejemplo, para los términos calor y temperatura se explicarán ya en el marco normal de la asignatura con ejercicios y prácticas pedagógicas según el proyecto didáctico de la asignatura.

---

[8] Agradezco a Julio Güemez, del Dpto. de Física Aplicada de la Universidad de Cantabria, la localización de esta referencia, así como sus opiniones al respecto que coinciden con las aquí expuestas.

En estudios de historia de la ciencia a nivel universitario se propone extender esta actividad, facilitando a los alumnos fuentes originales de cada una de las épocas de los principales contribuyentes a la Termodinámica[9], así como usando en paralelo los diccionarios de la RAE con otros históricos, accesibles en proyectos actualmente en desarrollo como CORDE (Corpus Diacrónico del Español) y DHEMCYT (Diccionario Histórico Ciencia y Tecnología de la UAB). Igualmente se puede hacer una extensión a diccionarios o enciclopedias históricos en otras lenguas como la *Encyclopédie* de Diderot y d'Alembert, o la *Encyclopædia Britannica*, ambas con la primera edición en el siglo XVIII.

Conclusión

Esta propuesta didáctica, consistente en revisar términos científicos a lo largo de los diccionarios históricos de la RAE, puede ser una herramienta muy útil para la enseñanza de conceptos de una disciplina científica. Se puede usar en paralelo con la historia de la disciplina correspondiente para identificar errores conceptuales. En el caso de la termodinámica es especialmente relevante para los conceptos de calor y temperatura. Puede ayudar a comprender la historia de una disciplina científica, así como la de las diferentes fases en el proceso de recepción de la misma en España, lo que sin duda enriquece las posibilidades de aplicar puntos de vista interdisciplinares.

Bibliografía

ALOMÁ, E. y MALAVER, M. (2007) "Análisis de los conceptos de *energía, calor, trabajo* y *el Teorema de Carnot* en textos universitarios de Termodinámica", *Enseñanza de las ciencias*, 25(3) 387-400

CAMELO, F.J. y RODRÍGUEZ, S.J. (2008) "Una revisión histórica del concepto de calor: algunas implicaciones para su aprendizaje", *TEA, Tecné, Episteme y Didaxis*, 23, 67-77

HOLTON, G. (1987) *Introducción a los conceptos y teorías de las Ciencias Físicas*. Barcelona, Reverté.

MORRIS, R.J. (1972) "Lavoisier and the Caloric Theory", *The British Journal for the History of Science*, 6(21) 1-38

RACEFyN (1996) *Vocabulario Científico y Técnico*, Madrid, Espasa.

RAE (1726 a 2013) *Diccionario de la Lengua Española*.

ROLLER, D. (1950) "The early developments of the concepts of temperature and heat". En: J.Conant (ed.) *Harvard Case Histories in Experimental Science*, Cambridge-Massachusetts, Harvard University Press.

ROMER, R.H. (2001) "Heat is not a noun", *Am. J. Phys*. 69 (2) 107-109.

SOLBES, J. y TRAVER, M.J. (1996) "La utilización de la Historia de las Ciencias en la enseñanza de la Física y la Química", *Enseñanza de las ciencias*, 14 (1), 103-112.

SOLÍS, C. y SELLÉS, M. (2009) *Historia de la Ciencia*, Madrid, Espasa.

[9] Para el origen de los estudios sobre la naturaleza del calor, son muy útiles ROLLER [1950] y MORRIS [1972]. Para la historia de la termodinámica, entre otros muchos, por ejemplo SOLÍS Y SELLÉS [2009]. Para una visión conceptual, HOLTON [1987]. Todos incluyen amplias referencias de fuentes originales.

BLANCO ABELLÁN, M. (coord.) (2014) *Enseñanza e Historia de las Ciencias y de las Técnicas: Orientación, Metodologías y Perspectivas.* Barcelona, SEHCYT, p. 349.

EL USO DE OBRAS DE ARTE E ILUSTRACIONES EN LA ENSEÑANZA DE LA HISTORIA DE LA CIENCIA

Raimon SUCARRATS RIERA
Centre d'Estudis d'Història de la Ciència. Universitat Autònoma de Barcelona.

Resumen

La historia de la ciencia nunca ha sido convenientemente explicada en el contexto de las asignaturas de ciencias tradicionales. Su uso, si es que se llega a producir, se reduce a unas cuantas anécdotas y a potenciar las figuras de los denominados padres de la ciencia, habitualmente bajo una visión presentista que analiza el pasado desde el presente como si existiera una dirección predeterminada en la historia. Las Ciencias para el mundo contemporáneo*, asignatura que se imparte a los alumnos de bachillerato y que intenta dar a los alumnos una cultura científica general, ofrecen una buena oportunidad para enseñar utilizando una perspectiva histórica. La metodología utilizada debe incorporar materiales didácticos interesantes y potenciar actividades que sean originales y motivadores para los alumnos. La interpretación de las ilustraciones de los libros científicos y las obras de arte de cada época ofrece enormes posibilidades didácticas en la enseñanza de la historia de la ciencia. Su análisis exhaustivo muestra a los alumnos el contexto cultural, social, político, económico y científico de diversos momentos claves y, al mismo tiempo, hace posible un estudio transversal de las ciencias y las humanidades del cual está tan falto el currículo de la educación secundaria. El artículo muestra como a través de una selección de tres obras de arte bien conocidas y unas cuantas ilustraciones de libros históricos de los siglos XVI, XVII y XVIII, se pueden apuntar posibles narraciones del contexto que hizo posible el desarrollo en aquellos tiempos de aquello que hoy denominamos ciencia.*

Abstract

History of science has never been conveniently taught in the context of traditional science subjects. Teachers use normally this resource only to explain some anecdotes or to describe the heroes or fathers of the discipline, and they commonly interpret the events of the past from the reality of the present, in a whiggist *way as it is called, as if there was a predetermined direction in history.* Science for the contemporary world*, a subject for students of baccalaureate since 2009 that tries to give them a general scientific culture, offers a good opportunity to teach science using a historical perspective. Special designed didactical materials and original activities must be used in order to stimulate students' interest. The interpretation of scientific texts illustrations and art works of different eras gives us enormous didactical possibilities in the teaching of the history of science. Students receive, through the exhaustive analysis of this material, the cultural, social, economical and political context of different key moments in history. At the same time, this methodology makes a transversal study of science and humanities possible, a kind of study that lacks in our Secondary school curricula at the present time. This paper*

shows how we can show the development of science in some historic moments in 16th, 17th and 18th centuries using a convenient selection of three art works and some illustrations of crucial science books published in those times.

Palabras clave: Historia de la ciencia, arte y ciencia, didáctica de la ciencia.

Keywords: History of science, art and science, science didactics.

Un contexto: la asignatura de Ciencias para el mundo contemporáneo

La aparición el 2009 de la asignatura *Ciencias para el mundo contemporáneo* (CMC) ha abierto nuevas expectativas a la enseñanza del conocimiento científico y su actividad, desde nuevas perspectivas y a un público diferente. Esta materia está dirigida a todos los alumnos de bachillerato, tanto los de ciencias como los de letras y pretende, como dice uno de sus objetivos, enseñar la ciencia como un conocimiento de carácter universal, producto de la cultura, fruto de un trabajo colectivo de imaginación y pensamiento que nos libra de la ignorancia y de la superstición, y que también es una actividad que satisface las necesidades humanas a través de su aplicación tecnológica. El programa de las CMC gira al entorno de cinco grandes temas: el origen y la evolución del universo; la salud y los estilos de vida; el desarrollo sostenible; los materiales, los objetos y la tecnología; y la sociedad del conocimiento. De todas formas, lo más importante de esta nueva asignatura no se encuentra estrictamente en los contenidos, si no en el fondo de aquello que queremos enseñar a nuestros estudiantes: la naturaleza real del conocimiento científico, la metodología que define su actividad, su transcendencia en nuestra vida cotidiana y sus consecuentes repercusiones éticas. Este es el motivo por el cual el mismo decreto que describe la asignatura recomienda la implementación de actividades didácticas que promuevan la búsqueda de fuentes de información, la interpretación de textos científicos, el trabajo cooperativo, la realización de debates, etc.

Otra característica intrínseca de las CMC es su relación con muchas otras asignaturas del currículum. Evidentemente todas las científicas, pero también las humanísticas como la historia o la filosofía. Es por esta causa que los profesores interesados en la historia de la ciencia consideramos que esta nueva asignatura podía ser un marco excelente para explicar el estado actual de la ciencia como resultado de su historia. En un trabajo anterior [SUCARRATS Y CAMÓS, 2012] hemos desarrollado esta posibilidad y hemos podido comprobar que, desgraciadamente, el texto de la programación oficial da pocas ideas para esta aplicación de la historia de la ciencia en las CMC. Los libros de texto publicados tampoco ayudan a aportar herramientas en esta dirección. En el trabajo referido se hace un análisis de ocho libros de texto de las CMC, y este análisis concluye que el trato que se hace en ellos de la historia de la ciencia es francamente desesperanzador. Esto no es novedad, si tenemos en cuenta que esto es común en el resto de asignaturas científicas del currículum de secundaria. Normalmente, la historia de la ciencia se trata poco y no demasiado bien. Se centra en el estudio de los llamados "padres de la ciencia", en los mismos temas tópicos que se repiten reiterativamente en la mayoría de los libros, y adoptando posturas que a menudo juzgan el pasado desde la atalaya del presente.

Así pues, nos propusimos el reto de diseñar una metodología para la enseñanza de las CMC que tuviese en cuenta la historia de la ciencia. Desde un principio tuvimos claro que debíamos poner especial énfasis en las tecnologías de la información y comunicación, y en el uso de un sistema de evaluación no basado exclusivamente en el marco conceptual y que valorara la capacidad de búsqueda de información, su procesado e interpretación, y la capacidad de transmisión de este análisis. En este artículo se desarrolla una de las actividades que se proponen a los alumnos en el marco de esta metodología detallada en el trabajo antes citado.

Una actividad enriquecedora: interpretación de ilustraciones de libros científicos y de obras de arte

Parece evidente que la presencia de ilustraciones científicas en los libros está motivada por la necesidad de aportar a los lectores una información complementaria y enriquecedora de lo que se narra en el texto. Forma parte de aquello que Mazzolini [1993] define como "comunicación no verbal" . Según este autor, en este tipo de comunicación podemos encontrar, dejando aparte las ilustraciones (incluyendo las de los diferentes seres naturales, los gráficos, esquemas, etc.), los instrumentos científicos, los modelos de estructuras (astronómicas, del cuerpo humano, cortes geológicos, etc.), las colecciones de objetos naturales, y los espacios científicos (museos, laboratorios, observatorios, teatros anatómicos, etc.). Todo este material constituye una fuente de conocimiento de la ciencia muy importante que los alumnos deberían conocer y saber apreciar.

Centrándonos en las ilustraciones, éstas no se impusieron en los textos científicos hasta bien avanzado el siglo XIX. Un caso diferente es el de los textos médicos, especialmente los anatómicos, y los tecnológicos, que las utilizaron plenamente desde tiempos más antiguos. Algunos autores han estudiado extensamente este tema [LEPENIES, 1991]; [RUDWICK, 1976] [RUPCKE, 1993] y [SECORD, 2002]. El uso de ilustraciones en los tratados botánicos, por ejemplo, fue objeto de un fuerte debate. Muchos autores de la época consideraban que las ilustraciones distraían del contenido del texto, daban alas a los principiantes y mostraban una imagen muy superficial del estudio de la naturaleza. Esta es la causa que hizo muy habitual que las ilustraciones se vieran reducidas al frontispicio y alguna página más. Eso sí, esas pocas ilustraciones llevaban una fuerte carga de significado para aquellos que las supieran interpretar. Sin embargo, aproximadamente en la década de los 1840 las formas visuales de comunicación se hicieron esenciales en la comunicación científica. A partir de entonces ya no funcionaron solamente como un sistema complementario de la información escrita, si no que se constituyeron en un sistema de información en sí mismo. Eso hizo necesario un adiestramiento gradual de los receptores para que pudieran llegar a entender los gráficos, diagramas, cortes geológicos, etc. Comenzaba una nueva etapa en la forma de transmitir el conocimiento y la actividad científica.

A la luz del párrafo anterior, parece evidente que a través de las ilustraciones de los libros de ciencia antiguos podemos llegar a discernir cómo se producía la actividad científica en aquel momento. Por tanto, éste es un buen material de trabajo para las CMC. En consecuencia, diseñamos una actividad que implicase la interpretación de ilustraciones de libros de ciencia históricos (frontispicios, grabados, dibujos,…) relacionados con los diferentes temas que se explicaban en cada momento del programa. Concretamente, usando un blog en el cual el profesor colgaba las imágenes que los alumnos tenían que comentar. Pero dimos un paso más allá. Si las ilustraciones de los libros científicos pueden aportar material interesante para la explicación de la historia de la ciencia, también se puede obtener mucha y significativa información a partir de obras de arte bien seleccionadas. El efecto es todavía más enriquecedor si se combinan los dos tipos de imágenes. Esta metodología didáctica es muy bien usada por Patricia Fara [2009] en su interesante libro *Science, a four thousand years history*. A continuación explicaremos algunos ejemplos de cómo una buena selección de imágenes e ilustraciones históricas pueden aportar mucha información y ser una forma excelente de introducción de algunos temas en una asignatura que quiera hacer comprender la naturaleza de la ciencia.

Los *embajadores*: momentos para la revolución del pensamiento

La primera obra que proponemos es *Los embajadores* de Hans Holbein el joven (Fig. 1), pintada el 1533. Es una magnífica obra del renacimiento holandés que describe el encuentro en Londres de dos personajes poderosos, embajadores del rey de Francia. Debemos destacar el alto grado de detallismo en las ropas, los pavimentos, las cortinas y los múltiples objetos que se pueden encontrar en los estantes del mueble central.

Figura 1. Hans Holbein el joven, *Los embajadores* (1533).

Como muchas de las obras de aquella época y estilo, está llena de simbolismo y sujeta a múltiples interpretaciones. Se vislumbra una clara interpretación política y religiosa relacionada con la convulsa situación de la Europa de la primera mitad del siglo XVI. También podemos leer el cuadro en clave científica, interpretando los diferentes objetos del mueble central en el que están apoyados ambos personajes. Son objetos relacionados con las enseñanzas del Quadrivium; aritmética, geometría, música y astronomía. Uno a uno se puede desgranar su significado: los instrumentos musicales, el libro de aritmética, los globos terráqueo y celeste, y los diferentes relojes de sol y objetos de observación astronómica. Independientemente de lo que se pueda decir de cada uno de ellos y de otros, como el crucifijo escondido entre las cortinas o la anamorfosis del cráneo, *Los embajadores* nos muestra un contexto histórico, una concepción de la filosofía natural como método de conocimiento de Dios a través de su obra. En el cuadro se entrevén las esperanzas y los problemas de una época en la que se popularizaban los viajes de descubrimiento de nuevos mundos y se hacía necesario un mejor control de la ubicación de los navíos, del tiempo y del calendario. Este contexto se completa con el redescubrimiento de los autores griegos, la aparición de la imprenta y el descubrimiento de nuevas especies que irán enriqueciendo los gabinetes de curiosidades que progresivamente irán apareciendo por toda Europa.

Esta preciosa información se puede completar con una selección de grabados relacionados con los cambios que se produjeron en esos momentos en diferentes ramas del conocimiento como la astronomía o la anatomía. En el campo de la astronomía podemos usar, por ejemplo, el grabado sobre la interpretación cristiana de la distribución cosmológica aristotélica que se encuentra en el *Cosmpographia* (1539) de Petrus Apianus, la propuesta heliocéntrica en el *De revolutionibus orbium coelestium* (1543) de Nicolaus Copernicus,

o la idea de los cuerpos pitagóricos circunscritos que encontramos en el *Misterium cosmographicum* (1596) de Johannes Kepler. En cada uno de estos casos es muy importante no explicar a los alumnos una visión presentista y continuista de la revolución astronómica. Más bien debemos recalcar el trasfondo filosófico que fue causa y motor de estas ideas.

En el campo de la anatomía tenemos una obra paradigmática que por sí sola merecería un apartado. Nos referimos al frontispicio del *De humani corporis fabrica* (1543) de Andreas Vesalius. La complejidad de la imagen merece muchos comentarios que nos llevarían a hablar de la propuesta revolucionaria de Vesalius, de la anatomía de Galenus, del uso de la disección de animales y personas en diferentes épocas históricas, del aristotelismo presente en la enseñanza universitaria de la medicina, de la distinción entre médicos y cirujanos, del público presente en el teatro anatómico, y de muchas cosas más. La belleza de los grabados de la obra de Vesalius también nos puede hacer reflexionar sobre la importancia de la difusión científica y de las técnicas que la hacen posible.

La lección de anatomía del Dr. Tulp: la anatomía y el estatus social de los médicos

El frontispicio del libro de Vesalius puede ser introducción de la siguiente obra que comentaremos. Se trata de la magnífica *Lección de anatomía del Dr. Tulp* de Rembrandt, de 1632 (Fig. 2) Pintada por encargo del gremio de cirujanos, la obra muestra como el Dr. Tulp, un famoso e influyente cirujano de Ámsterdam, realiza la disección de un cuerpo humano ante la mirada atónita y atenta de un grupo de cirujanos. Los retratos institucionales de grupo fueron frecuentes en la Holanda de principios del XVII, un territorio rico en aquel momento histórico, con un comercio en alza.

Figura 2. Rembrandt van Rijn, *Lección de anatomía* del Dr. Tulp (1632).

El magistral diseño geométrico, de color y de luz, que Rembrandt realiza en este cuadro hace posible una distribución del público en diferentes niveles manteniendo un trato de igualdad entre ellos. Sólo Tulp ostenta una posición de superioridad ante los otros. Esta obra, acompañada por la de Vesalius, puede ser pieza clave en una breve explicación de la historia de la medicina. A los temas apuntados anteriormente podemos añadir noticia sobre los teatros anatómicos, la frecuencia y épocas del año en las cuales se realizaban las disecciones, su procedimiento, la procedencia de los cadáveres, los profesionales que intervenían, etc. También podemos comentar detalles anecdóticos propios de esta pintura y que pueden dar lugar a diferentes interpretaciones. Como ejemplo, el hecho que el Dr. Tulp inicie la disección por el brazo y no por la evisceración del cadáver, o la extraña posición de los dedos de su mano izquierda. Una disección más normal la podemos encontrar en otro cuadro de Rembrandt, la *Lección de anatomía del Dr. Deijman* de 1656, donde se representa la disección de un cerebro de una persona eviscerada.

También a principios del siglo XVII, William Harvey, desde la filosofía aristotélica, publica, el 1628, su *Motum cordis et sanguinis in animalibus*, donde proponía que la sangre se distribuía por todo el cuerpo en un circuito circular. Podríamos escoger este momento como el punto de origen de una hipotética entrada del mecanicismo en la medicina, coincidiendo en el tiempo con nuevos corrientes filosóficos propuestos, por ejemplo, por Descartes. La medicina avanzaba con lentitud. Se incorporaban nuevos medicamentos procedentes de América, se hacían nuevos descubrimientos anatómicos, se avanzaba en la cirugía y el tratamiento de algunas enfermedades, se empezaban a apuntar ideas de higiene pública, etc. Pero la universidad continuaba anclada en las ideas antiguas y hasta el siglo XIX no podemos empezar a hablar de una medicina moderna.

Un experimento con un pájaro en una bomba de aire: el público de la ciencia

De forma coetánea al cuadro de Rembrandt, aparece una nueva manera de concebir el acceso al conocimiento que también tuvo su efecto en la medicina. El frontispicio del libro de Francis Bacon *Novum organum scientarum* sirve perfectamente para explicar este cambio. Bacon, abogado que ostentó cargos políticos muy importantes, es conocido hoy en día por su contribución al método científico. Fue precursor del uso de la inducción como método de obtención de conocimiento. En su opinión, este nuevo método permitiría la liberación del ser humano de lo que él denominaba los ídolos de la mente, que limitaban su comprensión del Cosmos. En este frontispicio se ven dos naves que cruzan las míticas columnas de Hércules. Son una alegoría del conocimiento, que deja la seguridad del antiguo Mediterráneo, el órganon de la lógica aristotélica, para adentrarse en el Atlántico, símbolo de una nueva forma de obtener conocimiento, un nuevo órganon. El lema reza “Muchos viajarán y aumentará el conocimiento”. Bacon creía que el conocimiento es poder, en el sentido que el Estado lo puede aprovechar en beneficio propio y de sus ciudadanos. También era partidario del uso de instrumentos en la búsqueda de nuevos datos, en un momento en el que se discutía la veracidad de aquello que se veía a través de un telescopio.

A finales del siglo XVII, se empiezan a fundar sociedades científicas que impulsan esta nueva metodología. El nacimiento de la Royal Society es paradigmático y el frontispicio del libro de Thomas Sprat de 1667 nos aporta una interesante base para comentar este proceso. A raíz de esta ciencia experimental y en el siguiente siglo se popularizan experimentos que hoy denominaríamos científicos. A veces lo realizaban los socios de una de estas recién fundadas sociedades. A veces los realizaban aficionados o charlatanes en cualquier lugar. El cuadro *Un experimento con un pájaro en una bomba de vacío* de Joseph Wright (Fig. 3), una pintura romántica de 1768, es una muestra de este proceso de difusión de la ciencia. En el siglo XVIII estas experiencias eran muy populares. Se celebraban en ayuntamientos, teatros o en el interior de locales en las cada vez más comunes instituciones científicas locales.

Figura 3. Joseph Wright, *Un experimento con un pájaro en una bomba de vacío* (1768).

En la pintura se describe un experimento realizado por un filósofo, de rojo, con una bomba de vacío. La bomba de vacío es uno de los iconos más importantes de la ciencia del XVII que fue popularizado por Robert Boyle. En aquellos tiempos de experimentación, Boyle describió muchas experiencias, muchas de ellas realizadas con este aparato y en compañía de Robert Hooke. Estudiaba el efecto del vacío en muchos procesos: la combustión, el sonido, el vuelo de los insectos o la misma vida de los animales. En el cuadro podemos ver la reacción del público ante la experiencia científica y, de alguna manera, también vemos cuestionada la ética de este tipo de diversiones y del camino al que llevaba la ciencia que se iba imponiendo. También se muestra el aspecto popular de la ciencia de la época. Debemos destacar la actitud de los personajes involucrados: el filósofo expresa el poder que ostenta sobre la vida y la muerte; una pareja se mira dulcemente, ajena a todo; dos hombres y un niño sentados en la mesa siguen el experimento con interés o reflexionan sobre el mismo; otro hombre explica el probable desenlace de la experiencia a una mujer y una niña que parecen horrorizadas ante la misma; un niño mira de reojo sosteniendo una jaula. La luz sale reflejada de un recipiente que acoge un líquido en el que se encuentra un cráneo. El pájaro es una extraña, en esa época y lugar, cacatúa. En la mesa se encuentran diferentes objetos científicos entre los que destacan unas esferas de Magdeburgo. La escena demuestra la incipiente preocupación sobre la recepción de la ciencia.

Conclusión

En los albores del siglo XIX la ciencia ahonda en su metodología, crea su propia iconografía y sus héroes, y se abre paso a un público cada vez más amplio. Como hemos podido comprobar, el estudio de grabados de libros históricos de ciencia y de obras de arte puede proporcionar una herramienta didáctica excelente para explicar el camino que ha recorrido el conocimiento y la actividad científica. También puede dotar a la ciencia de cada época de un contexto histórico, social, económico, tecnológico y político imprescindibles para su auténtica comprensión.

La asignatura de *Ciencias para el mundo contemporáneo* proporciona un marco idóneo para hacer esta reflexión y utilizar este tipo de metodología. Evidentemente, las posibilidades son mucho más amplias que las expuestas aquí. Por ejemplo, el estudio de la iconografía de científicos conocidos, reforzada con un buen análisis del contexto y de los motivos que propiciaron sus descubrimientos, es otro recurso muy interesante para entender la realidad del proceso de creación de la ciencia vinculado a su actividad.

Bibliografía

FARA, P. (2009) *Breve historia de la ciència*. Barcelona, Editorial Ariel.

LEPENIES, W. (1991) *La fine della storia naturale. La transformazione di forma di cultura nelle science del XVIII e XIX siecolo*. Bologna, Società editrice il Mulino.

MAZZOLINI, R. G. [ed.] (1993) *Non-verbal communication in science prior to 1900*. "Biblioteca di nuncius. Studi e testi XI 2, Firenze, Leo S. Olschki.

RUDWICK, M.J.S. (1976) "The emergence of visual language for geological science 1760-1840". *History of science*, 14, 149-195.

RUPKE, N. A. (1993) "Metonymies of empire: visual representations of prehistoric times, 1830-1890". En: MAZZOLINI, R. G. , ed. *Non-verbal communication in science prior to 1900*. "Biblioteca di Nuncius. Studi e Testi XI", Firenze, Leo S. Olschki, 513-528.

SECORD, A. (2002) "Botany on a Plate: Pleasure and the Power of Pictures in Promoting Early Nineteenth-Century Scientific Knowledge". *Isis*, 93, 28-57.

SUCARRATS, R. Y CAMÓS, A. (2012) "The application of the history of science and the use of the Internet as methodological tool in the subject of sceinces of the contemporary worls". En: Brunneau, O. et alt. (eds.) *Innovative methods for science education: History of science, ICT and inquiry based science teching.* Berlin, Frank and Timme.

ÁREA TEMÁTICA VI

TEMAS LIBRES

BLANCO ABELLÁN, M. (coord.) (2014) *Enseñanza e Historia de las Ciencias y de las Técnicas: Orientación, Metodologías y Perspectivas.* Barcelona, SEHCYT, p. 359.

MÉTODOS ALGEBRAICOS LINEALES EN EL LIBRO DE CH. L. DODGSON (1867)

Yolima ÁLVAREZ POLO
Universidad Distrital F. J. Caldas (Bogotá, Colombia)[1]
Luis ESPAÑOL GONZÁLEZ
Universidad de La Rioja (Logroño, España)[2]

Resumen

En este trabajo nos ocuparemos del Tratado elemental sobre determinantes con sus aplicaciones a las ecuaciones simultáneas y a la geometría algebraica *de Charles L. Dodgson, publicado en 1867. El autor manifiesta que se ha basado en el libro de determinantes de R. Baltzer (1857), pero que su libro tiene también aspectos originales. Enfatizaremos su "método de condensación" para calcular determinantes numéricos y su tratamiento de los "bloques" para el estudio de los sistemas de ecuaciones lineales. Destacaremos también los elementos que hacen del libro una obra tan peculiar como su autor, ampliamente conocido en la literatura bajo el seudónimo de Lewis Carrol.*

Abstract

In this paper we deal with the Elementary treatise on determinants with their application to simultaneous equations and algebraical geometry (1867) by Charles L. Dodgson. The author states that he has based on the determinants' book by R. Baltzer (1857), and his book also has original aspects. We will emphasize his "Method of Condensation" to compute numerical determinants and his treatment of "blocks" to study linear algebraic systems. We will also remark the elements that make the book a work as unique as its author, widely known in the literature under the pseudonym of Lewis Carroll.

Palabras clave: Determinantes y sistemas lineales, Siglo XIX, Ch. L. Dodgson.
Keywords: Determinants and linear systems, 19th Century, Ch. L. Dodgson.

[1] La autora pertenece al grupo de investigación en Ciencias Básicas de la Universidad Distrital.
[2] El autor ha realizado este trabajo disfrutando de una ayuda a la investigación de la Universidad de La Rioja (API11/05).

Introducción

Entendemos por "métodos algebraicos lineales" el conjunto de propiedades y cálculos relativos a determinantes, matrices y sistemas de ecuaciones lineales, tal como fueron consideradas antes de la inclusión de dichos temas, entrado el siglo XX, en el marco del álgebra lineal abstracta.

La resolución de sistemas lineales está planteada desde la Antigüedad en diversas culturas y dio lugar a la noción de determinante. A partir de la regla enunciada por Cramer (y también Maclaurin), en la segunda mitad el siglo XVIII quedó bien determinado el algoritmo del determinante y llegó a constituirse la teoría de determinantes [VANDERMONDE, 1772]. Entonces los sistemas lineales pasaron de ser los generadores del concepto de determinante a ser la primera aplicación de la teoría general de dicho concepto. Tras pasar por las manos, entre otros, de Cauchy, Jacobi y Cayley, a mediados del siglo XIX la teoría de determinantes estaba ya muy desarrollada y se escribieron los primeros libros de texto sobre "determinantes y aplicaciones", entre los que alcanzó hegemonía el de R. Baltzer (1857) a lo largo de tres décadas, con varias ediciones mejoradas y ampliadas. A partir de la segunda, de 1864, Baltzer fue incorporando el tratamiento de los sistemas lineales generales que introducía L. Kronecker en sus cursos en la Universidad de Berlín. No obstante, el teorema general sobre los sistemas lineales, directamente para el caso no homogéneo, no llegó hasta 1875 con los franceses G. Fontené y E. Rouché.[3]

En este contexto del siglo XIX hemos de ubicar a Dodgson[4], un clérigo y profesor de matemáticas en *Christ Church* (Universidad de Oxford), que escribió su libro sobre determinantes intercalado entre otros trabajos de geometría: *Un programa de Geometría Algebraica Plana* (1860) y *Euclides y sus rivales modernos* (1879). Dodgson obtuvo reconocimiento por sus obras de geometría y de lógica, también como fotógrafo; pero, sobre todo, por su literatura, en la que destaca *Alicia en el país de las maravillas* (1865), que firmó como Lewis Carroll. El *Tratado* de Dodgson sobre determinantes merece atención porque es una propuesta novedosa sobre un tema de actualidad y presenta rasgos de la original personalidad de su autor.

Características del libro

El *Tratado* es un pequeño libro (viii+143 págs.) dirigido a los estudiantes. Se divide en ocho capítulos (pp. 1-110) en orden estrictamente lógico (a la manera de Euclides: definiciones, axiomas, proposiciones) que desarrollan la teoría expuesta en su estricta desnudez deductiva:

> Este es un libro de texto muy diferente a sus predecesores. Intencionadamente, su objetivo principal es la exactitud lógica. Para lograrlo, por tanto, todas las definiciones, convenciones, axiomas, proposiciones y corolarios han sido cuidadosamente formulados, etiquetados y numerados: cada paso en una cadena de razonamientos se mantiene separado escrupulosamente del antecedente y el consecuente, y con el fin de evitar posibles distracciones en los razonamientos, los ejemplos ilustrativos son relegados a notas al pie de página. [MUIR, 1960, p. 24]

Los comentarios excesivamente amplios para estar dispuestos en las notas a pie de página forman cinco apéndices (pp. 111-133) colocados a continuación de los capítulos. Las últimas páginas (pp. 134-143) contienen tablas y formularios. En el prefacio el autor plantea así la originalidad de su aportación:

> De las setenta proposiciones contenidas en el siguiente tratado, diez son esencialmente tomadas del tratado sobre determinantes de Baltzer; también los test de geometría dados en el capítulo VIII, se encuentran en la mayoría de trabajos de geometría algebraica: el resto de la materia es, hasta donde yo sé, original, y se compone de una serie de proposiciones que el objetivo que tenía en vista me obligó a introducir. [DODGSON, 1867, p. iii]

[3] Para ampliar lo dicho en este párrafo véase [ÁLVAREZ, 2013, cap. 1.].

[4] Charles L. Dodgson (1832-1898), conocido como Lewis Carrol (Carolus Lodovicus) en sus trabajos no científicos. Para su biografía, véase [WILSON, 2009] o bien www-history.mcs.st-and.ac.uk.

Su obra presenta setenta proposiciones numeradas en romano, acompañadas de la anotación "Th" indicando que son teoremas; además, hay algunos resultados más que llevan rótulos como "Corolario a la Proposición VIII". Enunciada una proposición, hace seguir su demostración impresa en cuerpo menor. Como buen lógico, se esmera en elegir términos y símbolos adecuados. Así, usa "test" para indicar una condición necesaria y suficiente para algo, y su "geometría algebraica" es la geometría analítica cartesiana.

Entrando en el tema específico del libro, para denotar el cuadro de números del que se extraen determinantes, prefiere el término "bloque" al término "matriz" ya introducido por Sylvester. Le gusta la notación (*i,j*) para los elementos de un bloque pero, temiendo la confusión con las coordenadas de los puntos del plano, prefiere crear un símbolo nuevo que da a su libro un aspecto singular, la integral con inclinación invertida:

$$\left\{\begin{array}{cccc} 1\backslash 1, & 1\backslash 2 & \cdots\cdots & 1\backslash n \\ 2\backslash 1, & 2\backslash 2 & \cdots\cdots & 2\backslash n \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ m\backslash 1, & m\backslash 2 & \cdots\cdots & m\backslash n \end{array}\right\}.$$

En ocasiones, para distinguir unos de otros, el bloque anterior lleva un subíndice *a* en la forma $\{.\}_a$ que rememora la notación más habitual $\{a_{ij}\}$.

Determinantes. Método de condensación

El primer capítulo del *Tratado* es para las permutaciones y el segundo contiene lo básico de los determinantes, incluido su producto fila-fila. Los dos capítulos siguientes se dedican a los sistemas lineales, que ocupan el centro del interés de Dodgson. En los capítulos quinto y sexto el autor estudia condiciones de anulación de menores en un bloque rectangular. Los dos últimos capítulos son aplicaciones a la geometría analítica, que no vamos a considerar en esta ocasión.

En lo que a los determinantes se refiere, debemos detenernos en la parte más original del trabajo de Dodgson: los apéndices II y III[5] dedicados a exponer su "método de condensación" para el "cálculo aritmético de determinantes", que ya había presentado el 15 de mayo de 1866 ante la Royal Society [DODGSON, 1866-67]. Dodgson distingue entre "valores algebraicos" y "valores aritméticos" de un determinante. Para los primeros el método de cálculo son los desarrollos por menores. Para los segundos, que buscan el cálculo efectivo cuando los elementos son números concretos, hay métodos numéricos más eficaces, de lo que da ejemplos. El suyo es un algoritmo para ir reduciendo un determinante a otros de menor tamaño hasta llegar a un determinante de orden dos que da el valor del determinante inicial[6]. El proceso de "condensación" de un bloque de *n* filas y *n* columnas se realiza mediante las siguientes reglas [DODGSON, 1867, pp. 119-120]:

1. Organice el bloque dado, si es necesario, de modo que no haya ceros en su interior[7]. Esto se logra mediante transposición de filas o columnas, o sumando a una fila un múltiplo de otra.

2. Calcule el determinante de todo menor formado por 4 términos adyacentes. Estos valores forman un segundo bloque de *n*-1 filas y *n*-1 columnas.

3. Condense el segundo bloque del mismo modo, dividiendo cada término hallado, por el correspondiente término en el interior del primer bloque.

[5] En el quinto y último apéndice Dodgson estudia determinantes cuyas entradas son monomios y que tienen los mismos ceros que una función entera dada de varias variables.

[6] En el apéndice tercero intenta, con éxito sólo para tamaños pequeños, la demostración de la validez general del algoritmo.

[7] Por "interior de un bloque" denota el bloque que resulta de uno dado al eliminar la primera y última de sus filas y columnas.

> 4. Repita este proceso tanto como sea necesario (observando que en cualquier bloque condensado de la serie, el *r*-ésimo por ejemplo, los términos encontrados deben dividirse por el correspondiente término en el interior del (*r*-1)-ésimo bloque) hasta que el bloque condensado sea un solo término, el cual corresponde al valor del determinante.

Como ejemplo del método ofrece el cálculo del determinante que se muestra en la figura adjunta [DODGSON, 1867, p. 120].

$$\begin{vmatrix} -2 & -1 & -1 & -2 \\ -1 & -2 & -1 & -3 \\ -1 & -1 & 2 & 2 \\ 2 & 1 & -3 & -4 \end{vmatrix}$$

$$\begin{vmatrix} 3 & -1 & 1 \\ -1 & -5 & 4 \\ 1 & 1 & -2 \end{vmatrix}$$

$$\begin{vmatrix} 8 & -1 \\ -4 & 3 \end{vmatrix}$$

$$-4.$$

Nótese que no hay que usar la regla 1 anterior, y que los valores que constituyen el segundo bloque son (por la regla 2) los determinantes menores del primer bloque: $\begin{vmatrix} -2 & -1 \\ -1 & -2 \end{vmatrix} = 3$, $\begin{vmatrix} -1 & -1 \\ -2 & -1 \end{vmatrix} = -1$, $\begin{vmatrix} -1 & -2 \\ -1 & -3 \end{vmatrix} = 1$, $\begin{vmatrix} -1 & -2 \\ -1 & -1 \end{vmatrix} = -1$, etc. Siguiendo el método se obtiene (regla 3) el bloque $\begin{matrix} -16 & 1 \\ 4 & 6 \end{matrix}$, que hay que dividir elemento a elemento por el interior del primer bloque $\begin{matrix} -2 & -1 \\ -1 & 2 \end{matrix}$; se obtiene así el tercer bloque de la figura. Ahora (regla 4) hay que dividir el determinante del tercer bloque, que es 20, por el interior del segundo bloque, que es -5, llegando al resultando final.

El autor finaliza con el siguiente comentario, en el que advierte una dificultad del método que luego ilustra con un ejemplo:

> El proceso no puede continuar cuando aparece un cero en el interior de cualquier bloque, ya que infinitos valores se pueden utilizar como divisores. Cuando esto ocurre en el bloque dado, este se reorganiza tal como lo hemos mencionado antes, pero esto no se debe hacer cuando esto ocurre en cualquiera de los bloques deducidos; en tal caso el bloque dado debe organizarse como las circunstancias lo requieran, y la operación comienza de nuevo. [DODGSON, 1867, p. 120]

Aunque en su momento este método pasó desapercibido, en la actualidad tiene importancia computacional [ABELES, 2008, p. 429; 1986]:

> El método de condensación de Dodgson se ha convertido en una poderosa herramienta en la evaluación automática de determinantes.

Sistemas lineales

Dodgson dedica los capítulos III y IV a la discusión y planteamiento de las condiciones de compatibilidad de los sistemas de ecuaciones[8]. En el prefacio dejó una breve descripción del primero de ellos [DODGSON, 1867, p. v]:

[8] El interés del autor por los sistemas lineales y su afán pedagógico quedan patentes también en las tablas incluidas al final del libro sistematizando por casos las condiciones de solubilidad.

> *Cap. III*. Un completo análisis de los sistemas de ecuaciones lineales simultáneas siempre me ha parecido un desiderátum en álgebra: el tema solo se toca en Baltzer; un intento más completo se encuentra en el Álgebra de Peacock, pero no he visto en ninguna parte algo como un análisis exhaustivo[9].

En el capítulo III introduce la notación de *V*-bloque (el de coeficientes de las variables) y *B*-bloque (añadiendo al anterior los términos independientes). En general, para un bloque determinado denotado *A*-bloque (en principio rectangular), $\|A\|$ denota el conjunto de los determinantes de sus menores principales (*A*-determinantes) y Dodgson usa las siguientes notaciones de contenido lógico:

$\|A\|=0$: todos los *A*-determinantes se anulan (el *A*-bloque es "evanescente")

$|A|=0$: algún *A*-determinante se anula

$\|A\|\neq 0$: algún *A*-determinante no se anula (*A*-bloque no evanescente)

$\|A\|\neq 0$: ningún *A*-determinante se anula

Además, $|A|$ denota el determinante del *A*-bloque cuando este es cuadrado. Con estas notaciones Dodgson aborda en una primera sección, empezando por la regla de Cramer (sin citar a este autor), condiciones sobre los *V*- y *B*-bloques para que un sistema sea consistente, y en una segunda sección enunciados de tipo recíproco: supuesta la consistencia del sistema, obtener condiciones verificadas por sus *V*- y *B*-bloques. Son 19 proposiciones en total, de las que en el capítulo IV extrae 4 tests (condiciones necesarias y suficientes) para la consistencia de las ecuaciones; por ejemplo, la última dice que el test de consistencia de un sistema cuadrado homogéneo es $\|V\|=0$. Las pruebas de los teoremas que propone están basadas en 4 "axiomas" dados al inicio del capítulo III. Los tres primeros se refieren a sistemas homogéneos:

I. El sistema tiene la solución nula

II. Si tiene una solución no nula tiene otra

III. Si tiene una solución no nula, sus "equimúltiplos" también son solución.

El axioma IV dice que si dos ecuaciones "idénticas" tienen *m* variables, *m*–1 de ellas pueden tomar valores arbitrarios.

En conjunto, Dodgson da un repertorio muy completo de condiciones particulares del teorema general demostrado en la década siguiente por Rouché y Fontené, pero sin abordar un enunciado general que englobe a todas ellas.

Además de estos dos capítulos básicos, en el apéndice I propone el análisis de sistemas concretos, generales primero y luego homogéneos, determinando: (1) La consistencia de las ecuaciones. (2) Su dependencia mutua. (3) Las variables a las cuales se pueden asignar simultáneamente valores arbitrarios. Como ejemplo considera el sistema

$$\begin{cases} u+v-2x+y-z-6=0 \\ 2u+2v-4x-y+z-9=0 \\ u+v-2x-5=0 \\ u-v+x+y-2z=0 \end{cases}$$

Primero verifica que el *V*-bloque de las dos primeras ecuaciones no es evanescente ($\|V\|\neq 0$): $\begin{vmatrix} 1 & 1 \\ 2 & 2 \end{vmatrix}=0$, $\begin{vmatrix} 1 & -2 \\ 2 & -4 \end{vmatrix}=0$, $\begin{vmatrix} 1 & 1 \\ 2 & -1 \end{vmatrix}\neq 0$. Luego opera igual con las tres primeras ecuaciones, encontrando que la tercera ecuación depende de las dos anteriores ($||V||=0$ en este caso):

[9] La afirmación anterior hace pensar que Dodgson se refiere a la primera edición de Baltzer, pues en la segunda el tema fue ampliado, y sorprende por su referencia a Peacock (1830), que no incorpora determinantes. Calificar como "más completo" el tratamiento que da Peacock a los sistemas lineales simultáneos, capítulo XVI de su libro, sólo se justifica en un sentido meramente pedagógico, pues la exposición es más detallada y con ejemplos, pero no más general.

$$\begin{vmatrix}1 & 1 & 1\\ 2 & -1 & 2\\ 1 & 0 & 1\end{vmatrix}=0,\quad \begin{vmatrix}1 & 1 & -2\\ 2 & -1 & 4\\ 1 & 0 & -2\end{vmatrix}=0,\quad \begin{vmatrix}1 & 1 & -1\\ 2 & -1 & 1\\ 1 & 0 & 0\end{vmatrix}=0,\quad \begin{vmatrix}1 & 1 & -6\\ 2 & -1 & -9\\ 1 & 0 & -5\end{vmatrix}=0$$

Omitiendo la tercera ecuación y repitiendo el proceso una vez más encuentra que las ecuaciones 1, 2 y 4, son consistentes e independientes y que es posible asignar valores arbitrarios a dos variables excepto al par (x,y), resultando entonces valores para las otras variables.

Finalmente, en el apéndice IV Dodgson aplica el método de condensación de determinantes para sistematizar el cálculo de las soluciones de un sistema numérico por la regla de Cramer. Uno de sus ejemplos es este sistema de orden tres:

$$\begin{cases}5x+2y-3z+3=0\\ 3x-y-2z+7=0\\ 2x+3y+z-12=0\end{cases}$$

El autor condensa su *B*-bloque rectangular por un método similar al antes visto para bloques cuadrados, obteniendo primero el bloque $\begin{matrix}-11 & -7 & -15\\ 11 & 5 & 17\end{matrix}$ y en el segundo paso el bloque $22 \quad -44$, que se ha de dividir elemento a elemento por el bloque central $-1 \quad -2$, resultando $-\mathbf{2} \quad \mathbf{2}$; entonces pone –22(–x)=22 por una regla de signos que asigna (–) a la primera de un número impar de variables. Calculada x=1, cabe obtener las otras variables de modo análogo, una a una, o bien, como prefiere Dodgson, sustituir el valor obtenido de x de modo que resulte un sistema de un orden menor que se resuelve por igual método.

Bibliografía

ABELES, F. (1986) “Determinants and linear systems: Charles L. Dodgson’s view”. *British J. Hist. Sci. 19*, 331-335.

ABELES, F. (2008) “Dodgson condensation: the historical and mathematical development of an experimental method”. *Linear Algebra Appl. 429*, 429-438.

ÁLVAREZ, Y. (2013) *Introducción del álgebra lineal en España y Colombia durante la segunda mitad del s. XIX y la primera del s. XX*. Tesis doctoral. Universidad de La Rioja.

DODGSON, Ch. L. (1866-67) “Condensation of Determinants, being a new and brief Method for computing their arithmetical values”. *Proceedings of the Royal Society of London*, 150-155.

DODGSON, Ch. L. (1867) *An elementary treatise on determinants with their application to simultaneous linear equations and algebraical geometry*. London, Macmillan & Co.

FONTENÉ, G. (1875) “Théorème pour la discussion d’un système de n équations du premier degré à n inconnues”. *Nouv. Ann. Math*. (2) 14, 481-487.

MUIR, T. (1960) *Theory of Determinants in the historical order of development*. Vol. III. New York, Dover.

ROUCHÉ, E. (1875) “Sur la discussion des équations du premier degré”. *C. R. Acad. Sci. 81*, 1050-1052.

VANDERMONDE, A.T. (1772) “Mémoire sur l’élimination”. *Mémoires de l’Académie Paris* II, 516-532.

WILSON, R. (2009) *Lewis Carroll en el país de los números. Su fantástica vida matemática*. Madrid, Turner.

BLANCO ABELLÁN, M. (coord.) (2014) *Enseñanza e Historia de las Ciencias y de las Técnicas: Orientación, Metodologías y Perspectivas.* Barcelona, SEHCYT, p. 365.

LA CONCEPCIÓN HISTÓRICA DE LA FOTOSÍNTESIS Y SU RELACIÓN CON LA ENSEÑANZA ACTUAL

Irene ANGOSTO SÁNCHEZ
Doctoranda del Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales de la UCM.
ireneangosto@gmail.com

Juan Gabriel MORCILLO ORTEGA
Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales de la UCM.

Resumen

Aunque, una vez más, parece haber una relación entre la evolución de los conocimientos científicos en los estudiantes y el desarrollo histórico de los mismos conceptos, en este caso parece que solo ocurre al principio del proceso de aprendizaje. Las primeras ideas de los estudiantes acerca de la nutrición vegetal son muy similares a las que tenían los primeros científicos o investigadores del campo. Estas concepciones se basaban en la mera observación del medio natural, en simples experiencias empíricas y el conocimiento popular, transmitido, muchas veces, de padres a hijos.

La historia necesitó unos 200 años para desentrañar las dos reacciones generales que relacionan la respiración y la fotosíntesis en términos químicos, desde que Van Helmont llevara a cabo los primeros experimentos empíricos en el s. XVII. Esta idea de procesos químicamente inversos, pudo mantenerse hasta mediados del s. XX donde se descubrió que las plantas, mediante la fotosíntesis, sintetizan también las otras moléculas orgánicas básicas, como los aminoácidos. Hoy en día, somos conscientes del papel clave de la fotosíntesis en el reciclado de la materia, pero, fuera de los círculos especialistas, el pensamiento general es que la fotosíntesis es un proceso de síntesis de carbohidratos exclusivamente.

Abstract

Although, once again, there seems to be a relation between the historic development of plant nutrition understanding and the learning evolution of these concepts in students, this parallelism is only clear at the beginning of the learning process. We can see that students' first ideas about plant nutrition (involving Respiration and Photosynthesis) are very similar to those the first scientists had. These conceptions were, and are, based on observation, simple empirical experiences and general knowledge, which is passed from father to son.

History needed about 200 years to develop the two general chemical equations for respiration and photosynthesis, since Van Helmont's first quantitative experiments in the XVII century. Since then, scientists have worked to decipher every reaction and element of the process.

Nowadays, we are aware of the enormous role photosynthesis plays in the recycling of the matter on our planet. However, outside scientific circles, the general belief is that photosynthesis is exclusively a carbohydrate-building process, whereas the truth is that it operates every organic molecule.

Palabras clave: Historia de la ciencia, errores conceptuales, nutrición vegetal.

Key words: History of science, misconceptions, plant nutrition.

Pertinencia del tema

Desde el principio de los tiempos, desde que el primer hombre dejó de ser recolector para ser agricultor, el tema de cómo crecen las plantas ha sido de gran interés para la humanidad [AZCÓN-BIETO, 2003]. Mucho antes de que aparecieran los primeros escritos sobre este tema, ya se tenía gran cantidad de experiencia agrícola que se había acumulado, sumada a la mera curiosidad y observación del ser humano. Hoy en día, sin embargo, la importancia que tiene este conocimiento traspasa todos los límites establecidos. Los conocimientos sobre la fisiología vegetal se han convertido en una necesidad para una sociedad en busca de una solución a la conservación del medio ambiente e interesada en el uso de las plantas en una ciencia puntera como puede ser la ingeniería genética. Por otro lado, en las aulas, su estudio está reflejado en los currículos de muchos países [KÖSE, 2008]. ¿Por qué? Porque es un ejemplo perfecto de enseñanza integral ya que integra un gran número de conceptos y relaciones para su comprensión y está relacionada con diversas materias, como la fisiología, ecología, química y física, entre otras. Sin embargo, a pesar de estar reconocido como un tema de gran importancia para los estudiantes, es también uno de los que encuentra mayores dificultades en su asimilación y comprensión dentro de la educación [HASLAM, 1987; CAÑAL, 1990; CAÑAL, 2005; ANGOSTO, 2013]. Arrastrando una cantidad enorme de errores conceptuales, ideas alternativas y preconceptos, que parecen, en muchas ocasiones, imposibles de erradicar [KÖSE, 2008].

Relación entre la historia y la enseñanza de la nutrición vegetal

Parece que el tema de la nutrición vegetal no escapa a la ya conocida relación entre el desarrollo histórico de la ciencia y la evolución del aprendizaje de los estudiantes [BRUSH, 1989]. Sin embargo, es cierto que, aunque la evolución del concepto de la nutrición vegetal en la enseñanza, así como de los procesos asociados de respiración y fotosíntesis, guarda cierto paralelismo con la historia [CAÑAL, 2005], sobre todo en las primeras fases, parece existir un distanciamiento según se profundiza académicamente en estos conceptos.

1. Primeros años

Es sencillo comprender que los inicios de ambos desarrollos (el histórico y el asociado al aprendizaje) son similares, ya que antes de comenzar a estudiar estos procesos, tanto un estudiante del siglo XXI como un investigador del siglo XVII, se basan en su propia observación y experiencia. Ejemplos de errores conceptuales encontrados al comienzo de las etapas educativas (antes de haber estudiado el proceso de la fotosíntesis, por ejemplo) sería que las plantas solo se alimentan de agua, al observar que las plantas crecen solo con regarlas, que se alimentan de los nutrientes orgánicos ya que es necesario abonarlas o la idea de que las plantas no respiran, ya que la respiración se asocia a los movimientos respiratorios de los cuales las plantas carecen [CAÑAL, 2005]. También es muy típica la visión antropomórfica de los procesos biológicos. Se tiende a solapar el modelo animal al vegetal llegando a conclusiones como que el suelo es el estómago de las plantas, que las raíces son la boca o que éstas comen tierra [CAÑAL, 1990; CAÑAL, 2005; KÖSE, 2008]. Por último existen ideas populares persistentes que pasan de padres a hijos y que a pesar de la formación científica no desaparecen. Un ejemplo sería la idea de que es peligroso dormir con plantas porque consumen el oxígeno por la noche [CAÑAL, 1990; CHARRIER y OBENAT, 2001; KÖSE, 2008].

2. Primeros estudios científicos

Aunque existan estas ideas con las que nuestros estudiantes llegan a las aulas en primaria y secundaria, es competencia de la educación corregirlas y dirigirlas hacia una concepción científica moderna. Sin embargo, lo que se observa es que durante el proceso de aprendizaje aparecen nuevos errores conceptuales recurrentes y persistentes, semejantes a las concepciones históricas que aparecieron con las primeras investigaciones. Estas ideas parecen estar relacionadas precisamente con la desestructuración de la enseñanza de la fotosíntesis [ANGOSTO, 2013]. Por ejemplo el error recurrente de que la fotosíntesis es la respiración de las plantas [MASKILL & CACHAPUZ, 1989; THOMAS & SILK, 1990; HAZEL & PROSSER, 1994; PROKOP & FANCOVICOVÁ, 2006; KÖSE, 2008], que la fotosíntesis introduce CO_2 y expulsa O_2 por el día mientras que por la noche funciona al revés [MASKILL & CACHAPUZ, 1989; PROKOP & FANCOVICOVÁ, 2006; KÖSE, 2008], que la fotosíntesis sirve para producir O_2 [PROKOP & FANCOVICOVÁ, 2006; KÖSE, 2008] o que las plantas fotosintetizan por el día y respiran por la noche [CAÑAL, 1990; EISEN y STAVY, 1993; CHARRIER y OBENAT, 2001; KÖSE, 2008], entre muchas otras.

3. Profundización científica

No podemos obviar que muchas de estas ideas sobrepasan la barrera de la formación universitaria y están presentes en los mismos profesores que ejercen el ejercicio docente en las aulas [CAÑAL, 2005; KÖSE, 2008]. El problema con la nutrición vegetal en las aulas parece estar relacionado con una malla compleja de factores [BATTINGER *et al*., 1988; CAÑAL, 1990] pero lo más desalentador parece ser lo lejos que estamos de solucionarlo cuando las raíces de estos errores son tan profundas que alcanzan los propios libros especializados en fisiología vegetal [ANGOSTO, 2013], que son los recursos que se consideran más fiables para la búsqueda de información. Es en esta fase cuando se observa un claro distanciamiento entre la evolución histórica y la que ocurre en los estudiantes. Veámoslo más despacio:

Historia del conocimiento sobre la nutrición vegetal

1. Primeros años

Mediante observaciones, Aristóteles dedujo (384-322 AC) que los vegetales tomaban los alimentos de la tierra y consideró a esta, un estómago gigante donde estaban los alimentos disponibles de forma predigerida [LOSADA, 1998; EPSTEIN, *et al*., 2004]. Tuvieron que pasar 2000 años para que alguien refutara de forma contundente la idea de Aristóteles. Fue Van Helmont (1580-1644) el que realizó los primeros experimentos cuantitativos sobre la nutrición vegetal con los que dedujo que las plantas se alimentaban exclusivamente de agua, a la que consideró el "elemento básico de la vida" [LOSADA, *et al*., 1998; LEDESMA, 2000; EPSTEIN, *et al.*, 2004; CAÑAL, 2005]. Aunque la conclusión fue equivocada, con estos experimentos fue pionero de esta nueva ciencia naciente. La idea de que una porción de tierra sirve de alimento surgió con los experimentos de John Woodward (1665-1728), que destacó la importancia del agua mineral, al comparar la diferencia de crecimiento vegetal con agua destilada [RUSSELL, 1988; EPSTEIN, *et al*., 2004]. Respecto a la respiración, las primeras concepciones eran que las plantas no respiran pues la respiración se asociaba a los movimientos respiratorios de los cuales las plantas carecen [CAÑAL, 2005].

2. Desarrollo científico

En 1727 Stephen Hales (1677-1761) publicó el primer libro de la historia en describir y discutir un número substancial de experimentos de fisiología vegetal [LEDESMA, 2000; EPSTEIN, *et al*., 2004; CAÑAL, 2005]. Observando la salida de agua como vapor, llega a pensar en la posibilidad de que la planta sea capaz de captar vapor o gases, respirando como los animales. Avanzando en esta idea, fue el primero en concluir experimentalmente que hay una porción de aire que contribuye a la nutrición vegetal, por lo que es conocido, junto a Van Helmont, como padre de la fisiología vegetal. Hales, como muchos otros en aquel momento, creía en la "Teoría del Flogisto", publicada por primera vez por Stahl, G. E. (1660-1734) en 1697 [CAÑAL, 2005]. Había nacido una nueva ciencia y un nuevo periodo en la historia del estudio de los procesos vegetales cuyo fin sería

la formulación teórica de los procesos de respiración y fotosíntesis en 1804. A partir de la teoría del flogisto, en 1771 Priestley (1733-1804) fue el primero en establecer que las plantas purifican el aire, al contrario que los animales, que lo vician [LOSADA, *et al*., 1998]. Cabe, por tanto, atribuirle a él la idea de que la respiración de los vegetales es de naturaleza inversa a la de los animales, idea que sigue causando muchos problemas hoy en día en las aulas como se ha dicho anteriormente. Impresionado por el descubrimiento de Priestley, Ingenhousz (1730-1799) realizó más de quinientos experimentos rigurosos [LOSADA, *et al*., 1998; LEDESMA, 2000] y concluyó que los tallos y las hojas verdes de las plantas poseen un gran poder de purificar el "aire malo", pero solo cuando están expuestas a la luz del sol y según la claridad del día [LOSADA, *et al*., 1998]. Demostró que las plantas obtienen todo su carbono a partir del gas carbónico de la atmósfera [CAÑAL, 2005]. Así afirma que solo las partes verdes producen el "agente purificador" y los tejidos no verdes, en cambio, contaminan el aire [EPSTEIN, *et al*., 2004, CAÑAL, 2005]. También añadió que las plantas contaminan el ambiente con "aire nocivo" tanto en la luz como en la oscuridad, pero cuando están iluminadas el desprendimiento de "aire depurado" excede a su consumo [LOSADA, *et al*., 1998; LEDESMA, 2000; EPSTEIN, *et al.*, 2004; CAÑAL, 2005]. A él le debemos la idea de que las plantas de interior, en la oscuridad, envenenan el aire y por ello las plantas y flores deben eliminarse de los dormitorios por las noches. Solo tres años más tarde, en 1782, Senebier (1742-1809), hizo notar que el "aire fijado" es el nutriente que las plantas utilizan para la formación de sustancias carbonadas [LOSADA, *et al*., 1998; LEDESMA, 2000; CAÑAL, 2005]. Por supuesto, al igual que sus predecesores, no utilizó los términos "oxígeno" y "dióxido de carbono" sino "aire desflogisticado" y "aire fijado", manteniendo así viva la teoría del flogisto durante los últimos años [EPSTEIN, *et al*., 2004]. En la década de 1780 serían los estudios de Lavoisier los que aclararían definitivamente la química y la energética de la respiración y su semejanza con la calcinación y la combustión. La ecuación de la respiración quedó pues claramente definida por Lavoisier, aún antes de que Dalton hubiese formulado su teoría atómica y de que Berzelius hubiera asignado símbolos a los elementos [LOSADA, *et al*., 1998]. El reconocimiento de la composición del anhídrido carbónico y del agua, así como de que las sustancias orgánicas (azúcar, alcohol, aceite, cera) se componen de carbono, hidrógeno y oxígeno, permitió a Lavoisier establecer su análisis elemental, quemándolas y pesando los sustratos y los productos de la combustión, demostrando en 1871 que el conocido "aire desflogisticado" que liberan las plantas es oxígeno y que el "aire fijo" está formado de carbono y oxígeno [LEDESMA, 2000]. Este paso fue fundamental para el avance en la comprensión de los procesos metabólicos fundamentales. Y finalmente, en 1804, tras realizar rigurosas medidas cuantitativas, el químico De Saussure (1767-1845) encontraría el cuarto y último ingrediente de la química de la fotosíntesis: el agua; cuya participación en el proceso había quedado enmascarada por el interés que recibió durante años el estudio del papel del CO_2, y corroborando así, en cierto modo, los experimentos originales de Van Helmont que, dos siglos antes, le habían llevado a concluir que el agua era el elemento clave de este proceso [LOSADA, *et al*., 1998; LEDESMA, 2000; EPSTEIN, *et al.*, 2004; CAÑAL, 2005]. Sin embargo, De Saussure enfatizó que el oxígeno desprendido por las plantas procedía del CO_2 y no del H_2O, relegando al agua a un papel relativamente secundario del proceso [LOSADA, *et al.*, 1998]. Con todas estas ecuaciones quedaba aparentemente explicado en términos químicos globales, aunque no energético ni bioquímicos, el ciclo de la fotosíntesis-respiración que cierran las plantas y los animales. Por lo que, en esencia, el proceso fotosintético sería el proceso inverso a la respiración. Esta idea, aunque pueda parecer útil y sencilla de comprender es una de las más dañinas a la hora de comprender estos procesos para los estudiantes.

3. Profundización científica

En el s. XIX hubo una explosión de la experimentación científica y se abrieron varias y nuevas ramas de investigación que impulsaron el conocimiento sobre la nutrición vegetal como el estudio de los pigmentos y orgánulos fotosintéticos, la bioenergética de la luz, enzimología y bioquímica. Las reacciones y moléculas relacionadas con la fotosíntesis fueron poco a poco descritas y comprendidas, siempre bajo la concepción de la fotosíntesis como el proceso de síntesis de azúcares a partir de la asimilación del CO_2. Pero ya Calvin (1911-1997), en sus trabajos destinados a elucidar la ruta de asimilación fotosintética del carbono en la década de 1950, obtuvo la síntesis de otras moléculas. Durante las décadas de 1960 y 1970, las investigaciones del grupo de Losada esclarecieron la ruta fundamental de reducción del nitrógeno nítrico a amoniaco en la fotosíntesis

[LOSADA, *et al.*, 1998]. A partir de este momento se relaciona la fotosíntesis con la síntesis del resto de biomoléculas más representativas y abundantes de la materia viva [LOSADA, *et al*., 1998]. Sin embargo, aún hoy en día, cuesta encontrar algún libro de fisiología vegetal que no trate la ruta del carbono como exclusiva del proceso [ANGOSTO, 2013].

Conclusiones

Aunque pueda observarse un cierto paralelismo entre el desarrollo histórico de los conceptos relacionados con la nutrición vegetal y la enseñanza de los mismos, se produce una ruptura cuando se descubre que mediante la fotosíntesis, las plantas sintetizan todas las biomoléculas esenciales, reduciendo los sustratos inorgánicos de los que se alimentan. A pesar de descubrirse en los años 50, aún hoy en día, la asimilación de nutrientes inorgánicos como los nitratos y sulfatos aparecen en los libros poco o nada relacionados con la fotosíntesis y los profesores, en general, desconocen este hecho. Es, sin duda, el momento de poner punto y final a esta desestructuración sin sentido del proceso fotosintético. Es hora de romper con esta concepción atrofiada de la fotosíntesis y obligar a la enseñanza a avanzar hacia una concepción que ya se tenía hace más de medio siglo.

Bibliografía

ANGOSTO, I. (2013) "Fotosíntesis en los manuales universitarios de fisiología vegetal". En: M. González Montero de Espinosa, A. Baratas Díaz y A. Brandi Fernández (eds.) *Jornadas sobre Investigación y Didáctica en ESO y Bachillerato. Estrategias docentes y estrategias de innovación educativa para la enseñanza de la Biología, la Geología, la Física y la Química.* "Actas del II Congreso de docentes de ciencias de la naturaleza" Madrid, Santillana, 255-263.

AZCÓN-BIETO, J. y TALÓN, M. (2003) *Fundamentos de Fisiología vegetal*. Madrid. Ed. McGraw-Hill Interamericana. Edicions Universitat de Barcelona.

BATTINGER, R., TRAMOY, M., CAENS, S. y MILLOT, J. (1988) *"Nutrition de la plante, en les répresentations des élèves en Biologie".* Dijon, INRAP-ENSSAA-Lycees Agricoles.

BRUSH, S. (1989) *"History of science and science education"*. Interchange 20(2), 60-70.

CAÑAL, P. (1990) *La enseñanza en el campo conceptual de la nutrición de las plantas verdes. Un estudio didáctico en la Educación Básica*. Tesis doctoral. Universidad de Sevilla.

CAÑAL, P. (2005) *La nutrición de las plantas: enseñanza y aprendizaje*. Madrid, Síntesis.

CHARRIER MELILLÁN, M. y OBENAT, S. (2001) "Estudio de las concepciones de futuros maestros y profesores argentinos acerca de la fotosíntesis y la respiración". *Enseñanza de las Ciencias 2*, 282.

EISEN, Y. & STAVY, R. (1993) "How to make the learning of photosynthesis more relevant". *International Journal of Science Education, 15(2)*, 117-125.

EPSTEIN, E. & BLOOM, A. J. (2004) *Mineral Nutrition of Plants: Principles and Perspectives*. 2nd Edition, Sunderland, Sinauer Associates, Inc. Publishers.

HASLAM, F. & TREAGUST, D.F. (1987) "Diagnosing secondary students' misconceptions of photosynthesis and respiration in plants using a two-tier multiple-choice instrument". *J. Biol. Edu.,21(3)*, 203-211.

HAZEL, E. & PROSSER, M. (1994) "First-year university students' understanding of photosynthesis, their study strategies and learning context". *The American Biology Teacher, 56(5)*, 274-279.

KÖSE, S. (2008) "Diagnosing Student Misconceptions: Using Drawings as a Research Method". *World Applied Sciences Journal 3(2)*, 283-293.

LEDESMA MATEOS, I. (2000) *Historia de la biología.* México. A.G.T. Editor, S.A.

LOSADA VILLASANTE, M.; VARGAS, M. A.; DE LA ROSA, M. A. y FLORENCIO, F. J. (1998) *Los Elementos y Moléculas de la vida: introducción a la Química Biológica y Biología Molecular.* Madrid, Editorial Rueda, 2 vols.

MASKILL, R. & CACHAPUZ, A.F.C. (1989) "Learning about the chemistry topic of equilibrium: The use of word association tests to detect developing conceptualizations". *Intl. J. Sci. Edu. 11(1)*, 57-69.

PROKOP, P. & FANCOVICOVÁ, J. (2006) "Students' ideas about the human body: Do they really draw what they know?" *J. Baltic Sci. Edu. 2(10)*, 86-95.

RUSSELL, E. j. & WILD, A. (1988) *Russell's Soil Conditions and Plant Growth*. 11th edition, Essex, Wild, A., ed. Longman Scientific & Technical, Burnt Mill, Harlow, copublished New York, John Wiley & Sons.

THOMAS, G.V. & SILK, A.M.J. (1990) *An introduction to the psychology of children's drawings*. Hemel Hempstead, Harvester Wheat Sheaf.

BLANCO ABELLÁN, M. (coord.) (2014) *Enseñanza e Historia de las Ciencias y de las Técnicas: Orientación, Metodologías y Perspectivas.* Barcelona, SEHCYT, p. 371.

DE RUTA POR LA CIENCIA EN BARCELONA: ENSEÑAR HISTORIA DE LA CIENCIA MEDIANTE ITINERARIOS POR LA CIUDAD

Miquel CARANDELL BARUZZI
Centre d'Història de la Ciència (CEHIC) de la Universitat Autònoma de Barcelona

Resumen

Este proyecto utiliza salidas culturales por la ciudad de Barcelona para enseñar historia de la ciencia a alumnos de diferentes edades. Mediante estas rutas, los alumnos experimentan los sitios donde se elaboró, practicó, enseñó o difundió ciencia. Conocer la Reial Acadèmia de les Ciències y les Arts, visitar el Teatro Anatómico o ver el submarino de Monturiol, permitirá a los alumnos, no sólo aprender sobre la historia de la ciudad, sino que también los introducirá en cuestiones generales sobre Historia de la Ciencia, la Técnica y la Medicina como los diferentes significados de la salud, la importancia del contexto, la perspectiva de género o la ciencia popular. Este trabajo quiere hacer llegar esta propuesta a alumnos de primaria, secundaria y bachillerato, adaptando el material didáctico a cada nivel. De esta manera, se pretende que el alumno se acerque a la ciencia y a la historia de la ciencia de una forma más crítica y analítica, que tenga en cuenta el contexto en que se desarrollan los conocimientos científicos y que, incluso, permita debatir algunas de las cuestiones éticas y filosóficas que suscita la práctica científica.

Abstract

This project uses cultural tours around Barcelona to teach history of science to students of different ages. Along these routes, students see in situ *where science was developed, taught or popularized. Learning about Barcelona's Royal Academy of Sciences and Arts, visiting the Anatomical Theatre or finding out about Monturiol's submarine will allow students not only to learn about history of the city, but also about general issues in history of science, technology and medicine like the different meanings of health or the importance of context, gender or popular science. This proposal aims to reach primary, secondary and high school students, adapting the pedagogical material to each level. Thus, this project wants students to think about science and history of science in a more critical, and analytical way, taking into account the context in which scientific knowledge is developed and it even allows students to discuss some of the ethical and philosophical issues raised by scientific practice.*

Palabras clave: Itinerarios culturales, Barcelona, historia de la ciencia.

Keywords: Cultural tours, Barcelona, History of Science.

Introducción

En este trabajo se pretende presentar un proyecto que tiene como objetivo utilizar diferentes itinerarios por la ciudad de Barcelona para incentivar la atracción hacia la historia de la ciencia en alumnos de todas las edades. A la vez, estos itinerarios quieren estar diseñados de manera que los estudiantes adquieran conocimientos tanto científicos como históricos relacionados con los diversos puntos de la ciudad que visiten. La intención es que estas salidas no se queden en una serie de datos que el alumno no asume y olvida en poco tiempo, sino que permitan experimentar in situ donde se elaboró, practicó, enseñó o difundió ciencia, tecnología y medicina. Se quiere promover el espíritu crítico entre los escolares en relación a situaciones históricas de la ciencia y, en consecuencia, también hacia debates éticos de plena actualidad.

Habitualmente, las salidas escolares de asignaturas de ciencia y tecnología están orientadas a la visita de museos de ciencia o tecnología o espacios naturales, en el caso de las ciencias naturales. Por otra parte, las visitas culturales por ciudades como Barcelona normalmente se organizan desde las asignaturas de historia o ciencias sociales y se enfrentan a aspectos que tienen relación con la historia general de la ciudad, tratando, por ejemplo, la Barcelona romana, la Barcelona medieval y la Guerra Civil Española en Barcelona, en un solo itinerario y visitando habitualmente los espacios más céntricos del barrio de Ciutat Vella en Barcelona. Este tipo de salida, a pesar de dar conocimientos generales de la historia de la ciudad, le falta a menudo un hilo conductor, más allá de la propia ciudad, que permita captar la atención del alumno.

Por un lado, se quieren llevar las asignaturas científicas a la ciudad, ya sean las ciencias naturales como las físicas o la tecnología. Por el otro, se pretende atraer al estudiante hacia la historia de la ciencia. Estos recorridos permitirán conocer rincones menos transitados de Barcelona y barrios que habitualmente no son tan visitados. Estos rincones son a menudo cruciales para entender cómo la ciencia y la tecnología han llegado a ser esenciales en la vida contemporánea. Cuando el itinerario nos lleve a espacios más conocidos, la aproximación que propone este proyecto, hará que los alumnos no los vean como habitualmente lo han hecho, sino que los vean con otros ojos, los de la historia de la ciencia.

Objetivos

Este proyecto de rutas científico-históricas por Barcelona puede ayudar al alumno en distintas direcciones.

En primer lugar, una vuelta por la historia de la ciencia, la medicina y la tecnología en Barcelona provoca que el alumno piense en determinados temas de una forma más abierta en el sentido disciplinar. Los conocimientos no se tratarán como encerrados en un espacio llamado Ciencias Naturales, Ciencias Sociales, Biología o Historia, sino que se utilizan recursos de todas estas ramas del conocimiento para mostrar al estudiante la interacción histórica y creación de las diferentes disciplinas científicas, el estrecho vínculo entre éstas y el medio social y su desarrollo histórico. Incentivar la interdisciplinariedad es una de las grandes ventajas que estas salidas pueden aportar a una educación que cada vez busca más estos puntos de contacto entre las diferentes asignaturas.

En segundo lugar, este proyecto propone enseñar al alumno a aproximarse a la historia y a la ciencia, y en consecuencia, a la historia de la ciencia, de una forma crítica y más problematizada. Se pretende explicar la ciencia no como una larga lista de héroes científicos y sus grandes ideas y avances tecnológicos, sino realizando un análisis profundo que explique de forma más compleja la generación y circulación del conocimiento. Se enseñará al alumno como, por ejemplo, las actuales aproximaciones historiográficas permiten sacar a la luz el papel que tuvieron en la ciencia "actores" hasta ahora escondidos, como las mujeres, los trabajadores "de segunda" o el público que ha "consumido" ciencia a lo largo de la historia.

Veremos como cirujanos-barberos ninguneados por los médicos académicos o comadronas olvidadas, pueden atraer mucho más la atención de un público juvenil que, a su vez, llega a comprender que la ciencia no es cosa de unos pocos cerebros privilegiados. También se intentará proporcionar al estudiante herramientas

que le permitan identificar otros problemas de la historia contada de forma tradicional, como la falta de sensibilidad hacia el punto de vista local o la importancia del contexto político y económico.

En tercer lugar, la historia de la ciencia puede llevar a hablar de algunos de las cuestiones filosóficas y éticas que conlleva la práctica científica. Mediante un ejemplo histórico se quiere que el alumno reflexione sobre estos dilemas éticos de la ciencia, como, por ejemplo, el cultivo de células madre, propiciando así el debate entre los estudiantes. Este tipo de planteamientos, además, permiten acercar una historia, a menudo vista como muy lejana, a cuestiones que están de plena actualidad o que, incluso, pueden afectar o estar relacionadas con la cotidianidad del escolar. Así, a pesar de tratarse temas alejados en el espacio temporal, que pueden no interesar a los jóvenes, hacemos que estos conceptos sean más atractivos atándolos a ideas que tienen más próximas.

Finalmente, mediante estas salidas los alumnos podrán profundizar conocimientos científicos tratados anteriormente en el aula. La ruta no es especialmente provechosa para explicar nuevos conceptos científicos a los estudiantes pero si que puede ser muy útil para repasar conceptos ya tratados en un espacio diferente y bajo un visión diferente, en la que no se explicará tanto el conocimiento, sino que se profundizará en cómo fue generado, en cómo llegó a la ciudad de Barcelona o qué utilidad práctica ha tenido durante la historia de la ciudad.

Estas salidas buscan cumplir cuatro objetivos básicos: proporcionar al alumno una historia y una ciencia más problematizadas y menos acríticas, incentivar que éste vea la práctica científica como una práctica que se extiende más allá de una determinada disciplina, plantearle cuestiones y debates aún abiertos alrededor de la ciencia y, por último, repasar conocimientos científicos ya adquiridos.

Realización

Empezaremos esta sección con un ejemplo de salida de historia de la ciencia, que podría llamarse “500 años de Sanidad en el Raval”, que pueda servir para mostrar de qué forma se pueden realizar estas rutas y qué temas que se pueden tratar y de qué manera.

El Raval barcelonés ha acogido, casi des de su formación como una vecindad en la parte exterior de la primera muralla medieval de Barcelona, varias instituciones que, con una mirada actual, podríamos llamar sanitarias. En 1401, poco después de la construcción de la segunda muralla medieval de la ciudad, que dibujaba la actual forma del Raval, se decidió crear en este barrio, no muy poblado en aquel momento, el Hospital de la Santa Creu, el primer Hospital General de la ciudad que reunía, en un solo complejo, hasta seis pequeños hospitales que hasta ese momento estaban repartidos por la ciudad.[1]

Desde entonces, el Raval ha sido testigo directo de los cambios en las concepciones de salud y enfermedad y de la forma en que los sectores más desfavorecidos de la ciudad han vivido en ella, siendo entonces el lugar ideal de la ciudad de Barcelona para desarrollar este itinerario. El recorrido mostraría cómo en la edad media, estos centros hospitalarios estaban muy relacionados con la caridad cristiana. Los antiguos hospitales medievales acogían más a pobres que no tenían dónde dormir o posibilidad de alimentarse que a lo que hoy conocemos como un enfermo.[2] Así, el Raval ha sido uno de los barrio que ha acogido a las clases más desfavorecidas de la sociedad, desde esta época medieval, pasando por el desarrollo industrial durante el siglo XIX, hasta la actualidad. Los alumnos podrán ver cómo caridad y sanidad han ido de la mano durante más de cinco siglos de historia del barrio.

Los médicos también han cambiado notablemente sus características. Los médicos medievales recibían un aprendizaje teórico basado en los principios galénicos, en el ejercicio de la práctica médica no en contacto físico con el paciente, función que dejaban para los cirujanos, una profesión menos valorada socialmente y que

[1] Se ha escrito mucho sobre la historia del Hospital de Santa Creu. Un buen inicio para la creación del Hospital puede ser CASTEJÓN [2007].
[2] Para apreciar estos cambios en relación a Barcelona, véase ARRIZABALAGA. [2006].

se heredaba de maestro a aprendiz [MARTÍNEZ y PARDO, 1996]. El Raval también ha presenciado el desarrollo de la medicina universitaria, des de los "Estudis Generals", situados en la parte superior de la Rambla, hasta la Facultad de Medicina que estaba situada en parte del Hospital de Santa Creu.[3]

Así, en una sola salida, se pueden abordar tanto conocimientos históricos generales, la ciudad medieval o el desarrollo industrial del siglo XIX, cómo de historia de la ciencia, el desarrollo de enfermedades como la tuberculosis o las prácticas medicas antiguas. A la vez, esta salida plantea cuestiones desde diferentes asignaturas, así los alumnos pueden utilizar sus conocimientos, a asimilar nuevos, tanto de historia, como de ciencias sociales o de biología. Finalmente, en esta salida se pueden plantear asuntos procedentes de la más reciente historiografía y sociología de la medicina, como, por ejemplo, la idea de Bruno Latour de si se puede plantear que una persona muriera de tuberculosis antes que Koch descubriera el bacilo que provoca dicha enfermedad y por tanto la definiera como tal, o bien plantearse si esta manera de tratar las enfermedades caen en el anacronismo [LATOUR, 2000].

El Raval también nos puede ofrecer un ejemplo de cómo estas salidas basadas en puntos de historia de la ciencia o la medicina pueden plantear un debate ético o filosófico entre los estudiantes. Así, en el Raval se encuentra la casa en que vivió, durante su estancia en Barcelona, el primer Premio Nobel de Medicina español, Santiago Ramón y Cajal. Después de introducir a los alumnos la figura de Cajal y su teoría de la neurona, que conllevó la consecución del Nobel, se puede pasar a explicar cómo, en sus investigaciones realizadas en Barcelona, Cajal utilizaba modelos animales que analizaba bajo el microscopio [DUFORT I COLL, 2007]. De esta manera, se introduce la conveniencia de los modelos animales para la investigación, la tensión que surge entre la utilidad científica de estos experimentos y el debate ético que produce el hecho de utilizar animales.

Más allá de este ejemplo, las rutas por la historia de la ciencia en la ciudad de Barcelona deberán ir adaptadas según el nivel de los alumnos que participen. Este tipo de salida se podría realizar desde ciclo superior de primaria hasta segundo de Bachillerato, incluyendo incluso, itinerarios específicos para estudiantes universitarios de grados como Biología, Química, Medicina, estudiantes de las diferentes Ingenierías y finalmente, también estudiantes de Historia, Filosofía o Sociología.

Además de esta gran variabilidad en cuanto a los potenciales alumnos, las salidas también pueden presentar una gran adaptabilidad y versatilidad con respecto al contenido a tratar. Se pueden modificar según las necesidades y enfoque que los profesores quieran dar a la actividad y también según los temas que anteriormente hayan trabajado en el aula. Pueden estar centradas en una temática o disciplina concreta, o incluso, en un aspecto de una disciplina, o bien pueden suponer recorridos generales para la historia de la ciencia, la medicina y la tecnología.

Además, se diseñan rutas que tratan la historia de la ciencia en general en Ciutat Vella, en Gràcia o el Eixample, con un contenido de base similar pero también con ciertos contenidos propios y particularidades de cada zona.

En cuanto a las salidas temáticas, podemos encontrar una gran variedad, desde el ya expuesto tratamiento de la sanidad en el Raval a la historia y profesionalización de la historia natural en Barcelona, la vida industrial y obrera de diferentes zonas como el barrio de Sant Pere, Sant Andreu o Sant Martí. Finalmente, también se pueden realizar rutas temáticas relacionadas con acontecimientos concretos o procesos generales de la ciudad como, por ejemplo, el papel de la ciencia y la tecnología durante la Exposición Universal de 1888, el Rec Comtal, su construcción y sus usos históricos o un itinerario para conocer cómo se fue "electrificando" la ciudad de Barcelona a finales del siglo XIX y principios del XX.

La intención de este proyecto es que los estudiantes traten los diferentes contenidos que verán en la salida previamente en clase con el profesor. Durante la visita estos contenidos se desarrollarán y se experimentarán gracias a la visita del lugar físico. Durante o después de las visitas, los alumnos también llenarán un dossier con actividades y problemas relacionados con los temas tratados que les permitirá finalmente hacer

[3] Ver, por ejemplo, MARTÍNEZ, A. y PARDO, T. [2006].

una reflexión crítica sobre lo que han visto durante la salida y por lo tanto, realizar un ejercicio de recopilación y asimilación de los conceptos y historias tratadas.

Conclusiones

Barcelona es una ciudad con mucha historia y, por tanto, con mucha historia de la ciencia, la medicina y la tecnología. Las actividades que he planteado en este breve artículo, presentan pues muchas posibilidades. Los ejemplos son infinitos. El potencial de estas salidas para explicar historia de la ciencia sin olvidar el contexto social, político y económico es enorme. Además, el hecho de experimentar el lugar físico donde se ha generado, divulgado, aprendido, comunicado, vendido o aplicado ciencia, medicina o tecnología, permite que los alumnos absorban los conocimientos con mayor facilidadc on un espíritu crítico más elevado. Se presenta pues, una historia y una ciencia donde no todo son blancos y negros sino que hay muchos matices que permiten una reflexión más profunda sobre lo que significa la creación de conocimiento científico.

Además, como ya he indicado, estos itinerarios permiten sacar a la luz debates éticos y filosóficos que rodean a la ciencia y que, mediante ejemplos históricos, aparecen ante el alumno de una forma interesante y atractiva. También cabe destacar la potencialidad de estos ejemplos históricos para reforzar y consolidar conocimientos científicos que el alumno ya llevaba aprendidos en el aula.

En definitiva, la realización de estas rutas suponen, no sólo una actividad entretenida para el alumno, que sale del aula y conoce aspectos curiosos de la práctica científica y de la ciudad, sino que la acercan a una concepción de la ciencia mucho más abierta a diferentes aportaciones, y sobre todo, más reflexiva y crítica.

Bibliografía

ARRIZABALAGA, J. (2006) “Hospitals, Història i Medicina: L’Hospital de Santa Creu de Barcelona”. En: Batlló, J., Ferran, J., y Piqueras, M. (eds.) *Actes de la VIII Trobada de la Societat Catalana d’Història de la Ciència i la Tècnica*. Barcelona, 203-210

CASTEJÓN, N. (2007) *Aproximació a l’estudi de l’Hospital de la Santa Creu de Barcelona*. Fundació Noguera, Barcelona

DUFORT I COLL, M. (2007) “La Etapa Barcelonesa de Santiago Ramón y Cajal” *Quark* 39-40, 66-74. Ver también LÓPEZ PIÑERO, J.M. (2006): *Santiago Ramón y Cajal*. Publ. Universitat de València y Universidad de Granada

LATOUR, B. (2000) “On the partial existence of nonexisting objects”. En: Daston, L. (ed.) *Biographies of scientific objects*, Chicago University Press, 247-269

MARTÍNEZ, A. y PARDO, J. (1996) “El primitivo teatro anatómico de Barcelona”. *Medicina y Historia*, 65, tercera época

MARTÍNEZ, A. y PARDO, T. (2006) “La Medicina Universitària a Barcelona”. En: Batlló, J., Ferran, J., y Piqueras, M. (eds.) *Actes de la VIII Trobada de la Societat Catalana d’Història de la Ciència i la Tècnica*. Barcelona, 179-186

BLANCO ABELLÁN, M. (coord.) (2014) *Enseñanza e Historia de las Ciencias y de las Técnicas: Orientación, Metodologías y Perspectivas.* Barcelona, SEHCYT, p. 377.

MATEMORFOSIS, TRANSFORMA EL PENSAMIENTO

Alejandro R. GARCIADIEGO
Departamento de Matemáticas, 016; Facultad de Ciencias; Ciudad Universitaria, UNAM
04510 México, D. F.; México
gardan@unam.mx

Resumen

En gran medida, el universo de los maestros de matemáticas pre-universitarias los podemos dividir en dos grandes grupos: aquellos que son capaces de manipular técnicamente el material; y, aquellos que no lo son. Pero, ambos conjuntos comparten un casi total desconocimiento de una cultura que explica el por qué, dónde, cuándo, por quién y cómo han evolucionado las ideas matemáticas. En consecuencia, es lógico suponer que nos dirigimos a una audiencia que es prácticamente analfabeta desde el punto de vista de la civilización matemática; además de que, como ya se señaló, un grupo, tal vez el mayoritario, no domina las técnicas, ni siquiera las más elementales. El propósito de esta ponencia es discutir las generalidades de una edición periódica titulada Matemorfosis*. Las metas de la publicación son: a corto plazo, proporcionar un análisis de los conceptos elementales que le permita al usuario comprenderlos desde varios puntos de vista; a mediano plazo, el objetivo es permear al lector con un panorama de la riqueza, profundidad y universalidad del conocimiento matemático. A largo plazo, el usuario deberá adquirir una sólida y vasta comprensión de la materia; al menos, hasta el nivel señalado con anterioridad. La meta última es aprehender, y no únicamente manipular. El contenido no deberá reflejar una presentación matemática tradicional, la que normalmente incluye, entre otras características: el uso de definiciones abstractas; la convención de aceptar axiomas y/o postulados sin mediar discusión alguna; una familiaridad presupuesta con un lenguaje simbólico adicional, que permite expresar ecuaciones; explicaciones parciales que el lector deberá completar por sí mismo; y, más importante aún, un examen inevitable que demanda la correcta resolución de ejercicios para evaluar si el usuario maneja el material. En breve, la revista debe presentarse como la antítesis de cualquier libro de texto matemático. Complementario al objetivo, el lector también desarrollará y pulirá herramientas para la correcta escritura y lectura.*

Abstract

To a great extent, the universe of the pre-universitary teachers of mathematics might be divided into two large groups: those who are capable of technically manipulating the material; and, those who are not. But both collectivities share an almost total ignorance of a culture that explains why, where, when and how mathematical ideas have evolved. As a consequence, it is logical to suppose that we are addressing a practical illiterate audience from the point of view of a mathematical civilization; besides that, as it has already pointed out, a group, perhaps the largest, does not have a good grasp of the techniques, not even of the most basic. "The purpose of this [presentation] is to [discuss] the [contents] of a new magazine entitled Mathemorphosis*. [The*

*aims of this publication are: on a short run, to provide an analysis of the elementary concepts that would allow the reader to understand them from different points of view; at an intermediate level,] this publication aims to permeate an individual, in particular, any teacher of pre-universitary level, with an overview of the richness, deepness and universality of mathematical knowledge. In the long run, the reader should acquire a solid and profound comprehension of the subject; al least, until that level. The ultimate goal is to apprehend, not just manipulate. […]. The contents should not reflect a traditional mathematical presentation which usually includes, among other characteristics: the usage of abstract definitions; the convention of accepting axioms and/or postulates without any discussion [or explanation]; a presupposed familiarity with an additional symbolic language, that allows us to express equations; partial explanations that the user must complete by himself; and, most important, an unavoidable examination demanding the correct resolution of computational exercises to evaluate if the reader grasps the material. In brief, the magazine should be presented as the antithesis of almost any mathematical textbook. [Complementary to our task, the reader will also develop and refine reading and writing skills]." [*Abstracts American Mathematical Society, Vol. 34 No 1. Issue 171 *(Winter 2013), 529. (Abstract No. 1086-VR-97].*

Palabras clave: Matemáticas, historia, enseñanza.

Key words: Mathematics, history, education.

Esta propuesta contribuye de una manera significativa y altamente novedosa en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. La filosofía implícita y subliminal del proyecto es presentar una alternativa real y completamente diferente para todos aquellos individuos que, por diferentes motivos, han experimentado dificultades en la manipulación y operación de los diversos conceptos matemáticos. Por tratarse de una materia lineal y acumulativa, las consecuencias negativas de esta falta de comprensión se retroalimentan de manera, aparentemente, cíclica e irremediable. Los pedagogos y administradores reconocen el fracaso, casi absoluto, de los procesos de enseñanza, aprendizaje y transmisión de esta disciplina. Sin embargo, la propia historia de las matemáticas muestra que, las diferentes aportaciones que se han realizado en los fallidos intentos por mejorar y simplificar la enseñanza de las matemáticas, se limitan a cambios de énfasis y presentación. Por ejemplo, existen casas editoriales que han concebido la introducción de diversos colores de tintas en la impresión del material didáctico como una verdadera aportación a la disciplina. La gran mayoría de los editores de libros de texto ni siquiera han intentado un estudio serio para tratar de identificar primero cuáles son algunas de las causas de las dificultades. Incluso cuando se han propuesto aparentes revoluciones, como cuando se introdujo la teoría de conjuntos en los niveles elementales, éstas también han fracasado. Todas estas innovaciones no cesan en enseñar matemáticas técnicas *per se*; sin percatarse que la mayoría de los estudiantes tendrían otra actitud y disposición, si primero se discutiera qué es lo que se pretende enseñar y cuál es su objetivo, es decir, explicarles con detalle, hacia dónde van y por qué van en esa dirección. Así como el día de hoy, algunos académicos insisten que, como los estudiantes más jóvenes tienes más desarrollado su sentido espacial, entonces a éstos se les debería enseñar primero geometría que aritmética, de manera análoga, nosotros insistimos que estos mismos estudiantes deben estar sensibilizados a comprender las matemáticas desde otro punto de vista.

Matemorfosis introduce enfoques y metodologías radicalmente divergentes. Por ejemplo, si el estudiante de matemáticas tradicional ha sido incapaz de comprender técnicamente las funciones trigonométricas, se le debe mostrar, primero, cómo surgió la necesidad de concebir dichos conceptos. Es decir, se le debe explicar, de acuerdo a su nivel de comprensión, cuáles eran algunos de los problemas, obviamente relacionados con estas nociones, a los que se enfrentaba el hombre con anterioridad y cómo los resolvió. Es incluso posible que el estudiante obtenga un mayor provecho después de conocer el origen y significado de algunos de estos vocablos (*e.g.*, tangente, coseno y cotangente, entre muchos otros) y de los propios hombres que contribuyeron a su creación. Parte medular de esta alternativa consiste en ofrecer al interesado la oportunidad de asomarse, por

vez primera e introductoria, a las matemáticas a través de su lado humanístico y no técnico, el cual es, en última instancia, inevitable. De esta manera, se sugiere la opción de conocer un mundo desconocido de la matemática —su historia, filosofía, implicaciones en el mundo de las artes y de las ciencias sociales, entre otras— que, a largo plazo y de manera subliminal, debe erradicar sus miedos y desconfianza. Y, aún, en el peor de los casos, si esta última meta no se lograra, el lector, de cualquier manera, habría adquirido un conocimiento que le permitiría juzgar las matemáticas desde otro punto de vista y superar ciertos obstáculos epistemológicos.

Independientemente del conocimiento técnico por adquirir, es necesario que el alumno comprenda que las matemáticas son parte de la historia cultural y que han sido seres humanos quienes han desarrollo esta disciplina, incluyendo sus operaciones, definiciones y conceptos. Esta evolución tiene una explicación y justificación que nos ayuda a comprender y asimilar los aspectos técnicos de la disciplina.

Como parte de este nuevo enfoque, los involucrados en este proyecto visualizan la edición de *Matemorfosis*. No se sugiere la producción de una publicación periódica más que, por sí misma, aspire a subsanar las enormes deficiencias del sistema educativo actual. No se trata de otra edición más de educación. Esta revista no pretende, únicamente, enseñar matemáticas. Incluso, tampoco se trata de una obra que solamente procure difundir o divulgar esta disciplina. Este enfoque sugeriría, de manera incluso explícita, que estamos abocados exclusivamente a la enseñanza de las matemáticas. Y este, no es el caso. El propósito es más rico, trascendente y tenaz: que el lector adquiera una cultura matemática que le permita analizar cualquier idea, método o proceso desde variados puntos de vista.

Además de discutir variadas maneras de trasmitir la herramienta matemática básica dentro de los diferentes niveles de los procesos de enseñanza y aprendizaje, *Matemorfosis* crea y fomenta un conocimiento *en torno* a las matemáticas; un saber complementario que, por lo general, es ignorado por los propios pedagogos. Esta revista presenta una forma alternativa de acercarse a las matemáticas. Se le da énfasis a los elementos culturales que han circundado el desarrollo de las matemáticas, y no únicamente a los aspectos técnicos de las matemáticas mismas. Subrayando una vez más, el objetivo es transmitir diversos elementos culturales (*e.g.*, históricos, filosóficos, pedagógicos, sociales, económicos y artísticos, entre muchos otros) que las explican, conforman y moldean. No se trata de explicar únicamente la teoría de conjuntos *per se*, sino que se explica el por qué, dónde, cuándo y cómo surgió; y de la importancia de ésta en el sistema educativo actual. Se intenta comprender a los diversos individuos que contribuyeron a ella, además de los resultados particulares que lograron. Se trata de entender las condiciones académicas, políticas, sociales, y económicas que permitieron su desarrollo, además de su propia evolución. El propósito es entender las relaciones recíprocas entre las matemáticas y el mundo que nos rodea, entendido éste en su concepción más amplia posible. En breve, una de las diferencias más sutiles y profundas entre esta publicación y otras que circulan en el medio es de carácter metodológico. No se pretende que el lector memorice definiciones y mecanice operaciones, que invariablemente olvidará. Ahora, tampoco se trata que recuerde fechas, nombres, títulos y otros datos. El interés principal radica en comprender por qué, cómo y cuándo han surgido y evolucionado los diversos conceptos matemáticos. No se intenta crear futuros investigadores en matemáticas —ni en historia—, sino complementar y profundizar la formación matemática de cualquier individuo, independientemente de su papel en la sociedad.

Esta nueva manera de acercarse a las matemáticas no debe aterrar al lector; por el contrario, le muestra muy diversos aspectos de las matemáticas que él está en capacidad de entender y asimilar. De manera subliminal, casual y esporádica, el lector adquiere una nueva manera de relacionarse con las matemáticas. Sin percatarse, el estudioso obtiene una cultura en torno a las matemáticas ajena a miedos y frustraciones. Y, por el otro lado, el individuo asiduo y comprometido con las matemáticas también absorbe una cultura que desconoce casi por completo. Para poder interactuar con el lector, la revista se expresa y conceptualiza en su lenguaje y forma de razonar. No se debe escribir para el maestro, sino para el usuario que aún no comprende. Por lo mismo, sobre todo en los trabajos dirigidos al nivel básico, los ensayos se redactan sin hacer uso de simbología ni de un lenguaje matemático (*i.e.*, en particular las fórmulas y las ecuaciones están prohibidas). No partir de definiciones abstractas, sino primero proporcionar ejemplos concretos de objetos o elementos que

cumplan con dichas características. Tampoco se suponen principios o proposiciones que, supuestamente, son evidentes o que uno debe aceptar sin demostración (entre otros, los axiomas y/o postulados).

Matemorfosis lleva esta nueva visión del mundo matemático a sus lectores a través de la lectura de contribuciones sumamente informativas, formativas, breves y amenas (con cuadros complementarios e imágenes atractivas) que enriquecen su comprensión técnica, histórico, filosófica y pedagógica. A corto, mediano y largo plazo, *Matemorfosis* se convierte en una herramienta esencial y subliminal de trabajo de todo individuo interesado en la cultura. Estos lectores se conciben en el marco conceptual más amplio posible, independientemente de su edad, sexo y formación. La revista está dirigida al público general: estudiantes y maestros —de cualquier nivel, incluyendo el primario—, profesionistas, amas de casa y padres de familia y todos aquellos que deseen enriquecer su nivel cultural en general. Sin embargo, por su presentación y contenido, los más beneficiados y privilegiados son los profesores y alumnos de cualquier nivel del sector educativo, desde el básico hasta el superior.

No se piensa única y exclusivamente en los maestros y alumnos especializados en matemáticas. En particular, no se busca educar a los educadores. No se pretende, desde el púlpito de la prepotente superioridad, mostrarles a los maestros lo inadecuado, inoperante y obsoleto de sus conocimientos matemáticos y métodos pedagógicos —aunque esta sea la triste realidad en la mayoría de los casos—. Lo que se busca es proporcionar armas y herramientas para que los maestros, los padres de familia y estudiantes comprendan que las matemáticas han sido, son y serán mucho más que esas áridas relaciones abstractas que nunca parecen comprenderse. Pero, más importante aún, al maestro, en particular, le proporciona enfoques y explicaciones alternativas para sus alumnos. Si no se comprendió el concepto en una dirección, se puede seguir otra.

Las matemáticas se consideran en su aceptación más universal posible. Toda posible idea matemática es incluida, independientemente del campo o disciplina en que sea estudiada. Uno debe aproximarse a *Matemorfosis* como se leen las historietas populares, sin dificultad y sin ansiedad. Uno debe acercarse al contenido de la monografía de la misma manera como se realiza la lectura de esos cómics que encontramos cotidianamente en los puestos de periódicos: con deseo, con curiosidad y con placer. Incluso como si se buscara un escape —aunque fuera momentáneo— de la realidad. *Matemorfosis* promueve y presenta un lado más amable, agradable y placentero de las matemáticas; que, a pesar de lo que piense el lector, si lo tiene. Se argumenta que las matemáticas han sido enseñadas desprovistas de su contexto humano, ajenas a elementos más cándidos y subjetivos. Es necesario recalcar que las matemáticas, por ser resultado de actividad mental humana, comparten con su misma comunidad (ya sea en su creación, presentación o difusión) sus éxitos, fracasos, alegrías y tristezas. *Matemorfosis*, en la búsqueda de su objetivo, publica ensayos breves y de fácil lectura que presentan y discuten algunos de los factores humanos y subjetivos que también las conforman.

Por otro lado, no se presenta al lector una revista superficial y sin sustancia. A pesar de que *Matemorfosis* es una impresión de lectura sumamente liviana —en la que se cuida con esmero la forma y la presentación—, que permite su inmediata aplicabilidad y uso en el salón de clases, esta publicación periódica cumple con los exigentes criterios de rigor académico de publicaciones de docencia e investigación original. Es decir, todas y cada una de las contribuciones presentadas a través de la revista, por breves e informarles que éstas sean, pasan por un estricto control de calidad y selección. Los artículos (y recuadros) son revisados, comentados y juzgados por un selecto grupo de árbitros y editores. El contenido y presentación de la revista está avalado por un grupo de profesionales en la materia —tanto a nivel nacional como internacional—. Se conforma un grupo de profesionales que comparten un interés común al haber decidido estudiar alguna de las ciencias exactas, especialmente matemáticas, a nivel licenciatura; pero, que, sin embargo, ya sea que por sus intereses personales o su experiencia laboral, se han profesionalizado en otros ámbitos intelectuales como son, en especial, las humanidades, las ciencias sociales y las artes. Este grupo de profesionales también está integrado por académicos que representan un amplio espectro de formadores de estudiantes de matemáticas a diversos niveles. Por lo mismo, participan colegas de escuelas primarias, de bachilleres, privadas, públicas y de diversas escuelas, facultades, centros e institutos de investigación a nivel universitario. No por tratarse de una publicación dirigida al público en general, ésta se presenta de manera irresponsable. La calidad intrínseca de la materia que trata no está peleada con el amplio público que abarca.

Matemorfosis está integrada por las siguientes secciones, entre otras, que no necesariamente aparecen en todos y cada uno de sus fascículos: 1) ¿Qué es la matemática? (máximo una cuartilla, página reservada: segunda de forros); 2) rincón humorístico, el lado amable de las matemáticas (página reservada, página dos (2)); 3) biografías (sección: matemático del fascículo, máximo quince páginas impresas); 4) sugerencias pedagógicas (máximo diez páginas impresas); 5) libros clásicos (sección: libro del fascículo, máximo quince páginas impresas); 6) matemáticas y realidad (máximo diez páginas impresas); 7) ramas de las matemáticas (máximo diez páginas impresas); 8) matemáticos hispanohablantes (máximo diez páginas impresas); 9) bueno, sí; pero, ¿por qué? (máximo cinco páginas impresas); 10) matemáticas recreativas (máximo cinco páginas impresas, distribuidas a lo largo de la revista); 11) ¡aunque usted no lo crea! (máximo cuatro páginas impresas, repartidas a lo largo de la revista); 12) demostraciones sin palabras (máximo dos páginas impresas); 13) historieta o minihistorieta (cubre, en caso de aparecer, las ocho páginas centrales); 14) rincón literario (máximo siete páginas); 15) rincón turístico (máximo ocho páginas); 16) rincón filatélico (máximo dos páginas); 17) rincón notafílico (máximo dos páginas); 18) rincón artístico (máximo siete cuartillas); 19) reseñas (máximo siete cuartillas); 20) actividad docente (máximo diez páginas); la computadora, hoy (máximo cuatro páginas); 22) videojuegos (máximo cinco páginas); 23) juegos-arte (máximo cinco páginas); 24) cartel; y, finalmente, 25) correspondencia biyectiva.

Las características editoriales de la publicación son: 1) temática: cualquier aspecto relacionado con la cultura matemática a través de los tiempos, desde sus orígenes hasta el día de hoy, incluyendo su difusión, divulgación, historia, filosofía y pedagogía; 2) idioma: castellano; 3) formato: tamaño carta, los cuatro forros a selección de color; noventa y seis (96) páginas a selección de color; 4) contenido: ensayos panorámicos, de formación y de divulgación; traducciones de fuentes primarias y secundarias; reseñas, ensayos reseñas; noticias sobre la profesión; 5) características: referencias, ilustraciones, diagramas, fotografías, caricaturas; 6) sobretiros: veinticinco ejemplares gratuitos (todas las secciones); 7) índice: anual (por autor y tema); 9) Inicia: Agosto 2015; 10) periodicidad: bimensual; 11) versiones impresa, digital (página WEB) y en DVD enriquecidas por material multimedia adicional.

Por último, mencionamos algunos ejemplos concretos de esta metodología: 1) al enseñar las primeras fórmulas de la geometría plana elemental se debe hacer énfasis, independientemente del texto que se siga, que la mayoría de los textos modernos están apoyados en un tratado clásico titulado los *Elementos*. Se debe discutir cómo, dónde, cuándo y por quién fue escrito dicha obra. No subrayar las proposiciones matemáticas concretas, sino poner atención en la metodología del libro, que nos enseña a razonar en general no únicamente en matemáticas, y cómo es que éste ha sido usado en distintas disciplinas; 2) al enseñar el concepto de base numérica, mostrar al estudiante primero cómo es que, cotidianamente, él ya utiliza diversas bases y que éstas surgieron de la necesidad de simplificarnos la vida diaria, no para complicarla. También se le deben mostrar maneras alternativas de convertir un número de una base a otra; si no entiende por un lado, entonces es posible que lo haga por otro; 3) al enseñar álgebra de conjuntos, se puede mostrar cómo fue posible que surgieran dificultades y diferencias de opinión entre los descubridores. Más importante aún, se debe analizar cómo fue que, en la mayoría de estos casos, estas diferencias surgieron por antecedentes filosóficos e incluso, en algunos casos, teológicos.