

NOVA ÈPOCA
2008

VOLUM 1 (2)

IX TROBADA

ACTES
D'HISTÒRIA DE LA
CIÈNCIA I DE LA
TÈCNICA



SOCIETAT CATALANA
D'HISTÒRIA DE
LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA
FILIAL DE
L'INSTITUT D'ESTUDIS CATALANS

ACTES D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA

NOVA ÈPOCA / **VOLUM 1 (2) / 2008**

IX TROBADA D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA
GIRONA, 16-19 DE NOVEMBRE DE 2006

Consell de Redacció:

Carles Puig-Pla
Josep Batlló Ortiz
Pasqual Bernat López
Jordi Ferran Boleda
Pere Grapí Vilumara (curador)
Maria Rosa Massa Esteve (curadora)
Alfons Zarzoso Orellana

Consell directiu de la SCHCT:

President: Antoni Roca Rosell
Vicepresidenta: Mercè Piqueras Carrasco
Secretària: Mònica Rius Piniés
Tresorer: Pere Grapí Vilumara
Vocals: Francesc X. Barca Salom,
Pasqual Bernat López, Àngel Calvo
Calvo, Josep M. Camarasa Castillo,
Ricard Duran i Pineda, Jordi Ferran
Boleda, Pere de la Fuente i Collell,
Lluís Garrigós Oltra, Nèstor Herran
Corbacho, Àlvar Martínez Vidal,
José Pardo Tomàs, Josep Manel Parra
Serra, Roser Puig Aguilar, Carles Puig-
Pla, Xavier Roqué i Rodríguez, Emma
Sallent Del Colombo, Josep M. Vidal
Hernández, Alfons Zarzoso Orellana



**SOCIETAT CATALANA D'HISTÒRIA
DE LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA**
Filial de l'Institut d'Estudis Catalans

Aquesta revista és accessible en línia des de la pàgina <http://publicacions.iec.cat>

Disseny gràfic: Maria Casassas

© dels autors de les ponències

© Societat Catalana d'Història de la Ciència i de la Tècnica,
filial de l'Institut d'Estudis Catalans, per a aquesta edició
Carrer del Carme, 47. 08001 Barcelona

Primera edició: juny de 2009

Tiratge: 500 exemplars

Text revisat lingüísticament per la Unitat de Correcció del Servei Editorial de l'IEC

Compost per Anglofort, SA
Carrer del Rosselló, 33. 08029 Barcelona

Imprès a Limpergraf, SL
Polígon industrial Can Salvatella. Carrer de Mogoda, 29-31. 08210 Barberà del Vallès

ISSN: 2013-1666

Dipòsit legal: B. 47665-2008

Són rigorosament prohibides, sense l'autorització escrita dels titulars del *copyright*, la reproducció total o parcial d'aquesta obra per qualsevol procediment i suport, incloent-hi la reprografia i el tractament informàtic, la distribució d'exemplars mitjançant lloguer o préstec comercial, la inclusió total o parcial en bases de dades i la consulta a través de xarxa telemàtica o d'Internet. Les infraccions d'aquests drets estan sotmeses a les sancions establertes per les lleis.

SUMARI

Presentació	9
-------------------	---

III JORNADA D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA I ENSENYAMENT

Sessió I

Aikaterini KONSTANTINIDOU; Marina CASTELLS; Josep M. CERVERÓ: Ens poden ajudar els <i>Tòpics</i> d'Aristòtil a entendre les formes espontànies de raonar en física i a trobar arguments persuasius per als estudiants?	13
José Omar ZUÑIGA CARMONA: El papel de la historia de la ciencia en el diseño de un modelo didáctico para la enseñanza de la noción de <i>cambio químico</i>	31
Iolanda GUEVARA CASANOVA; Fàtima ROMERO VALLHONESTA; Maria Rosa MASSA ESTEVE: Geometria i trigonometria en el teorema de Menelau (100 dC)	39
Carme ZARAGOZA DOMÈNECH; Josep M. FERNÁNDEZ-NOVELL: El judici d'idees amb l'ajut de la història de la ciència: una nova eina educativa	51
Ainoa MARZÁBAL: Anàlisi dels llibres de text del pare Vitoria com a exemple de la incorporació progressiva de les innovacions científiques al camp docent	59
M. Lluïsa GUTIÉRREZ: L'aerostàtica. Entre la ciència i la història: ensenyament i aprenentatge de la relació entre ciència, tecnologia i societat	69

Sessió II

Mercè IZQUIERDO: La construcció física de l'àtom químic: de Mendeléiev a Pauling	79
Cristian MERINO; Mario QUINTANILLA: Consensuando criterios sobre el uso de la historia de la ciencia en la enseñanza	89
Mario QUINTANILLA; Luigi CUÉLLAR; Johanna CAMACHO: La historia del átomo en los libros de texto. Didáctica de una propuesta de innovación construida desde una visión naturalizada de la ciencia	97

Luigi CUÉLLAR; Mario QUINTANILLA; Johanna CAMACHO: Introducción de la historia de la química en la formación docente. Aportes para un debate de teoría y campo	109
Johanna CAMACHO; Mario QUINTANILLA; Luigi CUÉLLAR; Álvaro GARCÍA: Aplicación del modelo de Stephen Toulmin al estudio de la evolución del concepto de ley periódica	119

Sessió III

Carles PUIG-PLA; Jesús SÁNCHEZ MIÑANA: Joaquim Balcells i l'ensenyament de la física a la Universitat de Cervera	129
Maria Cinta CABALLER VIVES; Josep LLOMBART PALET: Programa d'àlgebra d'ensenyament secundari presentat per Josep Maria Bartrina i Capella (1861-1946) per a optar a una càtedra de matemàtiques d'institut	139
Patrick BONER: Técnicas de enseñanza en el trabajo astronómico de Johannes Kepler. La nueva estrella de 1604 como herramienta de instrucción	147
Juan RIERA PALMERO; Luis RIERA CLIMENT: La Academia de Matemáticas de Barcelona: Ilustración e Inquisición a finales del siglo XVIII	153
M. Assumpció CATALÀ POCH; Trini CADEFÀU SURROCA: L'ensenyança de l'astronomia a Barcelona. Període 1589-1964	161
Francesc X. BARÇA SALOM: Cuadratura i trisecció a la Barcelona vuitcentista	167

HOMENATGE A LINNÉ I BUFFON

Antonio GONZÁLEZ BUENO: La difusión de las ideas linneanas en la España de la Ilustración	183
Martí DOMÍNGUEZ: Què és la Il·lustració? A propòsit del comte de Buffon ..	205
Pasqual BERNAT: Linné a les aules: el sistema sexual de les plantes a l'Escola d'Agricultura i Botànica de Barcelona	215
Agustí CAMÓS CABECERAN: La primera edició de la <i>Histoire naturelle</i> de Buffon a Barcelona	225
Raimon SUCARRATS RIERA: El concepte de naturalesa a Barcelona al tombant dels segles XVIII i XIX: linneans o buffonians?	239

CIÈNCIA I CINEMA

Felipe E. RAMÍREZ MARTÍNEZ: Ciencia, tecnología y propaganda. El NO-DO, un instrumento de popularización de la ciencia al servicio del Estado (1943-1964)	253
Manuel MORENO: Electromagnetisme i cinema: d' <i>El hotel eléctrico</i> (1908) a <i>Frankenstein</i> (1931)	263

Eduard Josep CHIFRÉ I PETIT: Assaig sobre el llibre <i>El pianista del gueto de Varsòvia</i> , de Wladyslaw Szpilman, i la pel·lícula <i>El pianista (The Pianist)</i> , de Roman Polanski	273
Pau SENRA PETIT: Ciència, cinema i còmic. Exemples d'actualització científica	281
Jaume DURAN CASTELLS: <i>Toy Story</i> (1995), de John Lasseter, el primer llargmetratge generat íntegrament per ordinador, obre una nova trajectòria en el camp de l'experimentació digital	289

SECCIÓ LLIURE

Eduard RECASENS GALLART: Huygens i el lloc II-5 d'Apol·loni a l' <i>Horologium oscillatorium</i>	297
Juan NAVARRO LOIDI: <i>La aritmética común y decimal y algebra del P. Hugo Sempil escocés de la Compañía de Ihesús</i>	303
Maria Rosa MASSA ESTEVE: L'àlgebra al segle XVI a Espanya. L' <i>Arithmetica</i> (1564) del gironí Antic Roca	311
Marta JORDI TALTAVULL; Luís NAVARRO VEGUILLAS: Orígens de la termodinàmica relativista: Planck i Einstein, 1907	319
Glòria SABATÉ: Miscel·lànies astrològiques en català al segle XV. II: Biblioteca Universitària de València	327
Francesc RODRÍGUEZ; Cecili GARRIGA: La documentació d'autors catalans en el DHEMICYT	339
Stefan POHL VALERO: Física y religión en la España decimonónica: más allá del mero conflicto	347
LLISTA DE PARTICIPANTS	355
NORMES D'EDICIÓ	359
PUBLICACIONS DE LA SOCIETAT CATALANA D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA	361

PRESENTACIÓ

El segon número del primer volum de la revista *Actes d'Història de la Ciència i de la Tècnica* representa la confirmació de l'ambició projecte de publicar una revista amb dos números cada any. Aquest projecte no ha estat exempt de dificultats que han estat la causa de l'endarreriment de la publicació, per la qual cosa demanem disculpes als lectors i als autors dels articles. Esperem que a partir d'ara els propers números surtin en els terminis previstos.

En aquest segon exemplar d'*Actes*, coordinat per Pere Grapí i M. Rosa Massa, membres del Consell de Redacció, es continuen publicant articles de comunicacions presentades a les IX Trobades d'Història de la Ciència i de la Tècnica, que la Societat Catalana d'Història de la Ciència i de la Tècnica va organitzar a Girona del 16 al 19 de novembre de 2006. Hi figuren les comunicacions que tracten de la història de la ciència i l'ensenyament, les de la secció lliure i les dedicades a l'estudi de les relacions del cinema amb la ciència i la tecnologia. La sessió sobre el cinema té un interès molt especial, ja que és a la ciutat de Girona, on precisament hi ha el Museu del Cinema. Això fa que aquesta sessió es converteixi, de fet, en un petit i merescut homenatge al Museu per la seva tasca de conservació i divulgació del patrimoni cinematogràfic a casa nostra. També en aquest número, s'hi publiquen articles relacionats amb les comunicacions presentades a les jornades commemoratives dels centenaris de Carl von Linné (1707-1778) i Georges-Louis Leclerc, comte de Buffon (1707-1788).

La III Jornada sobre la Història de la Ciència i l'Ensenyament, que va tenir lloc a les IX Trobades, es va desenvolupar al llarg de tres sessions que van esdevenir un espai de comunicació i d'intercanvi d'experiències entre les persones que comparteixen el seu interès professional per la història de la ciència i l'ensenyament. En concret, els

articles tracten els temes següents: la immersió de la història de la ciència a l'aula, l'acoblament de la història de la ciència en el currículum educatiu, els treballs de recerca de batxillerat en l'àmbit d'història de la ciència, les reflexions històriques i educatives entorn del paper de la història de la ciència en el procés educatiu i la cultura material de la ciència en l'ensenyament.

Pel que fa als articles sobre Linné i Buffon, cal assenyalar, com comentava Josep M. Camarasa en l'anunci de les jornades, que si bé Linné és el classificador, el sistemàtic per excel·lència, el constructor de tot un sistema adreçat a separar i ordenar sense ambigüitat tots els animals, vegetals i minerals coneguts, Buffon representa el camí oposat. Per ell, a la natura no hi havia ni gèneres, ni ordres, ni classes. Els articles publicats clarifiquen i aporten nous aspectes sobre les idees linneanes i buffonians.

Amb aquests rics i suggeridors continguts, és gratificant, doncs, poder presentar-vos aquest segon número del primer volum d'*Actes*. Si bé va ser força important publicar el primer número, allò que més ens interessa ara és donar continuïtat a la revista. Es tracta de consolidar-la i eixamplar les seves perspectives per tal que esdevingui un referent de la recerca en història de la ciència, la tècnica i la medicina no tan sols al nostre país, sinó també en l'àmbit europeu i internacional. Els coordinadors d'aquesta edició, així com tots els membres del Consell de Redacció, ens hem proposat aquesta fita i en aquest sentit continuem treballant tot esperant les vostres aportacions.

Consell de Redacció

**III JORNADA D'HISTÒRIA
DE LA CIÈNCIA
I ENSENYAMENT**

Sessió I

ENS PODEN AJUDAR ELS TÒPICS D'ARISTÒTIL A ENTENDRE LES FORMES ESPONTÀNIES DE RAONAR EN FÍSICA I A TROBAR ARGUMENTS PERSUASIUS PER ALS ESTUDIANTS?

**AIKATERINI KONSTANTINIDOU; MARINA CASTELLS;
JOSEP M. CERVERÓ**

GRUP DE RECERCA I INNOVACIÓ EN EDUCACIÓ CIENTÍFICA,
DEPARTAMENT DE DIDÀCTICA DE LES CIÈNCIES EXPERIMENTALS
I DE LA MATEMÀTICA, UNIVERSITAT DE BARCELONA.
akonstko7@aet.ub.edu

Paraules clau: *argumentació, concepcions alternatives, educació científica, tòpics*

Are Aristotle's Topics useful tools to understand the spontaneous ways of reasoning in physics and to find persuasive arguments for students?

Summary: The use of Aristotle's classical argumentation, Rhetoric and Topics, in order to understand students' misconceptions and convince them for the scientific ideas is the focus of this paper. These Aristotle's books contain topoi (or topics) which can be considered as argumentative schemes. With these topoi we analyze several secondary school students' preconceptions and recognize the topoi that students base on their arguments. Once the most common topoi were identified, we thought about how using them or other similar argumentative schemes (topoi or moves) to persuade students of the scientific ideas. Our hypothesis is that students should be able to begin to accept that their ideas are insufficient or not adequate to explain natural phenomena when they faced with arguments based on the same common sense on which their own arguments were based on, but in a way that supported scientific points of view.

Key words: *argumentation, alternative conceptions, Science education, topics*

Introducció

Per les recerques fetes sobre idees i concepcions dels estudiants en ciències, sabem que moltes de les idees prèvies que tenen els estudiants en física són molt difícils de fer canviar, fins i tot, si reben un ensenyament que pot semblar adequat i a les classes es fan demostracions experimentals. Els costa entendre i acceptar les, per a ells, «noves» idees científiques. En aquest treball intentem trobar algunes possibles raons d'aquesta forta resistència al canvi i obtenir arguments que siguin ressonants amb els dels alumnes, i que els mestres podrien fer servir per discutir i ajudar els estudiants a començar a dubtar de les seves idees i potser, en alguns casos, persuadir-los¹ dels punts de vista científics.

El nostre acostament es basa principalment en la teoria d'Aristòtil. En els seus treballs, *Tòpics* i *Retòrica*, Aristòtil presenta diferents esquemes argumentatius per raonar i pensar. Ens proposem fer servir els «tòpics» o «llocs» de la teoria clàssica de l'argumentació per a reconèixer els esquemes argumentatius que els nois i noies fan servir més sovint i relacionar-los amb les seves idees prèvies. A partir d'aquí, podem millorar la nostra comprensió de les concepcions alternatives dels estudiants. Comencem amb la mecànica, que és una àrea en la qual les idees dels alumnes són arrelades profundament.

Antecedents

Nombrosos estudis han mostrat la importància per a l'educació científica de les idees o concepcions prèvies dels nens (Driver *et al.*, 1985; Driver, 1986; Hierrezuelo & Montero, 1989). Avui dia, hi ha molts acords, però també algunes discussions sobre aquestes idees. Des de la dècada del 1980, se sap que aquestes idees i concepcions són diferents dels punts de vista científics i que en relació amb alguns temes són especialment difícils de canviar malgrat l'ensenyament rebut. També hi ha discussions, per exemple, sobre la coherència d'aquestes idees i si depenen del context o no. Des de fa uns anys, molts recercadors, consideren que les idees i concepcions són només una part del coneixement espontani dels estudiants, i que hi ha unes estratègies de raonament, més o menys generals, a la seva base o que hi estan relacionades (Andersson, 1986; Viennot, 1996). Investigadors de diferents camps han donat algunes interpretacions per explicar aquestes concepcions, en alguns casos a través d'entitats cognitives com ara «esquemes conceptuals», «p-prims», «models mentals», etc. (Rumelhart, 1980; DiSessa, 1980; Genter & Stevens, 1983; Gutiérrez & Ogborn, 1992). En resum, el que ara tenim clar és que la imatge que ens hem de fer de la ciència dels alumnes i de la forma de canviar-la no pot ser tan simple com en alguns moments havia pogut semblar.

1. Fem servir els termes *persuadir* i *persuasíó* en lloc de *convèncer* o *convenciment* per coherència amb la terminologia d'Aristòtil, tot i que avui dia, els dos grups d'expressions puguin tenir un significat diferent en altres perspectives teòriques o ser pràcticament equivalents en el llenguatge comú.

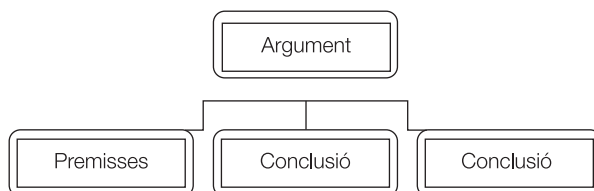
Des de fa uns anys hi ha acord sobre la importància de l'argumentació i la retòrica en la construcció del coneixement científic, i sobre la seva consideració com a característica fonamental de l'activitat científica (Gross, 1990; Prelli, 1989). En efecte, en els seus articles i presentacions orals, els científics intenten convèncer la comunitat de científics de les seves idees mitjançant l'ús de recursos argumentatius i retòrics. A les classes, d'una forma similar, el professor ha de persuadir l'estudiant de la validesa i racionalitat de la visió científica del món (Ogborn *et al.*, 1996; Millar, 1998). L'acord entre professors i teòrics de la didàctica a considerar l'argumentació i la retòrica com a fonamentals en l'aprenentatge del coneixement científic és cada vegada més estès (Khun, 1992, 1993; Duschl & Osborne, 2002). Nombroses recerques s'han orientat a l'anàlisi del discurs argumentatiu en contextos educatius (Kelly *et al.*, 1998; Duschl *et al.*, 1999; Driver *et al.*, 2000; Jiménez-Aleixandre *et al.*, 2000; Erduran *et al.*, 2004). En la majoria d'aquests estudis el patró argumentatiu de Toulmin (1958) ha estat el marc analític que s'ha fet servir més sovint (Jiménez-Aleixandre *et al.*, 2000; Erduran *et al.*, 2004).

En el nostre estudi, com que volem relacionar les concepcions alternatives dels estudiants amb les característiques del pensament de sentit comú de la nostra cultura, intentarem reconèixer en les explicacions dels estudiants esquemes argumentatius que siguin a la base d'aquest sentit comú. Per fer això, pensem que l'ús dels esquemes argumentatius (*topoi*) identificats en temps antics pot ser una tria adequada. Aquests esquemes són els que Aristòtil recull als seus dos llibres bàsics que tracten de l'argumentació, és a dir, *Retòrica* i *Tòpics*. En aquests dos llibres trobem eines d'aquell temps que poden ser útils per a l'anàlisi de les nostres dades.

Argumentació, antecedents històrics i marc teòric de la recerca

D'acord amb Van Eemeren (1996), «l'argumentació és una activitat verbal, social i racional que tracta d'augmentar o disminuir l'acceptabilitat d'un punt de vista controvertit a qui escolta o llegeix (que se suposa és jutge racional), presentant una constel·lació de proposicions per a intentar justificar (o refutar) el punt de vista».

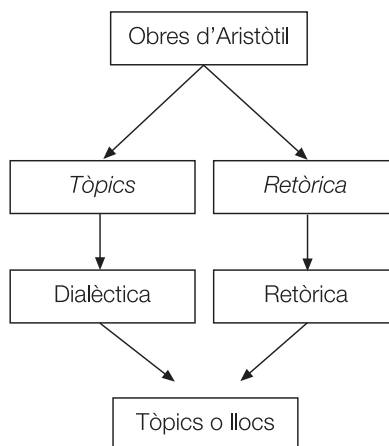
Aristòtil és reconegut com el pare de la teoria antiga de l'argumentació. Per Aristòtil, un argument està format per unes premisses o punts de partida, una conclusió i un esquema argumentatiu que justifica la transferència des de les premisses a la conclusió.



Aristòtil va establir la diferència entre *persuadir* i *convèncer*, conceptes que es relacionen amb els tipus d'argumentació que proposa. Per Aristòtil, l'argumentació pot ser de tres tipus: analítica, retòrica i dialèctica (Van Eemeren & Grootendorst, 1996). Els arguments analítics es basen en la teoria de la lògica, procedeixen inductivament o deductiva d'un conjunt de premisses per a dirigir-se a les conclusions. Aristòtil relaciona la lògica amb el convenciment. La teoria lògica d'Aristòtil es troba en les *Analítiques*. Els arguments retòrics són propis de l'oratoria i contenen les tècniques utilitzades per a persuadir una audiència. A l'argumentació retòrica, en contrast amb l'anterior forma d'argumentació, es parteix de premisses versemblants. Els arguments retòrics es troben en el seu llibre de *Retòrica*. Finalment, els arguments dialèctics es donen durant un debat i inclouen raonaments amb premisses que no són evidentment veritat; per Aristòtil, la dialèctica és l'art d'argumentar a favor o en contra d'un punt de vista, amb la pretensió d'arribar a una «veritat» o coneixement. La dialèctica d'Aristòtil es troba als *Tòpics* i a les *Refutacions sofisticades*.

En particular, *Tòpics* és un manual útil per a trobar eines per ajudar en els debats públics sobre afirmacions o punts de vista en presència d'una audiència (Van Eemeren & Grootendorst, 1996). Generalment, en una discussió hi ha els defensors i els refutadors. La clau en la dialèctica és fer que els defensors es contradiguin a si mateixos. Això es fa mitjançant l'ús d'un sistema de «tòpics» o «llocs». Per tant, els «tòpics» són sèries de tècniques argumentatives, és a dir, d'esquemes argumentatius per a ser utilitzats en els debats, però amb l'objectiu d'arribar a un coneixement acceptat.

Una altra interpretació del terme *tòpic* és la de M. Kneale i W. Kneale (1962) com a 'moviment' (*move*). Per tant, podríem veure els «tòpics» (o moviments) com tenint una doble funció: la funció d'invenció o selectiva i la de garantia o comprovació. La funció selectiva especifica quines premisses poden ser utilitzades, mentre que la funció de garantia és responsable de la transició des de les premisses a les conclusions.



Metodologia

Marc analític

S'ha elaborat, principalment, a partir de les dues obres d'Aristòtil, *Retòrica* i *Tòpics*, citades anteriorment. En particular, les categories d'anàlisi estan basades en «tòpics» o «llocs» extrets d'ambdós llibres. Entre aquests «tòpics» hem seleccionat els que són més rellevants per a l'estudi del discurs argumentatiu de les classes de ciències.

A l'annex 1 podeu trobar alguns dels «tòpics» d'Aristòtil.

Recollida d'informació i anàlisi

La recollida de dades està basada principalment en recerques resumides que s'han publicat en llibres, revistes i actes de congressos. Estudiem principalment les concepcions alternatives basades en fragments de diàlegs presentats en aquestes publicacions. El contingut d'aquestes concepcions és la mecànica. També hem fet servir algunes respostes individuals d'estudiants extretes d'una tesi doctoral (Castells, 1997). Aquestes informacions es completen amb dades recollides en un estudi pilot, en el qual hem proposat un problema sobre caiguda lliure que els estudiants havien de resoldre en petit grup, les discussions del qual han estat enregistrades i transcrites.

Al final del procés, disposem d'una col·lecció d'arguments dels estudiants. Aquests arguments es troben a la base de les «concepcions alternatives» o respostes incorrectes dels estudiants a qüestions de ciències, o s'hi relacionen.

Una vegada els arguments dels estudiants han estat identificats, reconeixem els diversos tòpics que hi ha en aquests arguments, d'acord amb les categories dels tòpics d'Aristòtil (vegeu annex 1).

Il·lustració de l'anàlisi

Presentem aquí algunes de les concepcions alternatives identificades o respostes incorrectes dels estudiants a problemes, així com els tòpics en els quals es basen.

Les dues primeres concepcions alternatives les hem tret de Watts (1982).

Concepció alternativa 1: La gravetat augmenta amb l'altura²

Julie: Mmm... porta més gravetat ara que quan ha començat... és més amunt, oi? (pilota de golf a la meitat de la caiguda)

Steve: Sí,... la pilota s'enlaira fins a una certa alçada, fins que perd la major part de la seva energia cinètica i aleshores la força gravitatòria... a la llarga... la sobrepassa... mmm... sobrepassa la seva energia i l'estira cap avall.

2. Els diàlegs han estat traduïts de l'anglès, que és la llengua en què els hem trobat escrits.

Steve: No, no hi ha forces (astronauta a l'espai) però... això depèn d'on sigui, vull dir que si es troba molt a prop de la part superior de l'atmosfera de la Terra, llavors hi haurà una important força gravitacional sobre ell que, al capdavall, l'estirà cap a la Terra.

Luis: Mmm... perquè la gravetat és més petita a més baixes alçades... Vull dir, que si la fas botar cada cop més avall, serà cada vegada més avall.

En aquest cas, l'esquema que l'estudiant fa servir és: «a més altura → més gravetat». Aquest és un tòpic del «més → més». Aquest tòpic es troba en Aristòtil en la forma: «El més acompanya el més... (p. e. Si el plaer és un bé, també el que és més plaer serà més bé, i si ofendre és un mal, també ofendre més serà més mal)» (Tòp. 115a2, *Organon*) (Aristòtil, 1982). Aquest és un esquema molt comú que trobem a la base de moltes concepcions alternatives o respostes incorrectes dels estudiants.

Concepció alternativa 2: La gravetat comença a actuar quan els objectes comencen a caure i continua fins que queden aturats a terra

En aquesta concepció, la gravetat només actua mentre les coses cauen i no quan estan quietes sobre algun lloc. Algunes vegades la «gravetat» no sembla una força, sinó una descripció d'un cos que cau.

Zeba: La primera força que hi ha la fa l'home (jugador de golf), la segona força (quan cau) la farà la gravetat. (01:17)

Sarah: Quan comença a baixar (quan és al punt més alt)... aleshores és quan tens la gravetat estirant-la avall. (02:15)

Julie: La pilota (de golf) l'han tirada enlaire i arriba a una certa alçada, i llavors la gravetat vol que vingui avall.

I: Porta gravetat, ara? (la pilota de golf)

Jennifer: En realitat, no, perquè va cap amunt.

I: Ah! És clar... i després?

Jennifer: Bé, sí, quan cau.

En aquest diàleg, podem reconèixer el «lloc» de «causa i efecte». Aquest es troba entre els tòpics d'Aristòtil com: «Un altre lloc es treu de la causa: si la causa existeix, es diu que la cosa és, però, si la causa no existeix, es diu que la cosa no és, car la causa i allò que produeix la causa van conjuntament i res no existeix sense causa» (*Retòrica*, 1400a) (Aristòtil, 1998). Aquest esquema és també un esquema argumentatiu molt fort que hem trobat en les argumentacions dels estudiants.

Concepció alternativa 3: *Moviment constant requereix força constant*

Aquesta concepció la presentem mitjançant un fragment de Viennot (1979).

Si volia que es continués movent en aquesta direcció (l'horitzontal), l'hauria hagut de continuar empenyent; altrament, es quedaria sense força i es pararia (13 anys).

Per mantenir-lo movent-se, cal una empenta seguida. Si no es força un objecte a moure's, poc es mourà, oi? (14 anys).

L'argument aquí és també de «causa i efecte». Si no hi ha cap força, el moviment del cos no és possible. En altres paraules, per tal de tenir un moviment constant, fa falta una força constant actuant sobre el cos.

Concepció alternativa 4: *El cos que té la massa més gran cau més de pressa*

Aquesta és una concepció alternativa que es pot considerar pràcticament universal.

Exemple 1:

S2: Sí, el que pesa més, cau primer, és normal!

S4: Però...

S2: Llavors, la hipòtesi és...

S4: Ja ho hem dit, això. No cau primer el cos que pesa més?

S1: Però la hipòtesi no pot ser una pregunta.

S2: No, la hipòtesi era una resposta imaginada.

S3: Hem de comprovar això.

S4: Que estúpid! I com podem comprovar això?

S1: Bé, llavors la nostra hipòtesi és que el cos més pesant arriba a terra primer.

Hi podem reconèixer el tòpic o lloc de «més → més». Aquesta concepció és mantinguda molt fortament per la majoria dels estudiants. Fins i tot, si els estudiants han fet l'experiència de caiguda lliure, és força difícil de persuadir-los que dos cossos de diferent massa poden trigar el mateix temps a caure. Aquí hem de suposar que l'esquema de «causa i efecte» es troba també al darrere d'aquesta concepció (el pes és la causa de la caiguda).

Exemple 2: Dins del mateix context de caiguda lliure, presentem aquí un fragment de diàleg que prové d'un estudi pilot nostre. En aquest estudi els estudiants havien de discutir la solució a un problema presentat en forma de còmic (vegeu annex 2). En aquest fragment reconeixem un tòpic diferent al que hem identificat a l'exemple 1 i no directament relacionat amb la concepció alternativa 4, sinó amb la validesa d'un experiment que els estudiants

proposen per comprovar la seva hipòtesi errònia. Com que no poden deixar caure un home i una escopinada, com en el còmic, fan un experiment anàleg al que s'hi presenta.

S3: Fem la prova?
 S2: Tirem el boli?
 S4: Però no és el mateix.
 S3: Però més o menys.
 S1: El boli no pesa el mateix que la vamba...
 S3: No, exactament el mateix no, però...
 S2: Ho fem? D'acord, anem a fer la prova, amb el boli i la vamba. Qui va a baix?
 S4: Explica què farem.
 S2: Tirarem des del terrat una vamba i un boli i mirarem què arriba abans.
 S4: Jo crec que primer arribarà la vamba i després el boli...
 S1: Bé, després de fer la pràctica, se'ns ha espatllat tot. Ha arribat abans el boli que la vamba; també el boli ha sortit abans, però més o menys seria igual que amb el gargall quan l'home es tira. O sigui, el temps des que es tira el boli i la vamba i l'escopinada i l'home ha de ser el mateix, i arriba abans el boli...
 S2: Sí, però no és la mateixa diferència entre l'escopinada i l'home que entre el boli i una vamba.
 S3: Però com que no podem tirar una escopinada i tirar-nos un de nosaltres, s'ha de fer amb quelcom similar, d'acord?

En aquest exemple, per tant, hi identifiquem el lloc d'analogia («Un altre lloc consisteix a expressar les referències proporcionals a partir dels elements que són anàlegs» (*Retòrica*, 1399a) (Aristòtil, 1998). Un estudiant (S2), al final d'aquest fragment afirma que l'experiment que ells han fet no és vàlid perquè l'analogia entre el cas de la vamba i la persona, i el del gargall i el bolígraf no és prou bona. (Suposem que estan comparant la diferència de pesos entre ambdós parells d'objectes.)

Concepció alternativa 5: La velocitat no és una magnitud relativa a un sistema de referència, sinó que és com una propietat del cos «actiu» que es mou

La resposta d'un estudiant a un problema prové de Castells (1997).

Imagina't que et trobes flotant amb un pneumàtic en mig d'un riu i sense nedar. A uns quants metres riu amunt hi ha una caixa de fusta que flota i als mateixos metres riu avall n'hi ha una altra.

a) Si et mantens flotant sense nedar, variarà la distància que et separa de cadascuna de les caixes? Per què?

b) Suposa que se't desinfla el pneumàtic. Cap a quina de les dues caixes et dirigiries per arribar-hi abans? Per què?

Resposta d'un estudiant a la pregunta b):

«Arribaria abans a la caixa que està situada més amunt que jo, ja que el corrent del riu m'ajudaria a portar-la cap a mi. Seria una tonteria anar cap a la de baix perquè faria un esforç per aconseguir-la i aquesta a la vegada seria portada cap avall degut al corrent del riu.»

Aquí pròpiament no fem comentaris sobre la concepció alternativa 5, sinó que ens fixem en l'esquema de raonament que l'estudiant fa servir i que està relacionat amb aquesta concepció alternativa. Entenem que l'argument de l'estudiant és: «Entre dues possibles opcions, triem la que ens és més favorable o que ens beneficia més, en aquest cas, nedar cap a la caixa de riu amunt perquè el mateix corrent l'ajuda». Aquest esquema de raonament és un tòpic del tercer llibre dels *Tòpics*: «A més a més, quan dues coses són molt similars una de l'altra i no podem percebre cap superioritat de l'una respecte de l'altra, les hauríem de mirar des del punt de vista de les seves conseqüències. En efecte, allò del qual se segueix un bé més gran és també més desitjable» (*Tòpics* III, 117a5, *Órganon*) (Aristòtil, 1982).

Resultats

Els tòpics o llocs que hem identificat més en els arguments dels estudiants són:

- Causa i efecte.
- Més → més.
- És més preferible una opció les conseqüències de la qual són millors.
- És més preferible el que és possible per sobre del que és impossible.
- Analogia.

Amb les anàlisis presentades aquí damunt podem entendre la importància que té per la didàctica de les ciències poder conèixer com els estudiants pensen i construeixen els seus arguments. Això ens ajudarà a entendre per què unes concepcions alternatives són arrelades més fortament en els estudiants que unes altres.

Entre els arguments dels estudiants, hem vist que es donen molt les relacions de causa i efecte. Això pot ser explicat pel fet que la mecànica és una àrea en la qual les concepcions dels estudiants estan basades en l'experiència i el sentit comú. També el «més → més» es troba molt sovint. Això vol dir que la proporcionalitat directa sembla també formar part del sentit comú.

Una eina que pot ajudar a la didàctica de les ciències

A partir dels resultats anteriors, podem suggerir una estratègia didàctica perquè els professors s'enfrontin amb les concepcions alternatives dels estudiants i persuadeixin els alumnes de les idees científiques. La proposta consisteix en la utilització per part del professor dels mateixos o similars arguments que fan servir els estudiants per justificar les seves concepcions alternatives. És a dir, en relació amb cada concepció alternativa, el professor pot argumentar la idea científica utilitzant esquemes argumentatius com els que acostumen a fer servir els estudiants, però amb una orientació que porti a la idea científica. D'aquesta manera, potser els alumnes no només acceptaran la nova idea, sinó que es persuadiran de la mateixa. Amb aquesta estratègia, a més, els alumnes practiquen l'elaboració d'arguments i la crítica a arguments elaborats per altres (professor i/o alumnes) i, per tant, estan millorant les seves habilitats argumentatives i, en general, les seves capacitats crítiques.

Comentem, a continuació, alguns exemples d'aquesta proposta:

Per exemple, si l'estudiant argumenta dient que com més pesa un cos, més de pressa cau en una caiguda lliure, vol dir que està fent servir un argument del tipus «més → més». Suggerim que el professor digui a l'estudiant una cosa similar a: «Tu penses que els objectes que tenen més pes cauen més de pressa, però no penses que si tenen més pes, també tenen més massa? I si tenen més massa, no creus que costarà més de fer-los moure?». Es fa un encadenament d'arguments de a «més → més».

Un altre exemple d'aquest intent argumentatiu és la forma d'enfrontar-nos a la concepció alternativa que diu: «La gravetat augmenta amb l'altura». En aquest cas, l'argument és: «a més altura, més gravetat». Per tal de posar en discussió la idea dels estudiants, el professor pot fer servir el mateix esquema argumentatiu del «més → més», però dient que com més gran és l'altura a la qual es troba l'objecte, més gran és la distància a la Terra i, per tant, la interacció entre la Terra i el cos (la gravetat) és menor. És clar que aquesta argumentació haurà d'anar acompanyada d'una discussió sobre la gravetat com a força entre cossos i potser del concepte de força.

En el cas de la preferència del nedador, podem fer veure als estudiants que la resposta de la pregunta no és l'apropiada. El problema demana sobre el temps i els estudiants responen sobre la manera més favorable d'arribar a la caixa. En aquest cas, podríem mostrar altra vegada la pregunta real a l'estudiant i esperar la seva nova resposta. I llavors, professor i estudiant podrien discutir sobre si la forma més fàcil necessita també menys temps. D'aquesta manera, els estudiants podrien començar a pensar d'una forma alternativa. Sempre, dependent de les intervencions dels estudiants, el professor podrà suggerir nous arguments basats, o no, en altres tòpics, i proposar als estudiants de discutir-los. Això té sentit si estem pensant en una classe com un context dialèctic.

Finalment, tenim el cas dels llocs d'analogia. Sobre l'experiment amb la vamba i el bolígraf, alguns estudiants diuen que no és vàlid perquè l'analogia entre el cas d'una persona i una escopinada i el cas d'una vamba i un bolígraf no és bona. Les diferències de pes entre

objectes no es veuen equivalents. En aquest exemple, podríem argumentar demanant a aquests estudiants que com ho saben que l'analogia no és adequada i si han fet mesures i càlculs per arribar a la seva conclusió.

Comentaris

Amb l'anàlisi presentada podem entendre la importància de trobar la manera com els estudiants pensen i construeixen els seus arguments. Com hem dit a la introducció, el nostre objectiu no és analitzar les idees prèvies com a idees o concepcions, sinó que volem anar més enllà d'aquestes concepcions. És el raonament (els arguments) que els estudiants han elaborat a un nivell més profund, que poden especificar o no, en el que estem interessats. Els estudiants sempre pensen d'una manera per unes raons, uns arguments, i hem vist que podem investigar aquestes raons o arguments amb una teoria clàssica de l'argumentació. Realment, estem analitzant esquemes argumentatius o de sentit comú, els quals són compartits pels estudiants, i els tòpics o llocs poden ser considerats pertanyents al sentit comú. El nostre estudi pot contribuir amb una estratègia didàctica perquè els professors es puguin enfrontar a les concepcions alternatives dels estudiants. Aquesta estratègia no s'ha de prendre com una recepta, sinó només com una eina per a la discussió i la reflexió en una classe de ciències vista com un context dialèctic.

Per tal d'analitzar un discurs argumentatiu en didàctica de les ciències, els marcs teòrics que s'han utilitzat més sovint es basen en autors contemporanis com ara Toulmin (1958) i més recentment Walton (1996) o Van Eemeren (2004). Aquests marcs teòrics tenen gran influència de la teoria argumentativa d'Aristòtil. Per això, hem decidit anar a la teoria més antiga de l'argumentació, en la qual aquests autors s'han basat, per analitzar les classes de ciències d'avui dia. D'aquesta manera, tenim l'oportunitat d'aplicar una teoria de l'antiguitat en una classe de ciències moderna i podem veure si és suficientment eficient.

De fet, hi ha limitacions en l'aplicació que hem fet de la teoria de l'argumentació d'Aristòtil degut a dos factors principals. Primer: la nostra anàlisi s'ha ocupat només de concepcions alternatives de l'àmbit de la mecànica. Com ja hem dit més amunt, aquesta és una àrea en la qual tenim molta experiència personal i que està molt basada en el sentit comú i, per tant, podem suposar que aquesta és la raó de per què els tòpics que hem identificat són només d'uns pocs i repetits tipus. En el futur, ens agradaria utilitzar el mateix marc teòric en altres àrees de la física. Segon: entenem que les categories d'Aristòtil són difícils de portar a la pràctica; entre altres coses, no són presentades en els seus llibres d'una forma prou clara i sistemàtica per a un lector d'avui dia, però potser sigui necessari d'aplicar-les per poder omplir els buits que els altres marcs usats més sovint a la recerca de les argumentacions en contextos d'educació científica tenen. Aquests marcs no foren elaborats inicialment per a contextos d'educació científica, sinó per a altres àrees, com ara dret o filosofia. Des que tots recullen conceptes i categories d'Aristòtil, nosaltres anem directament a Aristòtil per veure si algunes de les seves categories que no són recollides en els marcs contemporanis

poden ser útils per a la nostra àrea d'educació científica. En aquest sentit, el nostre treball pot contribuir també a les bases teòriques per a l'estudi de discursos argumentatius en un camp nou per a l'argumentació.

Aquesta recerca ha estat cofinançada pel DURSI (projectes ARIE-2005), referència 2005ARIE-1003 i per la Xarxa d'Incentivació de la Recerca Educativa REMIC (Recerca en Educació Matemàtica i Científica), referència 2006XIRE-00004, finançada pel DURSI i el Departament d'Educació de la Generalitat de Catalunya.

ANNEX 1

Tòpics extrets del llibre III dels *Tòpics* d'Aristòtil

— El més acompanya el més. (P. e. Si el plaer és un bé, també el que és més plaer serà més bé, i si ofendre és un mal, també ofendre més serà més mal.) (Tòp. 115a2)

— A més a més, quan dues coses són molt similars una de l'altra i no podem percebre cap superioritat de l'una respecte de l'altra, les hauríem de mirar des del punt de vista de les seves conseqüències. En efecte, allò del qual se segueix un bé més gran és també més desitjable; i si les conseqüències són dolentes, és preferible allò del qual se segueix un mal menor. (Tòp. 117a5)

— També el que és desitjable per si mateix és més desitjable que allò que ho és per una altra cosa. (Tòp. 116a29)

— Així, el que es dona per naturalesa és més desitjable que allò que es dona per una altra cosa. (Tòp. 116b10)

— I també és preferible el que és possible per sobre del que és impossible. (Tòp. 116b26)

Tòpics del llibre de la *Retòrica*

Tòpics del possible i l'impossible

— Si és possible que el contrari sigui o hagi estat, també el seu contrari semblarà que és possible: si és possible, per exemple, que un home s'hagi guarit, també és possible que caigui malalt, car la potència és la mateixa en ambdós contraris en tant que contraris. (*Retòrica*, 1392a)

— Ensem, si allò que és més difícil és possible, també ho és allò que és més fàcil. (*Retòrica*, 1392a)

— I si quelcom esdevé possible en un grau d'excel·lència i de bellesa, també esdevé possible en general, car és més difícil bastir una casa bella que una casa. (*Retòrica*, 1392a)

— Alhora, si entre dues coses que són similars l'una és possible, també l'altra que és similar ho és. (*Retòrica*, 1392a)

Tòpics del fet esdevingut i no esdevingut

— Si s'ha esdevingut allò que per naturalesa era menys apte per a esdevenir-se, allò que per naturalesa era més apte per a esdevenir-se també pot haver-se esdevingut. (*Retòrica*, 1392b)

— Ensem, s'esdevindrà quelcom, si totes les coses que per naturalesa es produeixen anteriorment ja s'han esdevingut: si el cel està ennuvolat, per exemple, és probable que ploqui. Igualment, si aquella cosa per mor de la qual es fa una altra cosa s'ha produït, és probable que també aquesta cosa es produeixi: si ja s'han posat, per exemple, els fonaments d'una casa, probablement també serà edificada la casa. (*Retòrica*, 1393a)

Tòpics dels entimemes

— Un altre lloc es treu del més i del menys. Per exemple: si ni tan sols els déus no saben totes les coses, amb més raó els homes, la qual cosa vol dir, efectivament, que si un predicat

s'aplica a una cosa a la qual podria aplicar-se més, és clar que tampoc no s'aplica a una cosa a la qual podria aplicar-se menys. (*Retòrica*, 1397b)

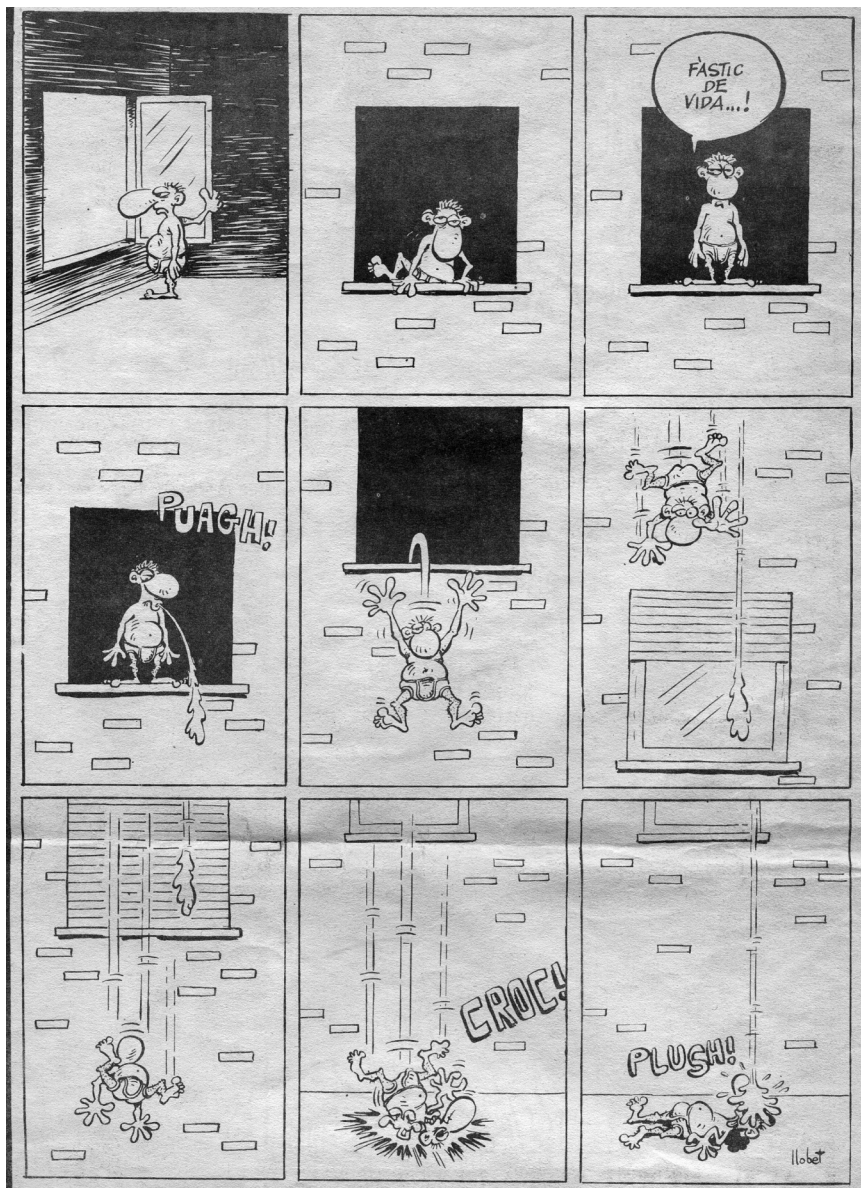
— Un altre lloc consisteix a expressar les referències proporcionals a partir dels elements que són anàlegs. (*Retòrica*, 1399a)

— Un altre lloc consisteix a concloure que, si el conseqüent és el mateix, els antecedents també són els mateixos. (*Retòrica*, 1399b)

— Un altre lloc es treu de la causa: si la causa existeix, es diu que la cosa és, però si la causa no existeix, es diu que la cosa no és, car la causa i allò que produeix la causa van conjuntament i res no existeix sense causa. (*Retòrica*, 1400a)

ANNEX 2

A continuació teniu un còmic format per unes poques vinyetes. Mireu i llegiu el còmic i argumenteu amb els companys si el que es presenta al còmic es podria donar a la realitat. Heu de justificar totes les afirmacions que feu.



Bibliografia

- ANDERSSON, J. (1986), «The experiential Gestalt of causation: a common core to pupils' conceptions in Science», *European Journal of Science Education*, **8** (2), 51-171.
- ARISTÒTIL (1928), *The works of Aristotle translated into english*, traducció de W. D. Ross, Oxford, Oxford University Press.
- (1982), *Tratados de lógica (Órganon) I, Tópicos*, Madrid, Gredos.
- (1998), *Retòrica. Poètica*, Barcelona, Edicions 62.
- BREWER, W. F. (ed.), *Theoretical issues in reading comprehension*, Hillsdale (Nova Jersey), Lawrence Erlbaum University Press.
- CASTELLS, M. (1997), *Patrons de raonament dels estudiants en resoldre problemes de relativitat galileana, i factors que els influencien en les respostes i en els raonaments*, Barcelona, Servei de Publicacions UAB. [Tesi doctoral]
- DISSA, A. *et al.* (1980), «Momentum flow as an alternative perspective in elementary mechanics», *American Journal of Physics*, **48** (5), 365-369.
- DRIVER, R. (1986), «Psicología cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos», *Enseñanza de las Ciencias*, **4** (1), 3-15.
- DRIVER, R.; GUESNE, E.; TIBERGHEN, E. (1985), *Children's ideas in science*, Filadèlfia, Open University Press.
- DRIVER, R.; NEWTON, P.; OSBORNE, J. (2000), «Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms», *Science Education*, **84**, 287-312.
- DUSCHL, R. *et al.* (1999), «"Middle school science students" Dialogic argumentation», *European Science Education Research Association Conference* (Kiel, 1999).
- DUSCHL, R.; OSBORNE, J. (2002), «Supporting and promoting argumentation discourse in science education», *Studies in Science Education*, **38**, 39-72.
- EEMEREN, F. H. R. van; GROOTENDORST, R. (1996), *A handbook of historical backgrounds and contemporary development fundamentals of argumentation theory*, Nova Jersey, Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- (2004), *A systematic theory of argumentation. The pragma-dialectical approach*, Cambridge, Cambridge University Press.
- ERDURAN, S.; SIMON S.; OSBORNE, J. (2004), «TAPping into argumentations: developments in the application of Toulmin's argument pattern for studying sciences discourse», *Science Education*, **88** (6), 915-933.
- GENTER, D.; STEVENS, A. L. (ed.) (1983), *Mental models*, Hillsdale, Lawrence Erlbaum.
- GROSS, A. (1990), *The rhetoric of science*, Cambridge, Harvard University Press.
- GUTIÉRREZ, R.; OGBORN, J. (1992), «A causal framework for analysing alternative conceptions», *International Journal of Science Education*, **14** (2), 201-220.
- HIERREZUELO J.; MONTERO, A. (1989), *La ciencia de los alumnos*, Barcelona, Laia, Ministerio de Educación y Ciencia.
- JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P.; BURGALLÓ, A.; DUSCHL, R. A. (2000), «Doing the lesson or doing science. Argument in high school genetics», *Science Education*, **84** (6), 1-36.
- KELLY, G. J.; DRUKER, S.; CHEN, C. (1998), «Students' reasoning about electricity: Combining performance assessments with argumentation analysis», *International Journal of Science Education*, **20** (7), 849-871.
- KNEALE, M.; KNEALE, W. (1962), *The development of logic*, Oxford, Clarendon Press.
- KUHN, D. (1992), «Thinking as argument», *Harvard Educational Review*, **62** 155-178.
- (1993), «Science as argument: implications for teaching and learning scientific thinking», *Science Education*, **77** (3), 319-337.
- MILLAR, R. (1998), «Rhetoric and reality: what practical work in science education is really for». A:

- OGBORN, J.; KRESS, G.; MARTINS, I.; MCGILLI-CUDDY, K. (1996), *Explaining science in the classroom*, Buckingham, Open University Press.
- PERELMAN, Ch.; OLBRECHTS-TYTECA, L. (1989), *La nueva retórica*, Madrid, Gredos.
- PRELLI, L. (1989), *A rhetoric of science: Inventing scientific discourse*, Columbia, SC, University of South Carolina Press.
- RUMELHART, D. E. (1980), «Schemata: the building blocks of cognition». A: SPIRO, R. J.; BRUCE, B. C.;
- TOULMIN, S. (1958), *The uses of argument*, Cambridge, Cambridge University Press.
- VIENNOT, L. (1996), *Raisonnement in physics: La part du sens commun. Pratiques pédagogiques*, París, De Boeck and Larcier.
- VIENNOT, L. et al. (1979), «Spontaneous reasoning in elementary dynamics», *European Journal of Science Education*, **18**, 208-212.
- WALTON, D. N. (1996), *Argumentative schemes for presumptive reasoning*, Nova Jersey, Lawrence Erlbaum Associates.
- WATTS, J. W. et al. (1982), «Gravity- don' take it for granted», *Physics Education*, **18**, 213-217.
- WELLINGTON, J. (ed.), *Practical work in school science: Which way now?*, Londres, Routledge.

EL PAPEL DE LA HISTORIA DE LA CIENCIA EN EL DISEÑO DE UN MODELO DIDÁCTICO PARA LA ENSEÑANZA DE LA NOCIÓN DE *CAMBIO QUÍMICO*

JOSÉ OMAR ZÚÑIGA CARMONA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BARCELONA, ESPAÑA.
UNIVERSIDAD DEL CAUCA, COLOMBIA.

Palabras clave: *historia de la ciencia, enseñanza de las ciencias, modelo didáctico*

The role of the history of science in the design of a didactic model for teaching the notion of chemical change

Summary: *The starting point of this communication is the consideration that a scientific concept cannot be explained only by its formal definition; the same one that appears in the texts or that the teacher offers in the classroom. Then, what other elements do they constitute a scientific concept? The study of the history of science and its application in science teaching, allows to enlighten several elements in the making of a scientific concept. Such elements, in turn, can structure a didactic model that can help to make teacher explanations of scientific concepts more meaningful. In this article these elements are described, taking as a reference the concept of chemical chemist.*

Key words: *history of the science, science teaching, didactic model*

Introducción

Este documento se ubica —fundamentalmente— en el plano de la enseñanza. Por ello, su propósito es plantear un modelo para la enseñanza de los conceptos científicos en general, y de la noción de *cambio químico* en particular, teniendo en cuenta algunos aportes de la historia de la ciencia aplicados en enseñanza de las ciencias.

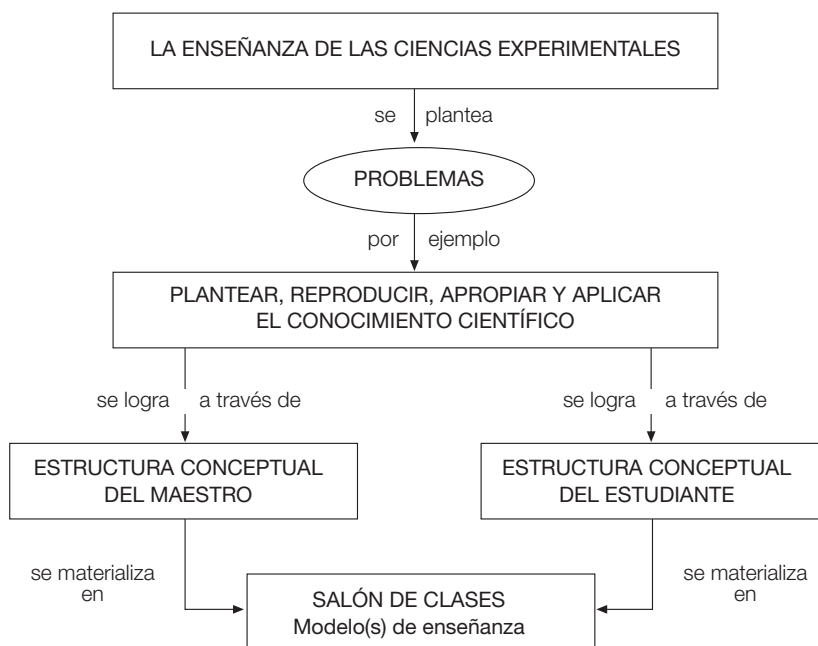
Se tienen en cuenta dos consideraciones como fundamento para la propuesta alternativa que se sustenta en esta comunicación:

- Que el estudio de los contenidos de una ciencia, centrado solamente en sus conceptos, no consiste sólo en conocer los principios, leyes y experimentos involucrados en una teoría científica. También es importante el estudio de su acontecer. Pero esto no refiere solamente a la enumeración acumulada de datos biográficos de los científicos y de sus logros, sino más bien a la discusión acerca de cómo han ido evolucionando las ideas y las técnicas, es decir, el análisis del modo de pensar y de hacer de quienes han dedicado parte de su vida al desarrollo de la ciencia (Chalmers, 1994: 112-113).
- Que una forma de enseñar (y aprender) de modo significativo involucra, por un lado, la comprensión del origen y evolución de los conceptos científicos y, por otro, entender que estos conceptos pertenecen al mundo de la historia y de la cultura (Chalmers, 1994: 112-113). Por ello, se destaca la importancia que tiene para la enseñanza (y el aprendizaje) de las ciencias el reconocimiento del significado de los conceptos científicos como procesos en construcción permanente, más allá de las definiciones que aparecen en los libros de texto.

La estructura general de este documento se sintetiza en la explicación de tres esquemas, los cuales aparecerán explicados a lo largo de la comunicación y registrados al final del mismo (ver anexo). El esquema 1 se refiere a la estructura conceptual de la enseñanza de las ciencias, reflejada en el salón de clases. El esquema 2 ilustra, de manera particular, el desarrollo de una clase de ciencias en el contexto del modelo de transmisión-recepción, y el esquema 3 presenta una propuesta alternativa, que se sustenta en esta comunicación, para la enseñanza de los conceptos científicos, teniendo en cuenta los aportes de la historia de la ciencia. A continuación, se presenta la explicación de cada uno de los esquemas, terminando con la explicación de la propuesta alternativa para enseñar los conceptos científicos, la cual aparece sintetizada en el esquema 3.

La estructura conceptual de la enseñanza de las ciencias

La figura 1 hace referencia a la estructura conceptual de la enseñanza de las ciencias y recoge un planteamiento formulado por Zambrano (2000). De acuerdo con el esquema que aparece representado en la figura 1 (ver), el salón de clases constituye el escenario propicio para abordar la solución de problemas relacionados con la enseñanza de las ciencias, y en dicho esce-



Esquema 1. La estructura conceptual de la enseñanza de las ciencias (adaptado de Zambrano (2000)).

nario convergen tanto el punto de vista del estudiante como el punto de vista del profesor. Por supuesto, hay diferentes enfoques para interpretar esta relación profesor-estudiante que se da en el salón de clases. Por ejemplo, hay enfoques que consideran que solamente es suficiente con que el profesor defina las reglas que se van a seguir en dicha relación, además que tenga un conocimiento disciplinar sobre el área que enseña. Sin embargo, durante las últimas décadas se han propuesto otros modelos que consideran que, en el proceso de enseñanza (y aprendizaje), también es necesario y conveniente involucrar, de manera activa, el punto de vista de los estudiantes. Debe notarse que, por muchos años, los enfoques para la enseñanza (y el aprendizaje) no consideraron el papel activo de los estudiantes en el proceso; por consiguiente, el eje central de dicho proceso giraba en torno a la autoridad del profesor, quien determinaba (porque así estaba diseñado el sistema educativo) el qué, el cómo y el cuándo de las actividades que se sucedían en el aula de clases (modelo de transmisión-recepción).

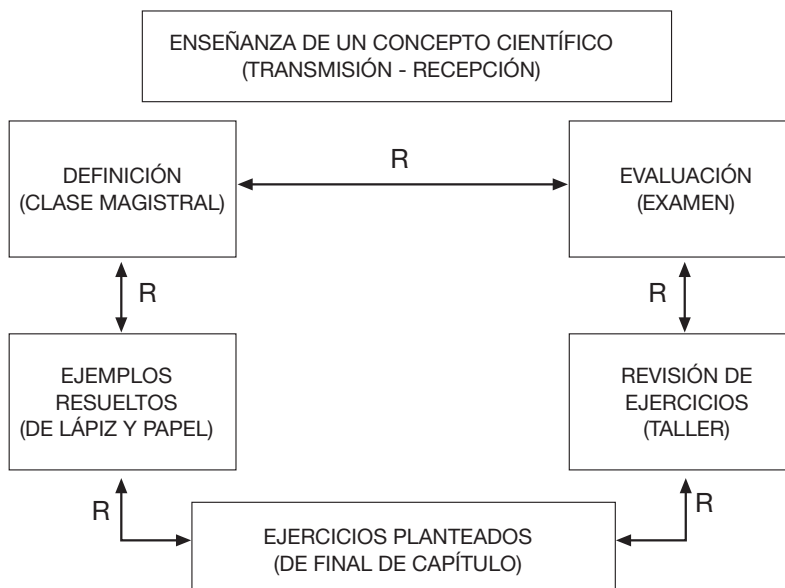
Un enfoque tradicional y predominante en la enseñanza de las ciencias

En el modelo de transmisión-recepción, entendido como una manera de explicar la relación profesor-estudiante que se da en el salón de clases, se considera el *conocimiento* como algo que se transmite de una mente a otra y que es adquirido por los estudiantes tal y como el profesor lo entiende y lo expone, mientras que los *conceptos* se explican en un contexto de justificación,

sin mucha relación con el problema que los originó. En ese mismo modelo, la *ciencia* se presenta como un cuerpo de conocimientos que crece por acumulación y poco sujeta a modificaciones. En ese contexto, la *enseñanza* se asume como una exposición de conocimientos científicos de manera verbal (en forma clara y ordenada), mientras que el *aprendizaje* se considera como la comprensión del conocimiento científico tal y como la ciencia lo ha formulado.

Ahora, en el esquema 2 se muestra cómo se desarrolla una clase de ciencias, en el contexto del modelo de transmisión-recepción. En el lenguaje coloquial de la escuela muchos profesores, en su práctica cotidiana, y la mayoría de los estudiantes asumen que la enseñanza (y el aprendizaje) de los conceptos científicos se cumple siguiendo, más o menos, los siguientes pasos: la presentación de las *definiciones* de los conceptos (ya sea a través de fórmulas, de ecuaciones o de la precisión de los significados), la *resolución de ejemplos* en el tablero (ilustración del concepto) y la asignación, como trabajo independiente (aplicación), de *ejercicios de lápiz y papel*, de aquellos que aparecen formulados en los libros de texto al final de cada capítulo. Al final, aparece la *evaluación*, que en la mayoría de los casos se remite a la *formulación de problemas tipo*, de los que los estudiantes ya se supone que resolvieron, pero cambiando algunos datos numéricos o algunas variables.

Sin embargo, en esta comunicación se considera que la enseñanza de un concepto siguiendo el esquema 2 deja de lado el proceso de construcción histórica del concepto que



Esquema 2. Esquema del desarrollo de una clase de ciencias, según el modelo de transmisión-recepción.

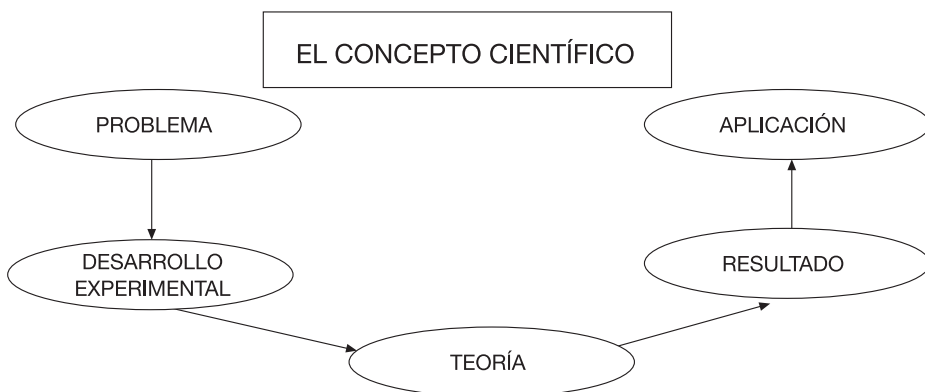
se pretende enseñar. De hecho, los *resultados* que se consignan en los libros de texto, y que —generalmente— son los que exponen los profesores a sus estudiantes, muestran solamente la etapa final del proceso de construcción de los conceptos. Utilizando una analogía, se puede decir que empezar una clase presentando la definición del concepto que se pretende estudiar es equivalente a proyectarle a un cineasta sólo la parte final de la película que quiere ver y entender.

Una propuesta alternativa

El esquema 3 (ver) sintetiza la propuesta mediante la cual se entiende, en esta comunicación, la noción de *concepto científico* explicada en el salón de clases.

Aunque, por supuesto, las *definiciones* hacen parte de la estructura de un concepto; debe tenerse en cuenta que las mismas son condición necesaria pero no suficiente para la enseñanza de los conceptos científicos. La estructura de un concepto —y su posterior enseñanza en el aula de clases— no puede apoyarse solamente en tales criterios. Por ello, se propone que, a partir de la revisión de la historia de la ciencia, se tenga en cuenta —además— los siguientes criterios: la identificación del *problema* que dio origen al concepto, mediante la formulación de una *pregunta o preguntas*; el *desarrollo experimental* que se siguió para recoger datos y evidencias empíricas que dieron fundamento a las hipótesis que luego se convirtieron en principios, leyes y *teorías* que hoy fundamentan la ciencia; los *resultados*, y las *aplicaciones*.

Particularmente, en esta comunicación se tendrá en cuenta la aplicación del esquema 3 para la enseñanza de la noción de *cambio químico*. Así pues, desde el punto de vista de la historia de la ciencia, se pueden identificar los problemas (a manera de preguntas)



Esquema 3. Propuesta alternativa para la enseñanza de un concepto científico en el salón de clases (adaptada de Zambrano (2000)).

que se planteó la humanidad y que posteriormente recogió la ciencia para su estudio, cuyo intento de resolución dio origen a los conceptos científicos que aparecen expresados en los textos escolares. Por ejemplo, desde el punto de vista del cambio químico, una *pregunta* que se podría plantear a los estudiantes en el salón de clases sería la siguiente: *¿cómo explicar las diferencias de masa entre los reactivos y los productos en algunas reacciones químicas?*

El planteamiento de esta pregunta permite estudiar todo el *desarrollo experimental* que incluye el origen de la química neumática o de los gases, el descubrimiento del oxígeno, la aparición de la balanza y su posterior utilización en los procesos de cuantificación de la materia, y cómo todo esto incidió en la construcción de los conceptos que hoy enseñamos en el salón de clases.

El desarrollo experimental nos permite entender el sentido y el significado de las teorías científicas que predominan en la ciencia y que enseñamos en el salón de clases. El estudio del desarrollo experimental, a lo largo del tiempo, nos ayuda a entender que las teorías se han construido a través de un largo proceso. Como profesores debemos entender, y debemos pretender que nuestros estudiantes también lo entiendan, que el desarrollo de la ciencia no ha seguido un proceso lineal ni acumulativo, sino que, por el contrario, ha tenido rupturas frecuentes, como producto de cambios paradigmáticos, en términos de Kuhn (1975), es decir, se han planteado modelos explicativos diferentes para un mismo fenómeno, lo que ha implicado el desarrollo de un nuevo lenguaje, de nuevos conceptos y de un nuevo vocabulario científico.

Siguiendo el esquema 3, una etapa siguiente nos muestra los *resultados*, es decir, lo que aparece registrado en los libros de texto y las estrategias con las que los profesores trabajamos en el salón de clases, a través de las cuales nos comunicamos con nuestros estudiantes. En este caso particular, para el cambio químico, estamos hablando del estudio de las reacciones químicas, que incluye el estudio de la ley de la conservación de la masa y la ley de la conservación de la energía. Entender estos conceptos, más allá de la simple definición, sigue constituyendo un aporte que podemos construir desde la historia de la ciencia. Es decir, que en lugar de tomar solamente la definición y los ejemplos resueltos, se puede seguir todo el proceso descrito para tratar de reconstruir todo el proceso en el salón de clases, que permita romper la idea de la ciencia como proceso lineal y acumulativo.

Para el caso particular que estamos analizando, se puede completar la explicación del esquema 3 hablando de la *aplicación*, es decir, ilustrando el cambio paradigmático que implicó el paso de la *teoría del flogisto* a la *moderna teoría de la combustión*. Ese cambio, que implicó la introducción de nuevos conceptos, de un nuevo vocabulario y de una nueva manera de comprender el fenómeno químico, también posibilitó el desarrollo de la química moderna que es lo que, como profesores, explicamos en el salón de clases.

En síntesis, el esquema 3 se refiere a una propuesta alternativa que tiene en cuenta los

aportes de la historia de la ciencia, para construir un modelo de enseñanza de los conceptos, que parte de un *problema*, que tiene en cuenta el *desarrollo experimental*, que ayuda a entender el surgimiento de los postulados que sustentan las *teorías* que se han construido para explicar los fenómenos o hechos, para luego interpretarlas como aparecen registradas en los libros de texto (*resultados*), y cómo todo ello puede servirnos para la *aplicación* en la enseñanza, es decir, para posibilitar la comprensión de otros conceptos científicos.

Conclusiones

En este documento se ha destacado el papel significativo que desempeña la historia de la ciencia en la enseñanza de las ciencias, en la medida en que aquella contribuye a consolidar la idea del desarrollo dinámico de la ciencia, ya que: *a)* permite visualizar la construcción de los conceptos científicos como un proceso que involucra variables tales como el contexto, el período histórico en el que se construyen los conceptos, el modelo de ciencia imperante en cada uno de esos períodos, etc., y *b)* permite reconocer algunas de las explicaciones preliminares que se han dado a través de la historia para tratar de entender los fenómenos de la naturaleza. Dichas explicaciones se han fortalecido o se han descartado, dependiendo de las evidencias empíricas que las respaldan o no. Esta idea también contrasta con la imagen invariable que algunos libros de texto presentan acerca del desarrollo de la ciencia.

Ya se ha mencionado que uno de los aportes de la historia de la ciencia a la enseñanza de las ciencias se fundamenta en que permite entender el desarrollo dinámico de la ciencia y, particularmente, conocer los conceptos científicos estructurados a partir de un proceso permanente de construcción, a partir de evidencias, datos empíricos recogidos a lo largo de la historia y con el aporte de científicos que han trabajado en diferentes contextos históricos y teóricos.

Realizar una enseñanza de las ciencias tomando como referencia la historia de la ciencia exige no sólo plantearse un relato de los acontecimientos o una referencia a los personajes que significaron algo en el desarrollo de la ciencia, sino también mostrar cuál fue la naturaleza de los problemas científicos en cada época y el modo en que éstos problemas aparecen conectados con las necesidades y exigencias de los individuos y sociedades involucradas en la cultura del momento.

Bibliografía

CHALMERS, A. F. (1994), *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?*, Madrid, Siglo XXI.

KUHN, T. S. (1975), *La estructura de las revoluciones científicas*, México, Fondo de Cultura Económica.

ZAMBRANO, A. C. (2000), *Relación entre el conocimiento del estudiante y el conocimiento del maestro en las ciencias experimentales*, Cali, Conciencias, Universidad del Valle.

GEOMETRIA I TRIGONOMETRIA EN EL TEOREMA DE MENELAU (100 dC)

**IOLANDA GUEVARA CASANOVA;¹ FÀTIMA ROMERO
VALLHONESTA;² MARIA ROSA MASSA ESTEVE³**

¹ IES BADALONA VII DE BADALONA. MEMBRE DEL GRUP D'HISTÒRIA DE LES MATEMÀTIQUES DE L'ASSOCIACIÓ DE BARCELONA PER A L'ENSENYAMENT I APRENENTATGE DE LES MATEMÀTIQUES.

² INSPECCIÓ DEL DEPARTAMENT D'EDUCACIÓ DE LA GENERALITAT DE CATALUNYA. MEMBRE DEL GRUP D'HISTÒRIA DE LES MATEMÀTIQUES DE L'ASSOCIACIÓ DE BARCELONA PER A L'ENSENYAMENT I APRENENTATGE DE LES MATEMÀTIQUES.

³ CENTRE DE RECERCA PER A LA HISTÒRIA DE LA TÈCNICA. UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA. COORDINADORA DEL GRUP D'HISTÒRIA DE LES MATEMÀTIQUES DE L'ASSOCIACIÓ DE BARCELONA PER A L'ENSENYAMENT I APRENENTATGE DE LES MATEMÀTIQUES.

Paraules clau: *trigonometria, teorema de Menelau, Ptolemeu, teorema de Tales, Geogebra, ensenyament, raonament geomètric, raonament aritmètic*

Geometry and Trigonometry in Menelau's theorem (100 dC)

Summary: History can be useful for science teaching. In this paper we present Menelau's theorem in spherical version. We explain the importance of the spherical Menelau's theorem in the astronomy and in the development of Arabian trigonometry. We use the plane version to create a new teaching material which contains an activity using Geogebra, a computing scholar program, and another activity where pupils have to follow the demonstration as Ptolemeu does in the Almagest.

Key words: trigonometry, Menelau's theorem, Ptolemeu, Tales theorem, Geogebra, teaching, geometric reasoning, arithmetical reasoning

Introducció

La història de les matemàtiques, com a recurs explícit a l'aula, permet millorar l'assoliment de conceptes matemàtics mitjançant l'anàlisi contextualitzada de textos històrics (Massa, 2003). El grup d'història de les matemàtiques de l'ABEAM (Associació de Barcelona per a l'Estudi i Aprenentatge de les Matemàtiques) presenta aquesta comunicació dins del projecte «El naixement i desenvolupament de la trigonometria dins les diferents civilitzacions», que investiga l'evolució històrica dels conceptes trigonomètrics. Els objectius del projecte són: primer, proporcionar als professors una breu història dels orígens de la trigonometria, posant èmfasi en les idees trigonomètriques que formen part del currículum; segon, proporcionar traduccions de textos rellevants per utilitzar a l'aula, i, finalment, dissenyar i experimentar activitats d'aula que ajudin a entendre millor els conceptes trigonomètrics. Treballem des de diferents perspectives: la notació, l'evolució del concepte d'angle, les taules de sinus, el teorema del sinus i del cosinus... Així, en la nostra anàlisi dels textos estudiem els mètodes de càlcul per a construir les taules de sinus, on i com comença la notació trigonomètrica, quan apareixen les primeres demostracions i teoremes, la relació entre la trigonometria i la geometria, la relació entre la trigonometria i l'astronomia, quan la trigonometria esdevé una ciència independent i de quina manera la trigonometria s'aplica a altres camps com la navegació, l'òptica i l'astronomia. A l'hora d'analitzar textos històrics a classe, també pensem atenció als raonaments matemàtics i al tipus de demostracions que hi apareixen, per tal de preveure el grau de dificultat que poden generar, si es presenten com activitats d'aula.

La investigació abraça des de l'antiguitat fins al període de Regiomontanus (1436-1476), analitzant textos rellevants i dissenyant activitats per utilitzar a l'aula.¹ Altres textos ja analitzats en aquest projecte han estat: *Sobre los tamaños y las distancias del Sol y la Luna* d'Aristarc de Samos (310 aC-230 aC) (Aristarco de Samos, 2007); els *Elements* d'Euclides (300 aC) (Romero; Guevara; Massa, 2007); l'*Almagest* de Ptolemeu (c. 85-c. 165 dC) (Massa & Romero, 2003); *Traité du quadrilatère* de Nassir-al-Tusi (1201-1274) (Romero, Massa & Casals, 2006), i *De triangulis omnimodis* de Regiomontanus (1436-1476) (Guevara & Casals, 2003).

En aquest article es presenta el teorema de Menelau per a tres dimensions, inclòs a les *Esfèriques* del mateix autor (100 dC), i la demostració, amb sis lemes previs, recollida a l'*Almagest* de Ptolemeu (c. 85-c. 165 dC). El lema 2, versió plana del teorema, és el que ha originat l'activitat d'aula per a alumnes de 4t d'ESO, que s'analitza al final de l'article com a mostra del tipus d'activitats que es poden generar a partir de textos històrics. L'activitat s'ha experimentat a l'IES Badalona VII durant el curs escolar 2006-2007.

1. El grup de treball d'història es va formar el curs 1999-2000 i pertany a l'ICE de la Universitat de Barcelona. Els altres membres del grup són M. Àngels Casals Puit (IES Joan Corominas) i Paco Moreno Rigall (IES XXV Olimpíada). Sobre el desenvolupament de la trigonometria podeu consultar Zeller (1944) i Maor (1998).

Les Esfèriques de Menelau

Des de l'antiguitat, l'astronomia va representar un estímul important per al desenvolupament d'algunes branques de les matemàtiques com la geometria i la trigonometria esfèriques que, juntament amb alguns elements de cosmografia, van propiciar l'aparició d'una disciplina anomenada *esfèrica*.

Dins d'aquesta tradició, l'esfera era considerada com una figura més pròpia de l'astronomia que de la geometria, i en les esfèriques s'estudiaven les línies sobre l'esfera més que l'esfera pròpiament dita. Els treballs més antics d'esfèrica van ser escrits entre els segles IV aC i I dC, i van ser sintetitzats per Pappus (~320 dC) en el llibre VI de la seva *Col·lecció matemàtica*.

Alguns autors anteriors a Menelau que van tractar problemes relatius a l'esfèrica van ser Autòlic de Pítana (360-300 aC), Euclides (~300 aC), Hiparc (190-120 aC) i Teodosi de Trípoli (107-43 aC). D'aquest darrer autor, l'obra més important que ens ha arribat és *Les esfèriques*. Es tracta d'un recull, dividit en tres llibres, que conté seixanta teoremes i problemes sobre l'esfera.

L'element innovador de l'obra homònima de Menelau les *Esfèriques* (100 dC) és el triangle esfèric, completament absent a l'obra de Teodosi de Trípoli (traducció de 1927).² El text original grec no ens ha arribat i només el coneixem a través de les diferents versions àrabs, llatines i hebraïques a les quals ha donat lloc. La primera de les traduccions podria haver estat feta cap a l'any 200 de l'hègira (≈ 815-816 dC) a partir d'una versió siríaca. Aquesta traducció va ser revisada per l'astrònom i matemàtic al-Māhāhni (entre el 825 i el 880) i després per al-Harawi (entre el 930 i el 990), un dels més grans astrònoms perses del seu temps. Hi ha hagut moltes altres versions del text, però se'n poden destacar dues explícitament crítiques redactades per dos savis àrabs musulmans: la primera, el 1265, del conegut astrònom i matemàtic Nasir al-din Altusi (1201-1274) i la segona, poc abans del 1300, de Muhammad Jamāl al-Din. Pel que fa a Europa, cal destacar la traducció al llatí de l'erudit sicilià François Maurolico, publicada a Messina el 1558. Aquesta traducció llatina va ser reimpressa en una obra del pare Mersenne a París, el 1664, i a continuació de la segona edició del text grec de Teodosi per Hunt a Oxford, el 1707. També el gran astrònom Halley (1656-1742) va donar-ne una versió llatina que va ser impresa el 1758.³

Les *Esfèriques* de Menelau, segons les versions i els agrupaments de proposicions que s'hi fan, comprenen entre 63 i 91 teoremes i normalment es divideixen en tres llibres; amb ells s'evidencia que és el primer autor que separa la trigonometria de les esfèriques i de l'astronomia.

2. Segons Paul Ver Eecke, citat en Teodosi (1927), Hiparc de Nicea ja havia fet observacions astronòmiques, un segle abans que Teodosi, que l'havien dut a plantejar-se problemes que exigien l'ús del triangle esfèric. El fet que Teodosi el descartés de la seva obra podria ser perquè les propietats d'aquesta figura no havien estat encara totalment desenvolupades; caldria esperar l'obra de Menelau.

3. Més informació sobre Menelau i la seva obra, a Bulmer-Thomas (1971) i R. Nadal *et al.* (2004).

El llibre I comença amb la definició: «un triangle esfèric és l'espai comprès entre tres arcs de cercles màxims sobre la superfície de l'esfera amb la limitació que aquests arcs són sempre menors que un semicercle». En aquest llibre sembla tenir la intenció de demostrar per als triangles esfèrics proposicions anàlogues a les d'Euclides per als triangles plans en el llibre I dels *Elements*. A la proposició 11 prova que la suma dels tres angles d'un triangle esfèric és més gran que dos de rectes. Menelau no va utilitzar l'estil de demostració d'Euclides, va evitar l'ús de proves indirectes com la reducció a l'absurd.

En el llibre II es troben les primeres proposicions directament relacionades amb problemes d'astronomia, algunes de les quals es poden trobar a l'obra de Teodosi, *Les esfèriques*, o a la d'Euclides, els *Fenòmens*. Aplica la geometria esfèrica desenvolupada en el llibre I a l'astronomia.

El llibre III es pot dividir en dues parts i està dedicat a la trigonometria esfèrica. La primera part conté alguns resultats trigonomètrics fonamentals com la proposició 1, coneguda amb el nom de *teorema de Menelau*. Les proposicions següents estableixen la proporcionalitat dels sinus de certs arcs homòlegs (o de la seva suma o diferència) de dos triangles esfèrics amb certs elements iguals. Hi ha, també, teoremes que vénen de la geometria plana, referits, per exemple, a la intersecció de les bisectrius o les altures d'un triangle esfèric. La segona part tracta problemes més específics, com la comparació entre raons entre determinats arcs de cercles màxims. Aquesta segona part sembla reprendre una altra obra de Menelau que es va perdre i que tractava de problemes relatius a la sortida i la posta dels signes del zodíac.

El teorema de Menelau

El llibre III de les *Esfèriques* de Menelau comença amb la proposició següent, que més tard es coneixerà com a *teorema de Menelau*.

Si ADB i AEG són dos arcs de cercles màxims i DG i BE són dos arcs més que es tallen en el punt Z , aleshores es compleix:

$$\frac{\text{Crd}(\text{arc } 2GE)}{\text{Crd}(\text{arc } 2EA)} = \frac{\text{Crd}(\text{arc } 2GZ)}{\text{Crd}(\text{arc } 2ZD)} \cdot \frac{\text{Crd}(\text{arc } 2DB)}{\text{Crd}(\text{arc } 2BA)}^4.$$

La demostració d'aquest teorema la presentarem a partir de la que es troba al llibre I de l'*Almagest*, de Ptolemeu (85-165 dC). En aquesta obra, la demostració ve precedida de sis lemes que faciliten la seva comprensió.⁵

4. L'enunciat del teorema de Menelau és una traducció nostra del que se cita al DSB per Bulmer-Thomas (1971: 298).

5. Menelau no havia inclòs a la seva obra els sis lemes previs que trobem a l'*Almagest* de Ptolemeu. No se sap del cert per què no els va incloure, bé perquè eren coneguts a l'època o bé perquè els havia demostrat en altres llibres que s'han perdut.

Els dos primers lemes expressen relacions entre les longituds dels segments obtinguts en tallar tots els costats d'un triangle, o les seves prolongacions, per una recta qualsevol.

El lema 2, que es coneix com a versió plana del teorema de Menelau,⁶ estableix el següent:

Donat un triangle ADG i una recta BZF que talla els tres costats del triangle o les seves prolongacions en els punts B, Z i F , llavors es compleix:

$$\frac{GE}{EA} = \frac{GZ}{ZD} \cdot \frac{DB}{BA}$$

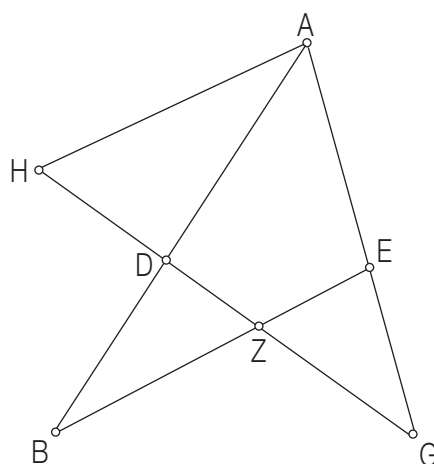


Figura 1. Il·lustració del lema 2 de l'*Almagest*. (Ptolemeu, 1984: 65, fig. 1.9)

Els altres quatre lemes relacionen arcs i cordes en un cercle i seran els que permetran fer el pas de la trigonometria plana a la trigonometria esfèrica. A tall d'exemple, el lema 3 estableix el següent:

Si prenen tres punts consecutius A, B i G en un cercle de centre D , de tal manera que els arcs AB i BG siguin menors que un semicercle. S'uneix el punt A amb el G i el centre de la circumferència amb el punt B . Llavors:

$$\frac{\text{Crd arc } 2AB}{\text{Crd arc } 2BG} = \frac{AE}{EG}$$

6. Aquest lema és el que s'ha triat per a desenvolupar com a activitat per als alumnes.

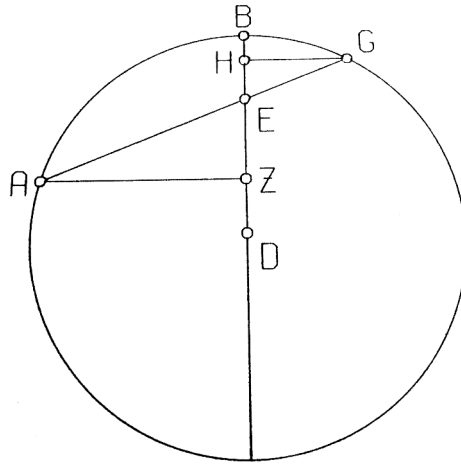


Figura 2. Il·lustració del lema 3 de l'*Almagest*. (Ptolemeu, 1984: 70, fig. 1.10)

Per demostrar el teorema de Menelau, Ptolemeu utilitza una figura, en la qual BE i GD són arcs de cercle màxim que es tallen a Z i van a trobar els altres arcs de cercle màxim, AB i AG . Aquesta figura reproduïx sobre l'esfera la figura que il·lustra la versió plana del teorema.

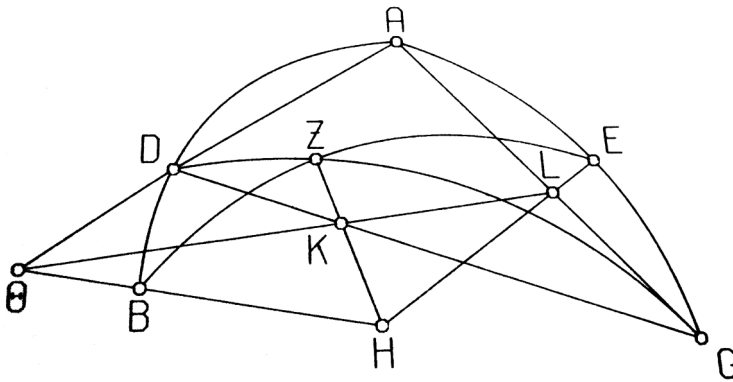


Figura 3. Il·lustració del teorema de Menelau de l'*Almagest*. (Ptolemeu, 1984: 68, fig. 1.14)

El que es tracta de demostrar és:

$$\frac{\text{Crd}(\text{arc } 2GE)}{\text{Crd}(\text{arc } 2EA)} = \frac{\text{Crd}(\text{arc } 2GZ)}{\text{Crd}(\text{arc } 2ZD)} \cdot \frac{\text{Crd}(\text{arc } 2DB)}{\text{Crd}(\text{arc } 2BA)}$$

Per a fer la demostració, primer es construeixen una sèrie de línies addicionals. S'uneix el centre H de l'esfera amb els punts B, Z i E , i s'obtenen els segments HB, HZ i HE . S'ajunten A amb D i també H amb B , i es prolonguen fins a trobar-se en Θ . S'ajunten també D amb G i A amb G , i s'anomenen K i L els punts de tall de les línies DG i AG amb HZ i HE .

Un cop feta la construcció, es posa de manifest que els punts Θ, K i L estan alineats perquè pertanyen simultàniament al pla que determina el triangle ADG i també al pla que determina el cercle màxim BZE .

La demostració pròpiament dita comença amb l'aplicació del teorema en la seva versió plana a la figura determinada per les línies $A\Theta, AG, \Theta L$ i GD , i en resulta la igualtat:

$$\frac{GL}{LA} = \frac{GK}{KD} \cdot \frac{D\Theta}{\Theta A} \quad (*)$$

Després es converteix cadascuna d'aquestes fraccions en quocient de cordes aplicant els lemes previs. Per exemple, aplicant a la part dreta de la figura el lema 3 que hem posat d'exemple, obtindrem:

$$\frac{GL}{LA} = \frac{\text{Crd arc } 2GE}{\text{Crd arc } 2EA}$$

De manera similar, es converteixen les altres dues fraccions, i un cop convertides es reescriu la igualtat (*) en termes de cordes, i s'obté el teorema.

Després d'aquesta demostració hi ha una sèrie d'exemples sobre l'aplicació del teorema als càlculs astronòmics, com per exemple el càlcul de la declinació de l'eclíptica.

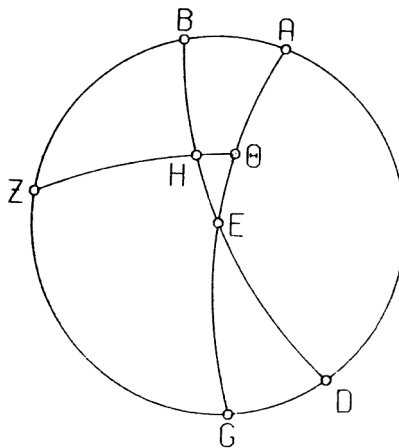


Figura 4. Il·lustració del càlcul de la declinació de l'eclíptica. (Ptolemeu, 1984: 70, fig. 1.15)

En aquesta figura, AEG representa l'equador i BED , l'eclíptica. E és el punt d'intersecció d'ambdós cercles a l'equinocci de primavera. Z és el pol de l'equador en l'arc ABG i $Z\Theta$ és un arc de cercle màxim que talla l'eclíptica en el punt H .

Es tracta de determinar la declinació $H\Theta$.

Els arcs BE i $Z\Theta$, que troben els arcs AZ i AE i es tallen en el punt H , reproduïxen la figura del teorema de Menelau i, per tant, es pot aplicar el teorema que donarà el valor de la declinació.

Teorema de Menelau per a dues dimensions. Activitat de classe

Aquest teorema és el que s'ha desenvolupat com a activitat d'aprenentatge per a alumnes de 4t d'ESO. L'enunciat del teorema diu:

Si una recta talla els costats AG , GD i DA del triangle ADG (o les seves prolongacions)

en els punts E , Z i B respectivament, aleshores: $\frac{GE}{EA} = \frac{GZ}{DZ} \cdot \frac{DB}{BA}$.

Que equival a dir: $\frac{AE}{EG} = \frac{GZ}{DZ} \cdot \frac{DB}{BA} = 1$.

L'activitat es realitza durant dues sessions de classe consecutives, a la primera de les quals cada alumne ha de disposar d'un ordinador. Es tracta de fer una construcció amb el Geogebra, semblant a la que il·lustra el lema 2 previ a la demostració del teorema de Menelau a l'*Almagest*, i comprovar amb el mateix programa la igualtat: $\frac{AF}{BF} = \frac{CE}{AE} \cdot \frac{BD}{CD} = 1$. A continua-

ció, amb la dinàmica que permet el programa⁷ es tracta d'anar movent la figura i, fent el càlcul per diferents posicions, veure que la igualtat es manté per a qualsevol triangle i qualsevol recta que talli els seus costats o les seves prolongacions.

Es planteja la situació als alumnes: un triangle ABC i una recta qualsevol per dos punts (P, Q) que talla els tres costats del triangle en tres punts (D, E, F) . Se'ls dona una sèrie d'instruccions i, finalment, se'ls demana que enuncïin el teorema. La seqüència d'instruccions per als alumnes és:

1. Construïu un triangle ABC i una recta PQ que talli els tres costats del triangle o les seves prolongacions.
2. Anomenau D el punt de tall de la recta PQ amb BC o la seva prolongació i E i F els corresponents a AC i AB respectivament.
3. Calculeu la relació: $\frac{AF}{BF} = \frac{CE}{AE} \cdot \frac{BD}{CD} = 1$.

7. En les construccions amb Geogebra (Hohenwarter, 2006) es poden moure objectes, sense que es perdin els vincles amb què han estat creats. Això permet comprovar propietats d'una manera molt àgil. Encara que aquestes comprovacions no poden substituir les demostracions, són de gran ajut per a la seva comprensió. Sovint convencen més els alumnes que les demostracions formals.

4. Moveu els vèrtexs del triangle i també la recta PQ. Refeu el càlcul de l'apartat anterior i observeu que la relació es manté.
5. Enuncieu el teorema.

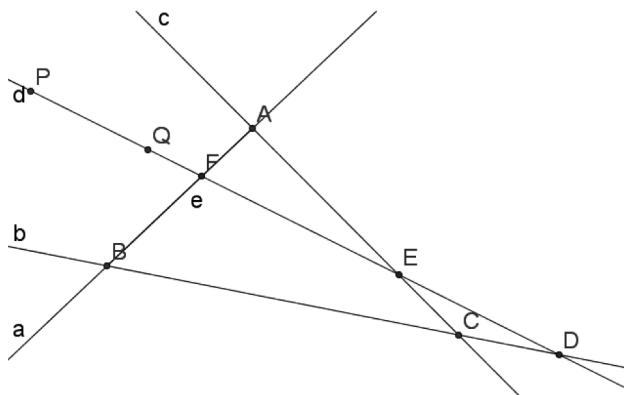


Figura 5. Il·lustració de la construcció del teorema amb el Geogebra.

L'activitat es va desenvolupar satisfactòriament. La majoria d'alumnes van enunciar el teorema de forma correcta després d'una posada en comú amb els companys. Finalment, un alumne va escriure l'enunciat a la pissarra.

Per a la segona sessió els alumnes havien d'haver cercat informació sobre Menelau i Ptolemeu, l'època i el lloc en què van viure i les seves obres.

L'objectiu d'aquesta sessió era que cada alumne reproduís la demostració del teorema de Menelau que apareix a l'*Almagest* amb l'ajuda d'unes indicacions que se li donaven en els fulls de treball. Un cop completat per l'alumne, el text havia de dir:

- a) Es construeix la paral·lela a la recta DEF pel punt B i s'anomena I el punt de tall amb AC.
- b) Es reuneixen les condicions per aplicar el teorema de Tales als costats AB i AC del triangle i, per tant, $\frac{AF}{BF} = \frac{AE}{IE}$ es complirà.
- c) Es multiplica i divideix per CE el segon membre de la igualtat, que es transformarà en: $\frac{AF}{BF} = \frac{AE}{CE} \cdot \frac{CE}{IE}$.
- d) S'aplica el teorema de Tales als costats AC i BC; aleshores es compleix $\frac{CE}{BF} = \frac{CD}{IE}$.
- e) A la igualtat obtinguda a l'apartat c), se substitueix $\frac{CE}{BF}$ per la fracció equivalent-obtinguda a l'apartat a) i s'obté: $\frac{AF}{BF} = \frac{AE}{IE} = \frac{AE}{CE} \cdot \frac{CE}{IE} = \frac{AE}{CE} \cdot \frac{CD}{BD}$.

Considerant el primer i darrer termes d'aquesta igualtat i passant el producte de fraccions del segon membre al primer, equival a:

$$\frac{AF}{BF} \cdot \frac{CE}{AE} \cdot \frac{BD}{CD} = 1.$$

És interessant remarcar que la demostració inclou dos tipus de raonaments, el geomètric i l'aritmètic, i que trobar-los plegats en una demostració ja és de per si un bon argument per incloure aquesta activitat en una unitat didàctica. Com a mostra del primer raonament, s'adjunta el paràgraf següent del dossier, que correspon a l'apartat b) de la seqüència descrita anteriorment:

Completa la proporció següent amb els segments corresponents, $\frac{AF}{BF} = \dots$.

Pinta sobre el dibuix amb dos colors diferents els quatre segments relacionats, els numeradors verds i els denominadors vermells.

Com a mostra del raonament aritmètic, a l'apartat c) es llegeix el paràgraf següent:

La relació que volem demostrar comença com la fórmula, $\frac{AF}{BF} = \dots$ però cal introduir el segment CE.

$$\frac{AF}{BF} = \frac{CE}{\dots}$$

Si la primera igualtat és certa, també ho és la segona. Quina propietat de les fraccions permet fer-ho?

Per tal de donar rellevància a la introducció de petites falques d'història, aquest tipus d'activitats d'aprenentatge també són avaluades dins de la seqüència didàctica en què s'incorporen. En aquest cas, el tema treballat pels alumnes va ser el teorema de Tales i el teorema de Menelau. Una de les activitats d'avaluació va consistir en un examen de quatre preguntes, la darrera de les quals era:

- a) Enuncia el teorema de Menelau ajudant-te amb un dibuix.
- b) Quin altre teorema s'utilitza per a fer la demostració?
- c) A quina època va viure Menelau i per a què s'utilitzava el teorema que ara porta el seu nom?

És interessant remarcar la bona acollida que va tenir l'activitat per part de l'alumnat i la riquesa de registres que va suposar incloure preguntes d'història de la matemàtica en la prova; va donar més versatilitat a l'avaluació i va afavorir l'atenció a la diversitat.

Conclusions

L'activitat de classe ha aportat als alumnes diversos coneixements i han après diferents maneres de treballar. Han construït el teorema utilitzant el Geogebra, un recurs actual per a demostrar un teorema antic. Han fet la demostració simulant el raonament que fa Ptolemeu en l'*Almagest*.

Han constatat que aquest teorema matemàtic dóna resposta a un problema d'astronomia: mesurar les posicions i el moviment dels astres. Han vist que la recerca matemàtica obté resultats importants quan hi ha confluència entre diferents escoles i autors que treballen en la mateixa línia. La introducció de la part històrica ha contribuït, també, a la millora de l'actitud d'alguns alumnes.

Des de la perspectiva del projecte «El naixement i desenvolupament de la trigonometria dins les diferents civilitzacions», el teorema de Menelau és significatiu perquè marca el moment en què se separa la trigonometria de les esfèriques i de l'astronomia. A les *Esfèriques* de Menelau, després del llibre I dedicat a la geometria esfèrica i del II dedicat a l'astronomia, el teorema és la primera proposició del llibre III, el dedicat a la trigonometria esfèrica.

Però, a més, el teorema de Menelau és important perquè va ser un dels pilars sobre els quals es va desenvolupar la trigonometria àrab. El mateix Nasir-al-Tusi (1201-1274), en el *Tractat del quadrilàter*, reconeix la importància del teorema i, referint-se a la relació que estableix, diu: «Els antics no han deixat d'utilitzar-la en aquest sentit i se n'han servit amb confiança, així és com es veu a les *Esfèriques* de Menelau i al començament de l'*Almagest* de Ptolemeu» (Nassiruddin-el-Toussy, 1891: 113-114). I, més endavant, en el mateix text, l'utilitza per a demostrar el teorema del sinus. Aquest nou teorema serà un altre pas de gegant en el desenvolupament de la trigonometria, perquè permetrà passar d'una relació entre sis quantitats, la que establia el teorema de Menelau

$$\frac{\sin CE}{\sin EA} = \frac{\sin CZ}{\sin ZD} \cdot \frac{\sin DB}{\sin BA},$$

a una relació més simple i eficaç per als càlculs en què només apareixen quatre quantitats:

$$\frac{\sin a}{\sin b} \cdot \frac{\sin B}{\sin A} = 1.$$

Bibliografia

ARISTARCO DE SAMOS (2007), *Sobre los tamaños y las distancias del Sol y la Luna*, introducció, traducció i notes de M. R. Massa-Esteve, Cadis, Publicaciones de la Universidad de Cádiz.

BATLLÓ J. *et al.* (coord.), *Actes de la VII Trobada d'Història de la Ciència i de la Tècnica*, Barcelona, SCHCT, 153-159.

BULMER-THOMAS, I. (1971), «Menelaus of Alexandria». A: GILLISPIE, C. C. (ed.) (1981), *Dictionary of scientific biography*, Nova York, Charles Scribner's Sons, 296-302.

GUEVARA, I.; CASALS, M. A. (2003), «Resolució de triangles per mètodes geomètrics i mètodes algebraics en l'obra *De triangulis omnimodis* (1464) de Regiomontanus (1436-1476)». A: BATLLÓ J. *et al.* (coord.), *Actes de la VII Trobada d'Història de la Ciència i de la Tècnica*, Barcelona, SCHCT, 191-199.

MAOR, E. (1998), *Trigonometric delights*, Princeton, Princeton University Press.

MASSA, M. R. (2003), «Aportacions de la història de la matemàtica a l'ensenyament de la matemàtica», *Blaix*, **21**, 4-9.

MASSA, M. R.; ROMERO, F. (2003), «De la geometria a la trigonometria: el teorema de Ptolemeu». A: BATLLÓ, J. *et al.* (coord.), *Actes de la VII Trobada d'Història de la Ciència i de la Tècnica*, Barcelona, SCHCT, 153-159.

NADAL, R.; ABDELKADDOUS, T.; PINEL, P. (2004), «Le contenu astronomique des Sphériques de Ménélaos», *Archive for History of Exact Sciences*, **58** (5), 381-436.

NASSIRUDDIN-EL-TOUSSY (1891), *Traité du quadrilatère*, traducció francesa d'A. Pacha, Constantinoble.

PTOLEMEU (1984), *Almagest*, traducció de G. J. Toomer, Nova York, Berlín, Heidelberg, Tòquio, Springer-Verlag.

ROMERO, F.; GUEVARA, I.; MASSA, M. R. (2007), «Els elements d'Euclides. Idees trigonomètriques a l'aula». A: GRAPÍ, P.; MASSA, M. R. (coord.), *Actes de la II Jornada sobre la Història de la Ciència i l'Ensenyament*, Barcelona, SCHCT, 113-119.

ROMERO, F.; MASSA, M. R.; CASALS, M. A. (2006), «La trigonometria en el món àrab. Tractat sobre el quadrilàter complet de Nasir al-din Altusi (1201-1274)». A: BATLLÓ J. *et al.* (coord.), *Actes de la VIII Trobada d'Història de la Ciència i de la Tècnica*, Barcelona, SCHCT, 569-575.

TEODOSI DE TRÍPOLI (1927), *Les spheriques de Théodose de Tripoli*, traducció de Paul Ver Eecke, Bruges, Desclee de Brouwer et Cie.

ZELLER, S. M. C. (1944), *The development of trigonometry from Regiomontanus to Pitiscus*, Michigan, Ann Astor, University of Michigan.

Pàgines web

HOHENWARTER, M., *Geogebra. Dynamic Mathematics for Schools* <<http://www.geogebra.org>> (13-XI-2006).

EL JUDICI D'IDEES AMB L'AJUT DE LA HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA: UNA NOVA EINA EDUCATIVA

CARME ZARAGOZA DOMÈNECH;¹ JOSEP M. FERNÁNDEZ-NOVELL²

¹ IES CAN VILUMARA.

² DEPARTAMENT DE BIOQUÍMICA I BIOLOGIA MOLECULAR, UNIVERSITAT DE BARCELONA. IES ISAAC ALBÉNIZ.

Paraules clau: *controvèrsies, judici, història de la ciència, educació secundària*

History of science helps to take science on trial: a new educational tool

Summary: *Several scientific controversies have illustrated the history of science: the exceptionality of the Greek philosophers, the role of the medieval alchemists, Galileo Galilei vs Catholic religion (the relationships between science and religion), Lavoisier vs the theory of phlogiston, Lamarck vs Darwin's evolutionary theory, Pasteur vs spontaneous generation. The history of science offers many examples like these, which focused in the proper direction, can make science learning more attractive reinforcing the interest for science in secondary school students.*

Key words: *controversies, trial, history of science, secondary education.*

Introducció

Per millorar l'alfabetització científica del nostre jovent hem apostat per fer participar «La Història de la Ciència» en el procés d'aprenentatge de les ciències dins de les aules de secundària obligatòria (Fernández-Navell & Zaragoza, 2005 i 2006). Perquè la ciència i la seva història no siguin només un reguitzell de fets per a memoritzar, cal situar l'alumnat dins de cadascun dels diferents períodes en estudi, o sia, cal que

l'alumne/a mateix «visqui i compregui» aquella societat passada. Això vol dir que els estudiants hauran d'entendre com es vivia la ciència al segle v abans de la nostra era o al segle xv, entre d'altres. El nostre jovent ha de comprendre l'evolució del pensament d'aquelles societats, així com les estratègies emprades per a resoldre els problemes científics de cada època.

Als estudiants del segle xxi, tant de secundària obligatòria com postobligatòria, els ensenyem el mètode científic (vegeu xtec 1 i 2). Aquest està basat en l'observació, la hipòtesi i l'experimentació per arribar a defensar una teoria que només podrà ser modificada per nous descobriments i/o experiments. Tot això està força bé, però l'alumnat té la impressió que aquest mètode, emprat pels científics, es fa servir des de l'antiguitat i, per tant, des de sempre. Els científics i la gent relacionada amb els diferents camps de la ciència i la seva història sabem que això no és així, el mètode científic és recent, molt recent diríem. Recordem que durant molt de temps les «teories científiques» sorgien només del pensament i de la lògica sense el suport de l'experimentació.

L'evolució del pensament humà ha portat a defensar, en distintes èpoques, diferents interpretacions per a un mateix fet científic. La ciència, amb les seves teories i lleis, també ha passat, passa i passarà per un procés d'interpretació i reinterpretació carregat de polèmiques entre les diferents visions que poden aportar els científics.

Les polèmiques en ciència com un instrument educatiu

Algunes d'aquestes disputes les hem aprofitat per introduir el nostre alumnat a la història de la ciència. Cal indicar que una aproximació semblant ha estat emprada amb èxit en un curs de química de la UNED, a Madrid, com va explicar la doctora Soledad Esteban a la 2nd International Conference of the European Society for the History of Science celebrada a Cracòvia el setembre del 2006 (Esteban, 2006).

Desenvolupar aquesta nova eina comporta, per part de l'alumnat, intentar respondre algunes preguntes inicials com ara: «Com funciona la ciència? Com s'ha produït el progrés científic?».

Contestar la primera pregunta equival a saber com es construeixen les teories científiques. Fem aquí un petit parèntesi per exposar de forma sintètica aquesta part teòrica que cal explicar de forma clara i acurada a l'alumnat. Hi ha dos mètodes per construir les teories científiques: un és l'inductiu, amb una verificació impossible i, per tant, envoltat de molta probabilitat i a vegades de poca fiabilitat. L'altre, el deductiu, que ens mostra l'activitat científica com una «problemàtica» que el científic/a tracta de resoldre per mitjà d'una hipòtesi prèvia que caldrà contrastar amb l'experiència.

D'altra banda, per saber com s'ha produït i es produeix el progrés científic, la història sempre tossuda ens mostra que, en absència del mètode científic, constantment hi ha hagut una forta resistència a abandonar una determinada teoria científica preexistent que era «falsa» o «no correcta». També ens diu que els científics amb noves teories, aquests detractors de les teories errònies, sempre han estat perseguits físicament i/o intel·lectualment pels «de-

fensors de les idees institucionalitzades» de cada època. Que serveixi com a exemple la persecució d'en Galileu a mans de la Santa Inquisició per defensar la teoria heliocèntrica. Malgrat tot això, la ciència ha anat progressant i la seva aplicació en camps com la medicina i la farmàcia o l'agricultura i la predicció del temps o l'automoció i l'aeronàutica, fa que la nostra societat sigui una de les més avançades i gaudeixi dels progressos tecnicocientífics. Tota aquesta part teòrica s'ha portat a la pràctica en el moment en què cada alumne/a ha començat a treballar en la seva part específica dins de l'experiència global.

Entrem de ple en l'assaig

Des del curs 2005-2006, en què es va començar aquesta experiència, es fa un simulacre de judici a algunes de les idees/teories científiques que han presentat certa polèmica en el si de la ciència. Sempre són algunes d'aquelles que en sorgir estaven enfrontades a les «creences científiques del moment».

S'ha realitzat amb l'alumnat de 4t d'ESO, dins de la matèria de ciències de la naturalesa i, concretament, a les classes de física i química. Aquesta experiència educativa que es porta a terme en començar el curs té una durada aproximada d'un mes i està inclosa en la memòria de la matèria (currículum del nostre centre). La història de la ciència ens permet conèixer els aspectes socials, culturals i econòmics del període que estem explicant a classe i, a partir d'aquí, estudiar i entendre la influència d'aquests aspectes sobre l'activitat científica del moment.

Debats

Algunes de les polèmiques que hem seguit són:
— Visió pseudocientífica o religiosa: <i>Els fenòmens del llamp, el tro i el foc a l'edat de la pedra</i>
— El paper de l'islam en la història de la ciència: <i>El 0 apareix a les matemàtiques</i>
— La ciència medieval amb els alquimistes: <i>La recerca de la pedra filosofal fa avançar la ciència</i>
— La Terra era el centre de l'Univers fins que va ser desplaçada pel Sol: <i>Galileu s'enfronta a la Santa Inquisició</i>
— La química, en Lavoisier i la combustió: <i>La teoria del flogist s'esvaeix enfront Lavoisier</i>
— L'origen de la vida i l'evolució entren en escena: <i>Encontres i desencerts entre Lamarck i Darwin</i>

— L'origen de la vida i la generació espontània: <i>Pasteur i la pasteurització desterren aquesta teoria</i>
— Polèmiques actuals, què necessitem saber per poder opinar? <i>Les cèl·lules mare, les plantes transgèniques...</i>
... La història de la ciència està farcida d'aquestes i altres controvèrsies.

L'experiència es porta a terme amb l'alumnat de 4t d'ESO perquè alguns d'ells/elles ja no estudiaran més ciència, si més no de forma obligatòria, ja que n'hi ha que deixaran els estudis, d'altres seguiran estudis relacionats amb ciències socials i uns pocs seguiran estudis científics. L'objectiu és que aquest alumnat s'interessi més per l'àmbit científic i copsi la importància i la interrelació entre la ciència i la seva història. Volem que el nostre jovent vegi i entengui les estratègies emprades per a resoldre alguns dels problemes científics i tècnics que s'han plantejat al llarg de la història.

Metodologia

Dins de la classe mateixa es formen tants grups de treball com discussions es realitzin. Cada grup està compost per alumnes que defensen una determinada posició, teoria i/o científic/a, i s'enfronten a uns altres, detractors dels primers; a més a més, uns tercers resumiran tot el judici, ja que són els periodistes. Aquests últims posaran els judicis en el diari que es publica dins de la setmana de la ciència del mateix centre.

Les explicacions inicials sobre aquest projecte donades per part del professorat són molt necessàries per a engrescar la participació de tothom. És molt important que treballi tot el grup, i per això s'han de sentir implicats en l'experiència. És per aquest motiu que l'alumnat mateix distribueix els diferents rols i tasques que tots han de fer (només els cal una mica d'orientació per part del professorat).

Després de preparar els personatges i/o teories científiques, amb l'ajut de llibres d'història de la ciència (Asimov, 1985; Esteban, 2001; Lozano, 2005; Taton, 1989) i d'Internet, s'obre un procés de correcció per part del professorat. Finalment, i després d'importantes discussions sobre què explicar, què representar i com fer-ho per obtenir el millor resultat, s'escenifiquen els judicis amb la intenció de deixar clares a tota la classe preguntes com:

— Quina importància va tenir el descobriment del foc? Per què els sacerdots dels antics déus eren tan importants?

— Què era l'àtom segons els grecs? L'estructura de la matèria i els elements que la formen són ara els mateixos que els que creien els grecs? Per què?

— La Terra gira al voltant de Sol? És el Sol i els planetes els que giren al voltant nostre? Per què l'Església no va acceptar Galileu fins al segle xx?

— Què és la generació espontània? Per què la defensava Aristòtil si avui sabem que no és veritat? Quan es rebutja aquesta teoria i qui?

— Què van aportar al desenvolupament de la ciència els alquimistes? Per què només se'ls veu com a bruixots?

— Semblances i diferències en les teories evolucionistes de Lamarck i de Darwin. Realment som parents de les mones?

Per raons d'espai, tot i que al llarg del curs 2006-2007 es van dur a terme sis «polèmiques» extretes de les mostrades en el quadre anterior, aquí només en presentarem tres. Aquestes pertanyen a àmbits diferents de la ciència. Per ordre cronològic, són: la figura de Galileu i el sistema heliocèntric sota el mantell de la física, Lavoisier i la teoria del flogist dins del camp de la química i, finalment, la figura de Pasteur i la teoria de la generació espontània relacionada amb el camp de la biologia. Creiem que aquests tres moments de la història de la ciència són prou il·lustratius de la finalitat que cerca aquesta experiència. Depenent del tipus d'alumnat a qui s'adreça, del lloc geogràfic del centre, de les seves connotacions històriques i d'altres circumstàncies, és evident que es poden emprar de forma satisfactòria aquests i altres exemples sobre polèmiques científiques.

Galileu, Lavoisier i Pasteur

Cal donar la importància necessària a cada grup d'alumnes (defensors, detractors i periodistes). Cal que tot el grup estigui implicat en l'experiència, i perquè els estudiants se sentin més còmodes, en aquesta visió de la ciència que és totalment nova per a ells, és essencial entendre i donar suport a les representacions escollides per l'alumnat. La figura d'un científic o una teoria pot estar representada per més d'un alumne/a, en el mateix judici i en el mateix moment, si estan interessats/des a fer-ho.

Per aquesta raó, durant el curs 2006-2007, la figura de Galileu l'han representat tres alumnes a la vegada, dos nois i una noia (el curs 2005-2006 va ser representat per un noi i una noia). La defensa del model geocèntric l'han portat un noi i una noia (el curs 2005-2006 el van defensar dos nois). Dues noies i un noi han representat els periodistes que, per a escriure els resums, cal que preparin les preguntes a fer i entenguin les respostes donades en el «judici». Aquest últim punt és valuós perquè els dubtes sobre les explicacions proposades en cada judici són presentades pel mateix alumnat, mentre que el professorat només actua com a moderador de tot el que va succeint.

Aquest esquema s'ha repetit en tots els judicis. El curs 2006-2007 un noi i una noia van fer de Lavoisier, mentre que dues noies defensaren la teoria del flogist i dos nois i una noia feien de periodistes. Finalment, dos nois van fer de Pasteur, tres noies defensaven la teoria de la generació espontània i dos nois més van resumir el judici com a periodistes.

Exposició de les idees d'aquests tres judicis

En la defensa de les seves idees (de suport o de rebuig), l'alumnat només pot emprar el saber emmagatzemat en el moment històric en el qual es desenvolupà la polèmica. Poden emprar explicacions acompanyades de fotografies, esquemes..., però mai a partir dels coneixe-

ments actuals. Heus aquí algunes de les idees i del material que s'han fet servir: el telescopi i les llunes de Júpiter en el cas de Galileu; «L'augment de pes del metall oxidat, mesurat per Lavoisier, s'enfrontà a la teoria del flogist» i «El material esterilitzat va ajudar en Pasteur a acabar amb la teoria de la generació espontània».

Científic que rebutjà la teoria errònia. Idees i estris per defensar-ho.	Teoria errònia fins aquell moment. Idees i estris per defensar-ho.
GALILEU	MODEL GEOCÈNTRIC
Idees de Copèrnic. Telescopi. Llunes de Júpiter. Taques solars.	Idees d'Aristòtil. Bíblia. La Terra és l'element més pesant.
LAVOISIER	TEORIA DEL FLOGIST
Aplicació del mètode científic. Balança. Combustió = oxidació.	Un element sense massa. Oxidació i reducció de metalls.
PASTEUR	LA GENERACIÓ ESPONTÀNIA
Una granota prové d'una altra granota. Esterilitzar el material. Pasteurització.	Receptes d'Aristòtil. Els microbis com a exemple.

Després dels judicis, cal fer l'avaluació de l'experiència educativa. Aquesta valoració és del tot necessària per a augmentar la motivació inicial de l'alumnat, per a enfortir el seu aprenentatge i per a certificar els seus avenços. L'avaluació consta de dues parts: una primera individual, en la qual s'avaluen els conceptes adquirits i la seva predisposició, i una de col·lectiva (de cada grup de treball). L'alumnat ha contestat un qüestionari per valorar l'abast de la història de la ciència en aquest aprenentatge.

Resultats i conclusions

Els resultats d'aquesta experiència educativa sobre la història de la ciència tenen dues interpretacions: una per part del professorat i l'altra, de l'alumnat. Ambdues, diferents, però no excloents, sinó que una complementa l'altra.

Així, segons expressa el professorat:

- Millora la interacció del grup.
- Canvia molt positivament el comportament, la implicació i la dedicació de l'alumnat en les sessions de laboratori (física i química i de ciències naturals).
- L'alumnat aprèn a discutir i defensar diferents punts de vista en públic.
- Augmenta la participació en la setmana de la ciència.

Mentre que de l'enquesta a l'alumnat s'extreu:

- La ciència i els resultats que semblen incongruents amb la «ciència oficial actual» a la llarga poden ser correctes.

— La imaginació per a desenvolupar nous experiments és important per a aportar noves dades per a construir noves teories.

— Les polèmiques en ciència sempre porten a nous avenços.

— Més del 90 % de l'alumnat tornaria a realitzar l'experiència.

— Més del 75 % de l'alumnat assegura que amb la història de la ciència ha après a entendre i a apreciar més la ciència.

Arran d'aquests resultats i, tot i tenir alguna veu en contra, nosaltres continuem reivindicant més presència de la història de la ciència dins les classes de ciència a l'ensenyament de secundària obligatori i postobligatori

Bibliografia

ASIMOV, I. (1985), *Nueva guía de la ciencia*, Barcelona, Plaza & Janés.

ESTEBAN, S. (2001), *Introducción a la historia de la química*, Madrid, UNED.

— (2006), «Liebig and Wöhler and the Concept of Isomerism», comunicació (no publicada) presentada al *Symposia on the History of Science and Education, 2nd International Conference of the European Society for the History of Science* (Cracòvia, 2006).

FERNÁNDEZ-NOVELL, J. M.; ZARAGOZA, C. (2005), «És possible aprendre/ensenyar ciència ajudats de la història de la ciència». A: GRAPÍ, P.; MASSA, M. R. (ed.), *Actes I Jornada sobre la Història de la Ciència a l'Ensenyament Antoni Quintana Marí (Barcelona 2003)*, Barcelona, SCHCT, 49-53.

— (2006), «Joves actors en la història de la ciència». A: BATLLÓ, J. et al. (ed.), *Actes VIII Trobada d'Història de la Ciència i de la Tècnica (Mallorca 2004)*, Barcelona, SCHCT, 609-613.

LOZANO, M. (2005), *De Arquímedes a Einstein*, Barcelona, Debate.

TATON, R. (ed.) (1989), *Historia general de las ciencias*, Barcelona, Destino.

Pàgines web

xtec 1: <www.xtec.es/estudis/eso/curriculum_eso.htm>

xtec 2: <www.xtec.es/estudis/batxillerat/curriculum_bat.htm>

ANÀLISI DELS LLIBRES DE TEXT DEL PARE VITORIA COM A EXEMPLE DE LA INCORPORACIÓ PROGRESSIVA DE LES INNOVACIONS CIENTÍFIQUES AL CAMP DOCENT

AINOA MARZÀBAL

DEPARTAMENT DE DIDÀCTICA DE LES CIÈNCIES EXPERIMENTALS,
UNIVERSITAT AUTÒNOMA DE BARCELONA.

Paraules clau: *llibres de text, IQS, Eduardo Vitoria, retòrica, àtom*

Eduardo Vitoria's textbooks analysis as an example of progressive incorporation of scientific innovations

Summary: This article is an analysis of one of the textbooks written and used by Eduardo Vitoria in the Institut Químic de Sarrià during the first half of 20th century, in a context where the learning of chemistry was based on experimentation, and where we could see a great effort to incorporate as quickly as possible the scientific innovations relative to the atomic model.

Key words: *textbooks, IQS, Eduardo Vitoria, rhetoric, atom*

Introducció

El grau d'implicació del pare Eduardo Vitoria, primer director de l'Institut Químic de Sarrià, en el seu disseny i en la tasca docent ens proporcionen un context únic en el qual la majoria d'aspectes relacionats amb l'aprenentatge han estat creats o supervisats pel pare Vitoria.

Això implica ja no només una línia filosòfica perfectament definida, sinó l'estreta supervisió del disseny de les aules i laboratoris, dels instruments i reactius, dels llibres de text, del pla d'estudis i de l'elecció i formació del professorat (Victori, 2005).

En aquest treball, l'estudi s'aborda des dels llibres de text del pare Vitoria, amb l'objectiu d'analitzar el grau de coherència entre els motius que van impulsar la creació de l'IQS, la filosofia del pare Vitoria i la seva pràctica docent al llarg dels primers cinquanta anys d'existència de l'Institut.

Els aspectes analitzats en els llibres de text són, d'una banda, els continguts i, d'altra banda, els relacionats amb el discurs mitjançant els quals es comuniquen els continguts, la retòrica del text (Izquierdo, 2005). L'estudi dels continguts ens permet veure el grau d'incorporació de les innovacions científiques respecte del món acadèmic, i respecte dels llibres de text universitaris contemporanis. En la part de retòrica estudiem els models implícits del pare Vitoria (de ciència, de lector i d'autor) i la seqüència didàctica a través de la qual es construeixen els fets que es narren en el llibre (Jiménez & Perales, 2001).

Context

Més que el plantejament d'un conflicte entre ciència i religió, el món catòlic europeu de finals del segle XIX estava interessat a ser un mediador en la incorporació i popularització de les innovacions científiques, per tal de seguir conservant l'autoritat moral.¹ La majoria d'iniciatives que es van emprendre van ser de tipus divulgatiu, ja fos la creació de publicacions científiques (o bé teològiques que adoptessin la retòrica científica) o la formació en l'àmbit universitari. Dins d'aquest marc, a les acaballes del segle XIX, la comunitat jesuïta, amb una llarga tradició docent, comprèn la importància d'una formació dels seus professors que els permeti ensenyar una ciència moderna compatible amb la seva doctrina. Per fer-ho es proposa la creació d'un centre d'estudis científics i de formació del professorat.

Amb aquest propòsit s'envien tres seminaristes a cursar els estudis de doctorat a universitats europees capdavanteres, per dissenyar després el projecte de formació de professorat, instruït en una visió moderna de la física, la química i la biologia.²

Per a la part de química, el responsable és el pare Eduardo Vitoria. Acabada la seva formació a la Universitat de Lovaina, és l'encarregat de dissenyar el Laboratori Químic de l'Ebre. La visió didàctica del pare Vitoria es podria resumir en dues idees claus: la importància de la vinculació de la investigació amb la indústria química de l'època i les seves necessitats, i la convicció que la química s'havia d'aprendre a través de l'experimentació.

1. S. Pohl (2006), «Termodinámica y moral: el debate de sus leyes en una nueva esfera pública, España 1868-1888», tesi doctoral pendent de defensa (UAB).

2. A. Roca Rosell; J. M. Camarasa; M. Garcia Doncel; J. I. Català, «L'Església i la ciència». A: R. Parés; J. Vernet (dir.), *La ciència en la història dels Països Catalans*, vol. 3, València, Barcelona, Universitat de València, Institut d'Estudis Catalans (en premsa),.

La fama creixent del Laboratori Químic de l'Ebre va fer que altres públics s'hi incorporessin, sobretot llicenciats en química o similars, vinculats a indústries afins. Aviat aquesta nova tipologia d'alumnat passà a ser majoritària, la qual cosa induí el trasllat a Barcelona, on més tard s'incorporarien també alumnes sense formació universitària, amb la qual cosa l'IQS acabaria sent un centre de formació superior en química, però amb una vocació industrial molt clara, formant l'elit de la indústria química catalana i, per tant, amb un gran poder i repercussió.

Marc teòric

Els llibres de text han constituït al llarg del segle xx una de les principals vies de transmissió de la ciència escolar a les nostres aules, malgrat que els seus continguts i la intencionalitat han patit importants modificacions al llarg del temps (Jiménez & Perales, 2001).

Un llibre de text és una eina que integra una gran quantitat d'elements que, en el seu conjunt, han d'afavorir l'aprenentatge, constituint una unitat de significat i d'intenció (Izquierdo *et al.*, 2005). Dins d'aquests elements, n'hi ha alguns que són explícits, com poden ser els continguts, les il·lustracions... i n'hi ha d'altres que, de forma implícita en el discurs, marquen els objectius didàctics dels alumnes en el seu aprenentatge.

Tots els elements presents en el disseny d'un llibre de text han de ser, per força, coherents, complementaris i suficients per assolir els objectius que es planteja l'autor, i ho han de fer des d'un punt de partida que hauria de ser concret, i fins i tot explícit. Els elements que s'analitzen parteixen del model de ciència de l'autor, i del seu model de lector. Aquests models marquen, sens dubte, què considera l'autor que ha d'aprendre el lector (continguts) i de quina manera (estratègies).

Per tant, partim del supòsit que hi ha una relació estreta entre aquests elements, i que aquests han de ser coherents entre si per tal que el propòsit del llibre de text, és a dir, l'aprenentatge dels alumnes, pugui desenvolupar-se amb èxit.

Evolució dels llibres de química

Els llibres de química als inicis del segle xx es troben en un moment de transició important, amb la coexistència de dos models en els quals la «química escolar» s'entén de manera molt diferent: la química descriptiva i la química general.

Fins aleshores els manuals de química consistien en una relació de les propietats físiques i químiques dels diversos compostos de cada element de la taula periòdica: això implicava una química basada en resultats experimentals. El model emergent és aquell que parteix de lleis generals, a partir de les quals es passarà als casos particulars, i on la química es podrà entendre des d'una perspectiva integral, però passant a ser una construcció teòrica.

En el moment en què es publica el *Manual de química moderna* (Vitoria, 1910), aquesta transició es troba en els seus inicis, de manera que hi ha una part del llibre dedicada a la descripció de propietats, per fer després una relació de les lleis generals.

Metodologia

Per tal d'analitzar la retòrica, la construcció dels fets i els continguts en els llibres de text del pare Vitoria, s'han usat tres instruments d'anàlisi, que han permès després una anàlisi conjunta, per tal d'avaluar el grau de coherència entre aquests tres aspectes, i relacionar-los amb el propòsit de la creació de l'IQS.

• *Figures retòriques*

Els fenòmens que expliquen els llibres de text han de ser narrats de forma que puguin ser interpretats segons les teories científiques. Així, les narracions adquireixen una funció retòrica: convèncer el lector que les entitats científiques que es narren siguin creïbles (Izquierdo, 2005).

A partir de la identificació de les característiques d'aquestes narracions i els mecanismes que s'utilitzen, s'identifica la funció retòrica i es creen categories del model de ciència, d'autor i de lector (vegeu taula 1).

Taula 1. Instrument d'anàlisi de les funcions retòriques

1. Model de ciència	dogmàtica	afirmativa	1
		magistral	2
	problemàtica	dubte retòric	3
		dubte real	4
2. Model de lector	distant	deixeble	5
	pròxim	col·lega	6
		col·laborador	7
		deixeble actiu	8
3. Model d'aula	coherent	descobrint	12
		transmissiva	13
		constructivista	14
	incoherent		15
4. Model de narrador	impersonal		9
	personal	omniscient	10
		protagonista	11

• **Construcció dels fets (seqüència didàctica)**

L'objectiu és crear un sistema d'indicadors relatius a la metodologia d'ensenyament inherent a cada llibre (seqüència didàctica), tenint en compte l'estructura sintàctica (conceptes presents i seqüència de continguts) i curricular (Jiménez & Perales, 2002).

Per fer-ho, es fragmenta el text en unitats independents que realitzen una funció, i es classifiquen aquestes unitats segons la funció que desenvolupen d'acord amb les categories establertes (vegeu taula 2). Els resultats obtinguts es representen gràficament de forma ordenada, i es representen també les freqüències relatives d'aparició de les diferents funcions.

Taula 2. Categories d'anàlisi de les funcions retòriques

Nom	Descripció
1. Evocació	Es fa referència a un fet de la vida quotidiana o concepte que se suposa que és conegut pel lector.
2. Definició	S'estableix el significat d'un terme nou en el seu context teòric.
3. Aplicació	És un exemple que estén o consolida una definició.
4. Descripció	Es refereix a fets no quotidians que se suposa que el lector no coneix i que permeten aportar un context necessari. També s'inclouen en aquesta categoria conceptes necessaris per al discurs principal, però que no pertanyen al nucli conceptual.
5. Interpretació	Esdeveniments explicatius en els quals s'utilitzen els conceptes teòrics per descriure les relacions amb els esdeveniments experimentals.
6. Problematització	Es plantegen interrogants no retòrics que no es poden resoldre amb els conceptes ja definits. La seva finalitat és incitar els alumnes a posar a prova les seves idees o estimular l'interès pel tema presentant problemes que posteriorment justifiquen una interpretació o un nou punt de vista.

• **Continguts**

Els continguts es representen en mapes de Thagard (Thagard, 1992), en els quals s'estudien les relacions entre els conceptes clau, determinant un sistema conceptual (Izquierdo & Aliberas, 2004). Hi ha cinc tipus de relació possible entre conceptes, representats de forma específica (vegeu taula 3).

Resultats

• **Figures retòriques**

La finalitat de la ciència és investigar per tal de millorar les seves possibles aplicacions, a partir d'una sèrie de coneixements prèviament sistematitzats i estructurats, legítimats per les experiències al laboratori.

Taula 3. Relacions en els mapes de Thagard

Relacions de classe	Permeten jerarquies. Indiquen que un concepte és un «tipus de...».
Relacions d'exemple	Indiquen que un objecte particular és un exemple d'un concepte.
Relacions de regla	Expressen les relacions generals, però no universals, entre conceptes.
Relacions de propietat	Indiquen que un objecte té una determinada propietat.
Relacions de part	Permeten jerarquies. Indiquen que alguna cosa està formada de parts.

Els capítols del llibre consisteixen en una sèrie ordenada de conceptes clau que es van desenvolupant, però que no es relacionen necessàriament entre ells.

Model de ciència: **problemàtica-dubte real**

Model de lector: **deixeble actiu**

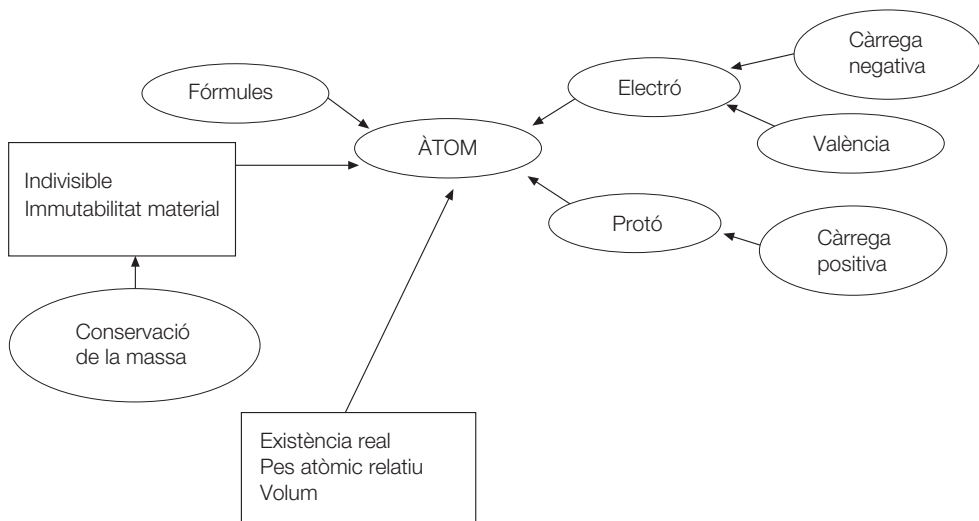
Model d'aula: **transmissiva**

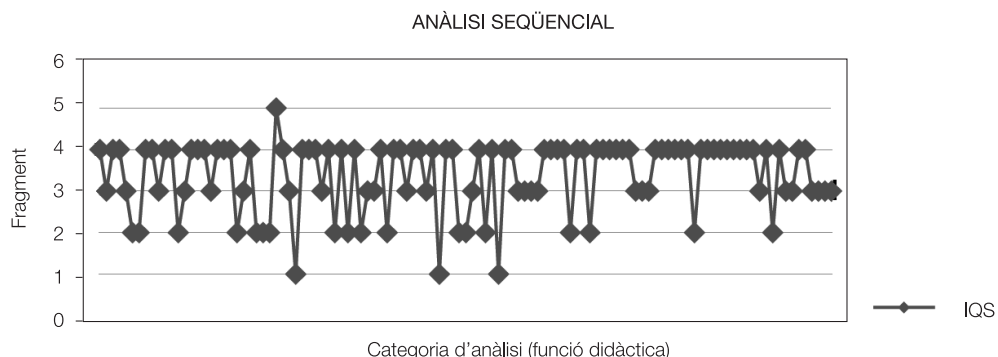
Model de narrador: **personal-protagonista**

• **Seqüència didàctica**

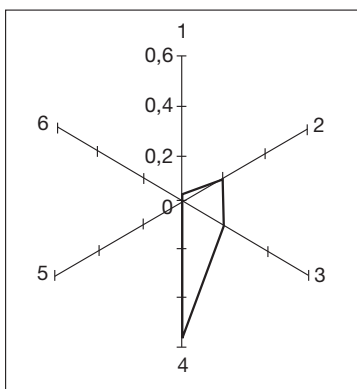
Les funcions de descripció, aplicació i definició són pràcticament les úniques funcions que apareixen en el text, amb el predomini de la funció de descripció (vegeu gràfic 2: Representació gràfica de la freqüència relativa de les funcions didàctiques).

CONTINGUTS (mapes de Thagard)





Gràfic 1. Representació gràfica de la seqüència didàctica.



Gràfic 2. Representació gràfica de la freqüència relativa de les funcions didàctiques.

Es tracta d'un text expositiu, en el qual es va veient aquesta transició en les unitats del text (vegeu gràfic 1: Representació gràfica de la seqüència didàctica).



• **Sistema conceptual (continguts)**

Podem veure que, en la primera edició, de 1910, ja s'introdueix un model atòmic format per partícules carregades elèctricament: els protons i els electrons. No queda clar si en el model l'àtom està format per nucli i escorça; per tant, seria un model entre el model atòmic de Thompson i el model atòmic de Rutherford. En aquesta època, consultant llibres de text, en la majoria de casos es troben en el model de Dalton, amb alguna excepció.

Es dóna molta importància als aspectes formals, sobretot al llenguatge químic. Tots els conceptes estan relacionats en un sistema conceptual molt simple, en el qual s'estableixen majoritàriament relacions de propietat. Això implica que encara és un model amb la fonamentació teòrica poc clara (que en els mapes de Thagard es representa mitjançant les relacions de regla). En les successives edicions, el sistema conceptual es va fent més complex, i es van introduint canvis successius en els quals es va definint, primer, el model de Rutherford i, finalment, el model de Bohr-Sommerfeld, que apareix com a tal en la 8a edició de 1925. En tot moment hi ha un lligam estret entre les propietats de l'àtom i la naturalesa de les reaccions químiques.

Conclusions

Malgrat que el model atòmic és, en l'època en què el pare Vitoria escriu el *Manual de química moderna*, a penes una intuïció, un model teòric l'existència real del qual es dubta, els continguts no difereixen significativament dels que es troben en els llibres actuals, sembla que en aquest temps el model atòmic s'ha «normalitzat» (Kuhn, 1962).

Els diversos aspectes estudiats són coherents entre ells, i ho són també amb el propòsit de crear un centre capdavanter en investigació química i, per tant, que tingués la suficient autoritat com per a ser un centre amb un paper important en la divulgació de la ciència de la seva època: el llibre del pare Vitoria, del qual es van vendre més de 100.000 exemplars, va ser usat en el context d'altres centres educatius espanyols.

Els trets diferencials dels llibres del pare Vitoria són, en primer lloc, una visió dinàmica de la ciència, que s'ha de qüestionar constantment a si mateixa, en què l'autor del llibre de text es reconeix com a part implicada i, en segon lloc, una visió del lector al qual no només se li suposen coneixements previs, sinó que també se l'implica en aquest procés de construcció del cos de coneixement científic.

Aquestes diferències fan que el *Manual de química moderna* sigui un llibre avançat al seu temps i que en aquests aspectes estigui en la línia que la didàctica de les ciències experimentals considera que, en aquest aspecte, haurien de tenir els llibres de text actuals. Aquesta circumstància fa que l'estudi dels llibres sigui útil ja no només des del punt de vista històric, sinó que pugui ser útil per al disseny de llibres de text actuals.

Bibliografia

- IZQUIERDO, M. (1995), «¿A qué se refieren los libros de texto? Su valor epistemológico». A: *Aspectos didácticos de las ciencias naturales*, Zaragoza, ICE Universidad de Zaragoza, 105-135.
- IZQUIERDO, M.; ALIBERAS, J. (2004), *Pensar, actuar i parlar a la classe de ciències*, Barcelona, Servei de Publicacions UAB.
- IZQUIERDO, M. *et al.* (2005), «Las estructuras retóricas de los libros de texto», *Tarbiya*, **36**, 11-34.
- JIMÉNEZ, J.; PERALES, F. (2001), «Aplicación del análisis secuencial al estudio del texto escrito e ilustraciones de los libros de física y química de la ESO», *Enseñanza de las Ciencias*, **19** (1), 3-19.
- (2002), «Les il·lustracions en l'ensenyament-aprenentatge de les ciències. Anàlisi de llibres de text», *Enseñanza de las Ciencias*, **20** (3), 369-386.
- KUHN, T. S. (1962), *La estructura de las revoluciones científicas*, Mèxic D. F., Fondo de Cultura Económica.
- THAGARD, P. (1992), *Conceptual revolutions*, Princeton, Princeton University Press.
- VICTORI, L. (2005), *L'Institut Químic de Sarrià 1905-2005*, Barcelona, Institut Químic de Sarrià.
- VITORIA, E. (1910), *Manual de química moderna*, Barcelona, Institut Químic de Sarrià. [8a ed., 1925]

L'AEROSTÀTICA. ENTRE LA CIÈNCIA I LA HISTÒRIA: ENSENYAMENT I APRENENTATGE DE LA RELACIÓ ENTRE CIÈNCIA, TECNOLOGIA I SOCIETAT

M. LLUÏSA GUTIÉRREZ

DEPARTAMENT DE DIDÀCTICA DE LES CIÈNCIES SOCIALS,
UNIVERSITAT DE BARCELONA.

Paraules clau: *innovació docent, fonts primàries, història de la ciència*

Aerostatics, between Science and History: Teaching and Learning of the relationship between Science, Technology and Society

Summary: *This is an educational experience with teachers-to-be to teach the relationship between science, technology and society in any historical context from written documentary sources. Likewise, communication reveals the need for interdisciplinarity and the search for new methodological strategies in the classroom to encourage young people to take an interest in science and its social use.*

Key words: *teaching innovation, primary sources, history of science*

Introducció

Actualment, un moment d'efervescència i de desenvolupament vertiginós de l'anomenat *període o etapa de la globalització*, s'ha produït de forma evident una major interrelació dels fenòmens científics i socials de la naturalesa i de la vida, interrelació que, alhora, permet entendre millor el procés de canvi de la societat mitjançant els avenços científics (Pozo & Gómez Crespo, 1998: 27). De forma simultània, i conseqüentment,

aquesta concepció ha afavorit un canvi cultural en la tendència i la forma d'ensenyar i d'aprendre, que es concreta en el fenomen que els psicòlegs i pedagogs anomenen *coneixement significatiu*, és a dir, aquell coneixement que permet relacionar-lo amb altres coneixements en qualsevol context, al mateix temps que permet aplicar-lo a qualsevol situació.

Així doncs, des d'aquesta perspectiva, tenint present les noves demandes de la societat actual i des del camp de la investigació històrica (Gutiérrez Medina, 2003), aquesta comunicació mostra com es pot afavorir entre els alumnes el coneixement científic de la societat en un moment concret i com els avenços científics es fan palesos sovint en contextos imprevisibles. A l'hora i sota aquesta concepció pretén desenvolupar en els futurs mestres una nova idea del coneixement científic no com un procés tancat o acabat; tot al contrari, pretén que s'adonin que també la ciència és un coneixement obert, provisional, que s'insereix en la societat en molt diverses formes millorant les condicions de vida humanes. Des d'aquesta perspectiva els resultarà més fàcil adquirir el necessari bagatge per a entendre com a canvi conceptual el paradigma científic actual i, amb aquesta formació, ser capaços de transmetre'l.

L'experiència està integrada dins del programa de didàctica del coneixement del medi social i cultural formant part del tema «Fonts documentals escrites i el seu tractament a l'educació primària».

Punt de partença i presentació de l'experiència

La idea va sorgir d'una recerca realitzada en la documentació generada per l'empresa La Espanya Industrial entre els anys 1868 i 1875, que em va permetre treure a la llum una sèrie de documents que a més d'informació relativa a la marxa i el desenvolupament general de l'empresa, aportaven informació diversa relacionada amb esdeveniments polítics i socials del lloc on es trobaven els interlocutors o treballadors de l'esmentada societat que amb regularitat, quasi diària, escrivien als seus superiors per a comunicar-los totes les seves actuacions en pro de l'empresa, així com tots els incidents locals que succeïen i que podien afectar el seu treball i, en conseqüència, la marxa de la societat.

Aquests esdeveniments em van resultar sorprenents i també transcendents, fins al punt que vaig considerar-los d'un valor incalculable perquè en la meua tasca docent podria donar-los una aplicació. La que tot seguit presentem.

Per a realitzar aquesta activitat vaig seleccionar la documentació següent. Es tracta de les cartes que, entre el juliol de 1870 i fins a 1871, Charles Ventrillon, un empleat de la societat, envia des de París als seus directors, els senyors Muntades. Charles Ventrillon, d'origen francès, era un dibuixant especialista en dibuixos per a imprimir robes, és a dir, especialista en dibuixos d'indianes contractat per La Espanya Industrial el 1865. Fou enviat a París, la capital de la moda i del disseny, a finals del mes de juny de 1870, amb la missió de trametre, per avançat, les novetats dels dibuixos que cada temporada serien moda en les robes, dibuixos que, per altra banda, ja els hi enviaven periòdicament certes cases parisenques, especialitzades a dissenyar robes. Ventrillon havia de copiar aquells dibuixos que considerava

més adients al gust espanyol i havia de modificar-los segons les instruccions que anava rebent. Naturalment, sempre es tractava d'enviar-los amb la suficient antelació per a què els permetés ser els primers fabricants que treien al mercat els dibuixos i els colors de les noves tendències de la moda més en sintonia amb el gust de la gent del nostre país.

Les circumstàncies van voler que la seva arribada a París coincidís amb l'inici de la guerra francoprussiana. Immediatament d'arribar, com que era de nacionalitat francesa, va ser cridat a files per l'exèrcit de la guàrdia nacional sense poder rebutjar aquest fet i sense poder comunicar-se amb la societat. Després d'haver passat un breu període de temps, el metge del seu batalló el va alliberar de l'exèrcit pel seu dèbil estat de salut i va ser llavors quan comença, com a fidel servidor, a tractar de complir la seva missió. Tanmateix l'actitud hostil de gran part dels habitants de París a acceptar el final de la guerra desfavorable a França, així com l'armistici i les inadmissibles condicions de pau, va fer que els prussians assetgessin la ciutat de París per les seves protestes i, un cop acabada, continuessin al nord de França com a amenaça perquè s'acomplissin les imposicions de la pau. Així mateix, Ventrillon, entre el març i l'abril de 1870, és protagonista visual dels successos de la Comuna de París.

De fet, el que des del nostre punt de vista considerem rellevant per a poder realitzar aquesta experiència és que la correspondència que va trametre Ventrillon des de la ciutat de París a Barcelona, mentre va durar el setge de la ciutat del Sena, relata de forma epistolar no només tots els seus treballs en pro de l'empresa, sinó que també descriu tots els esdeveniments que succeeixen a la ciutat de forma minuciosa, afegint la seva valoració i opinió de tot el que va relatant (Anadón, 2002; García Ruiz, 2003) i, finalment, el fet sorprenent és que totes les que envia entre setembre de 1870 i gener de 1871 van ser trameses mitjançant un sistema d'emergències extraordinari, el globus aerostàtic. Personalment, desconeixia que, mentre va durar el setge de París per l'exèrcit prussià i durant el període de la Comuna, s'hagués utilitzat aquest mitjà de transport.

Van ser quatre les cartes que envià Ventrillon mitjançant el globus aerostàtic entre el mes de setembre de 1870 i el gener de 1871.

Objectius

Com ja s'ha expressat més amunt, l'activitat es va emmarcar dins el tema del programa «Fonts documentals escrites i el seu tractament a l'educació primària». Partia del treball d'anàlisi d'aquesta correspondència. Tenint com a base de l'ensenyament i l'aprenentatge la teoria psicològica del constructivisme, el que pretenia era que els futurs mestres s'adonessin de la interrelació que es produeix en el si d'una societat entre ciència, desenvolupament i societat i, precisament, com aquest fet permet, mitjançant documents pertinents, l'anàlisi d'aquesta societat en diferents àmbits.

El treball s'emmarca dins els avenços de la investigació en psicologia que propugna que la millor manera d'ensenyar i aprendre una ciència és ensenyar els procediments que segueix la mateixa ciència. A partir d'aquesta concepció, el que intento a les classes és que els

alumnes entenguin com els historiadors construeixen la història partint de molt diversos documents, presentats en suports molt diferents.

Entre els objectius que pretenia aconseguir, cal esmentar que descobrissin com qualsevol document del passat pot esdevenir una font documental històrica (Anadón, 2002) i com esdevé font documental quan un historiador la utilitza recollint la informació que l'esmentat document ens ofereix.

Volia també que, com a alumnes universitaris, aprofundissin en la interrelació i la interdependència dels esdeveniments del passat en diferents contextos (Pluckrose, 1993). Finalment, i aquest és l'aspecte nou que volia introduir i que pot interessar a aquest col·lectiu de la Trobada, havien de treballar l'aerostàtica com una part de la ciència física i la química, és a dir, els seus fonaments de la física i de la química.

Desenvolupament de l'activitat

L'activitat es va realitzar durant quatre setmanes en dues sessions setmanals de dues hores. Prèviament i per grups, els vaig presentar una fotocòpia de les cinc cartes originals escrites en francès, dues de les quals eren un petit tros de paper de 9,5 per 10 cm escrit amb lletra molt petita i molt regular.

En un primer moment havien de familiaritzar-se amb el treball de l'historiador, per això havien d'observar les cartes, tocar-les, escriure sobre l'estat de conservació tot observant la qualitat i el color de la fotocòpia. A més a més, cal dir que les fotocòpies de les dues cartes de dimensions diminutes, en fotocopiar-les en DIN A4, permetien apreciar la perfecció i regularitat de la lletra i també el seu estat d'envelliment. Naturalment, cal dir que l'arxiu ja m'havia autoritzat a realitzar les fotocòpies pertinents. A continuació, aquells que tenien coneixements més o menys avançats de l'idioma francès van haver de llegir-les, de desxifrar la data d'escriptura, entendre el que deien, explicar de què informaven, etc. Per a realitzar aquest procés van haver de comparar l'expressió de les cartes amb l'expressió de correspondència actual similar i van haver de situar-les en l'espai i el temps, van haver d'entendre la situació de setge i d'emergència de la població de la ciutat que les cartes trametien i, després, comparar-les amb altres documents i noves fonts d'informació.

Dificultats i descobriments de l'anàlisi epistolar

La primera dificultat que va aparèixer a la classe a l'hora de llegir la correspondència va ser que hi havia molt pocs alumnes que sabessin francès; la majoria sabien o entenien l'anglès. Només, d'entre els seixanta-nou alumnes que estaven matriculats, quatre tenien coneixements avançats de francès.

L'estructura de la carta i les seves expressions lingüístiques, les formes quasi reverencials de comiat també van esdevenir una sorpresa i un obstacle per a la seva comprensió. Finalment, davant d'aquesta situació, vaig optar per traduir conjuntament amb els alumnes les cinc cartes per ordre cronològic.

Un cop havien traduït la primera carta, la primera gran sorpresa que va aparèixer a la classe va ser descobrir que aquella havia sortit de París mitjançant un globus aerostàtic i després un altre mitjà de transport l'havia fet arribar a la seva destinació. De fet, de les cinc que van haver de traduir, quatre cartes s'havien enviat mitjançant aquest artefacte aeri. Només la cinquena, en ordre cronològic, no feia referència al globus o a l'aire, si no que s'havia enviat mitjançant un altre tipus de transport o de mitjà de comunicació terrestre. També es va posar de manifest que desconeixien l'aplicació del globus aerostàtic en el passat en situacions de setge o incomunicació, així com el fet d'haver estat un mitjà de transport utilitzat a París el 1870.

La càrrega emotiva i l'interès que els va suscitar aquella primera carta em va fer paleses les possibilitats d'intervenció i d'actuació que se m'obrien i que no volia desaprovechar. A continuació, vam iniciar un debat conjunt a la classe relatiu al treball de l'historiador, sobre els seus plantejaments de la recerca i la hipòtesi de treball de què parteix a l'inici d'una investigació. Seguint aquest procediment, els vaig fer interrogar-se sobre què podia passar a París el 1870. Per les referències epistolars als bàrbars del nord i altres de similars, quasi d'immediat, alguns alumnes van contestar que creien que es tractava de la guerra francoprussiana. Amb l'objectiu que entenguessin la necessitat de familiaritzar-se amb la utilització de les noves tecnologies a l'aula, vaig demanar que per grups busquessin tota la informació possible mitjançant diferents webs d'Internet. A la sessió següent, amb les informacions extretes d'Internet, es van confirmar els seus pronòstics. Es van poder comentar i intercanviar idees sobre les causes de la guerra. Va ser aquí on van entendre aspectes de la multicausalitat, a partir de les informacions que feien referència a la política expansiva de França i d'Alemanya i del paper que va tenir la visita del general Prim al príncep alemany Carles Antoni de Hohenzollern-Sigmaringen per a explorar la possibilitat que el seu fill Leopold acceptés el tron d'Espanya. També es va fer referència als mecanismes empresarials per a reeixir en la seva producció i beneficis.

Relació entre ciència, tecnologia i desenvolupament social

Com ja hem comentat més amunt, un altre objectiu era que els alumnes descobrissin la relació existent entre ciència, tecnologia i desenvolupament social. El procediment que vam seguir en la seva consecució va partir també de plantejant-se hipòtesis: què és un globus aerostàtic? Qui va ser el seu inventor? On es va inventar? Com es va inventar?, etc. Com que l'objectiu era que participessin directament en la seva descoberta, novament vaig recórrer a la recerca per Internet. Òbviament, hi havia alguns alumnes que sabien alguna cosa; tanmateix, tenien un coneixement confús. Per grups, van imprimir tota la informació que van trobar a diferents pàgines webs que parlaven dels germans Mongolfier i també van treballar en la bibliografia que algunes webs oferien. Després van comentar col·lectivament la descoberta del fenomen físic de fer volar les bosses de paper i l'aparició dels fonaments del globus aerostàtic; la seva relació amb la física i la química, etc. Amb la informació recollida i per

grups, primer, i després col·lectivament, es van comentar les causes del seu inici amb l'aire calent, el pas posterior a un altre gas, el tipus de gas que van utilitzar i com ho van aconseguir, el gas d'hidrogen, les diferents temptatives que van aparèixer, etc. Naturalment, va sorgir i es va posar de manifest la perillositat del gas hidrogen.

Un altre dels aspectes derivats de la presència del globus a les cartes i de la seva utilització com a mitjà de transport va ser el plantejament i la discussió de la relació que existeix entre invenció, innovació i difusió d'un descobriment científic, i la seva transposició al present en la terminologia d'expressions d'investigació i de recerca, més innovació, més desenvolupament, la R+D que sovint escolten als mitjans o llegeixen a la premsa escrita.

Així mateix, van treballar la difusió del globus aerostàtic, els diferents tècnics i científics que van aparèixer en el seu inici, així com les dificultats de desenvolupament que aquest artefacte presentava. També es va treballar i reflexionar sobre la difusió del globus aerostàtic al nostre país. En la realització d'aquesta activitat vaig proporcionar als alumnes notícies del *Diari de Barcelona* relacionades amb la presentació del globus aerostàtic i activitats d'esbarjo que prèviament jo havia cercat, la lectura de les quals els va proporcionar informació per a reflexionar sobre la barreja científica i lúdica que simultàniament s'incorporaren en la seva aplicació. Així mateix, es van qüestionar el fet de no haver-se desenvolupat més.

El treball es va ampliar encara més. No podien deixar de banda un aspecte interessant que ha influït en la nostra infància i adolescència, les obres de Jules Verne. Van buscar en diferents webs la seva biografia, les seves obres, aquelles que feien referència als viatges en globus —*Cinc setmanes en globus* (1863) i *La volta al món en vuitanta dies*, publicada el 1873, després de la utilització del globus en el setge de París de 1870. Així mateix, van arribar a conèixer l'existència d'una associació catalana de Jules Verne que s'encarrega de proporcionar informació i recursos a totes les escoles de primària i secundària que s'interessin per la vida i les obres d'aquest autor, per quines obres, quines editorials i quan s'han traduït al català, així com pel·lícules de cine que s'han realitzat seguint l'argument de les seves novel·les.

Un altre dels aspectes que es van treballar com a derivació de la informació que proporcionaven aquestes cartes va ser el fet que la ciència no és un coneixement absolut, acabat, sinó que el seu desenvolupament segueix una trajectòria especial, de vegades contínua, de vegades discontinua (Pozo & Gómez Crespo, 1998).

Transposició didàctica

L'educació primària

L'activitat que es va fer, com a alumnes universitaris, no podien deixar de projectar-la a la seva futura activitat professional, la de mestres d'educació primària. Amb el currículum a la mà, es va discutir de com podrien integrar i com podrien realitzar una activitat similar, amb els mateixos materials. Van aparèixer diferents propostes, totes elles perfectament aplicables a primària. A continuació, les exposarem sense ordre de prelación: la primera feia referència

a treballar només la carta com a mitjà de comunicació. Comparar els mitjans que tenim avui —mòbil, Internet, telèfon, fax, carta, etc.— amb els que hi havia fa més de cent anys. Llavors es va posar en relleu la necessitat d'incidir en el fenomen del canvi social. Un altre vessant proposava l'anàlisi de les cartes des del punt de vista de les expressions, dels girs i de les fórmules de salutació i d'acomiadament, de l'apreciació de la condició o l'estatus social, etc.

Una altra forma d'introduir l'estudi del globus aerostàtic va ser a partir de la coneixença de les activitats que es poden realitzar a les diferents comarques de Catalunya. Un nombre gens menyspreable de comarques ofereixen viatges en globus, vistes a vol d'ocell en globus aerostàtic, etc. Davant d'aquesta informació, es va plantejar la manera d'introduir aquest mitjà aerostàtic com a coneixement addicional per als alumnes. Es podia començar tot plantejant qüestions als alumnes de primària sobre si saben des de quan s'utilitza el globus, qui el va inventar o crear, etc. A continuació, se'ls havia d'estimular i ajudar a la recerca d'informació a diferents webs i, amb la informació recollida, molt variada, treballar-la conjuntament a la classe fent una cronologia succinta des del seu origen fins a l'actualitat, aprofundint en alguns dels descobridors i dels avenços que van fer.

Entre la informació que proporciona el recercador Google, n'hi ha una que resulta força interessant i que els alumnes aspirants a mestre van destacar malgrat que no es va portar a la pràctica a l'aula. Es tracta de saber com es construeix un globus aerostàtic. Van trobar com construir planells a escala. Aquest fet va posar de manifest la possibilitat de construir-lo amb alumnes avançats del cicle superior d'educació primària.

L'ESO

Tanmateix, el nivell en què es va veure més adient la utilització dels documents escrits acabats d'esmentar va resultar ésser el d'educació secundària obligatòria. Pel seu nivell de desenvolupament mental i psicològic, no només es poden treballar les cartes com a documents històrics, també la seva relació amb l'ensenyament de la física i de la química com a ciències independents i la de la història de la ciència, la constatació del descobriment o creació d'un fenomen de la naturalesa i la seva aplicació tecnològica, l'aparició de la innovació i la seva posterior difusió.

En definitiva, va resultar una experiència molt interessant. No oferim les cartes originals perquè degudament sistematitzades i ben organitzades volem estructurar l'experiència en materials didàctics que facilitin la tasca d'ensenyar ciència o els seus fonaments partint de documents escrits. La nostra voluntat és oferir diferents possibilitats que permetin el foment de la interdisciplinarietat, del gust per descobrir noves metodologies d'aprenentatge i trobar metodologies que ajudin a fer més interessant i més amè l'aprenentatge de la ciència (Gutiérrez Medina, 2003). Metodologies que, per altra banda, mostren la interrelació existent entre el progrés científic, el tecnològic i el desenvolupament social i que, alhora, descobreixen com estan integrades en la nostra vida mitjançant tots els avenços que anem incorporant a la nostra activitat quotidiana i que ens ajuden a tenir una vida millor.

Bibliografía

ANADÓN BENEDICTO, J. (2002), «Lenguajes de la historia. Palabra e imagen al servicio de la enseñanza: Documentos escritos, orales e iconográficos», *La geografía y la historia, elementos del medio*, Madrid, Ministerio de Educación, Cultura y Deportes, 147-174.

ELENA, A.; ORDOÑEZ, J.; COLUBÍ, M. (1998), *Después de Newton: ciencia y sociedad durante la Revolución Industrial*, Barcelona, Anthropos.

GARCÍA RUÍZ, C. R. (2003), «El patrimonio documental en la didáctica de las ciencias sociales».

A: GUTIÉRREZ MEDINA, M. L. (2003), «La didáctica de la geografía i la interdisciplinarietat en ciències socials mitjançant les excursions escolars. El cas d'Alexandre de Tudela (1861-1935)». A: BATLLÓ, ORTIZ, J. *et al.* (coord.), *Actes de la VII Trobada d'Història de la Ciència i de la Tècnica*, Barcelona, SHT, 245-251.

PLUCKROSE, H. (1993), *Enseñanza y aprendizaje de la historia*, Madrid, Ministerio de Educación, Morata.

POZO, J. I.; GÓMEZ CRESPO, M. A. (1998), *Aprender y enseñar ciencia*, Madrid, Morata.

**III JORNADA D'HISTÒRIA
DE LA CIÈNCIA
I ENSENYAMENT**

Sessió II

LA CONSTRUCCIÓ FÍSICA DE L'ÀTOM QUÍMIC: DE MENDELÉIEV A PAULING

MERCÈ IZQUIERDO

DEPARTAMENT DE DIDÀCTICA DE LES MATEMÀTIQUES
I DE LES CIÈNCIES EXPERIMENTALS; CENTRE D'HISTÒRIA
DE LES CIÈNCIES. UNIVERSITAT AUTÒNOMA DE BARCELONA.

Paraules clau: *atomisme, llibres de text, segle xx, ensenyament de la química*

The physical building of chemical atom: from Mendeleiev to Pauling

Summary: *Chemistry in the sixteenth century has built a «chemical atom» that has permitted to write formulae and chemical equations, to relate properties of substances with their structure, to assign a valence to the elements and to classify chemical elements in a periodic table. But many chemists didn't agree with the real existence of the particle «atom». It was necessary to obtain new evidences until a general acceptance the «physical atom» was achieved: a complex particle with an internal structure.*

In this paper some ideas derived from the analysis of textbooks in the first half of the sixteenth century are proposed. The final conclusions (transitory, because the research is not ended) show the evolution of the rhetoric and the explanations about the structure of the electronic atom and, also, the influence of the periodic table in its. Several considerations about teaching chemistry will be made.

Key words: *atomism, textbooks, sixteenth century, chemistry teaching*

Aportació de la història de la química (HQ) a la didàctica de la química (DQ)

La química actual és, per a la majoria de les persones, «aquella ciència que parla d'àtoms i d'enllaços i que no es pot aprendre si no se sap for-

mular». Encara ara, a moltes escoles, es comença l'ensenyament de la química amb les fórmules. «Com, si no es fa així —diuen els professors que prenen aquesta opció— podran explicar correctament, els alumnes, una reacció química? Com podran entendre el significat d'un canvi químic, si no disposen del llenguatge adequat per parlar-ne?». Actuant així, s'oblida que la química és la ciència que s'ocupa del canvi químic (del seu control, manipulació, aprofitament, identificació, classificació...), i no dels àtoms; que les fórmules prenen sentit en el «joc de la química» i no en tenen per a les persones que encara no saben química; abans de proporcionar el llenguatge i l'explicació, cal saber de què es parla.

La HQ és una companya inseparable de la DQ. Si aquesta darrera és la reflexió sobre la professió docent (es pregunta què és i què fa un bon professor de química, i per què ho fa), es veu de seguida que, a classe, es necessita una imatge evolutiva de la química, perquè al llarg del temps que l'alumne roman a l'escola els seus coneixements van canviant, i ho continuaran fent quan l'alumne deixi l'escola. Aquesta mirada cap al futur requereix una mirada cap al passat, quan la química era diferent de l'actual, però s'enfrontava a problemes que la van fer evolucionar i als quals es refereixen els termes químics i les entitats a les quals es refereixen. Aquests problemes són els que interessin a la DQ, perquè, sense viure'ls a classe, els termes especialitzats de la química perden bona part del seu sentit.

La representació del canvi químic mitjançant fórmules que es refereixen a àtoms i molècules és una d'aquestes respostes que arriben als alumnes abans d'haver-se pogut plantejar preguntes. Manca experiència per a saber què es vol dir amb aquest llenguatge tan esotèric, tan diferent del quotidià. Per això, molts alumnes no arriben a plantejar-se per què només hi ha els àtoms de la taula periòdica, quina diferència hi ha entre la quantitat de matèria i la quantitat de substància, la diferència entre substància simple i element..., qüestions, totes elles, que formen part del nucli teòric propi de la química.

La teoria atòmica és imprescindible per a interpretar el canvi químic. Però, per entendre-la, cal situar-se en la tradició de «fer substàncies» i tenir d'antuvi una percepció del canvi químic i de les regles de joc que permeten controlar-lo. De fet, l'explicació atòmica es va introduir en la química més tard que en la física, perquè no és fàcil imaginar uns àtoms permanents quan s'està parlant de canvi substancial, en el qual, aparentment, la matèria es transmuta, i tampoc és fàcil esbrinar quines propietats tenen uns suposats àtoms (pocs) que puguin explicar l'enorme diversitat de propietats de les substàncies de les quals formen part.

L'atomisme químic i la taula periòdica: l'àtom, una hipòtesi

Malgrat aquestes dificultats, la hipòtesi atòmica es va anar imposant al llarg del segle XIX. Així, si bé no tots els químics acceptaven l'existència real dels àtoms, s'havien generat un conjunt de conceptes, imatges i llenguatges que feien que unes determinades masses de reacció dels elements es poguessin considerar «àtoms químics». A mitjan segle XIX l'atomisme químic no aconseguia diferenciar àtoms de molècules, i van ser necessàries evidències fisi-

ques (com, per exemple, les calors latents de gasos, que mostren diferències que es podien relacionar amb el nombre d'àtoms de les corresponents molècules) que Cannizzaro, en un llibre de text (1860), va combinar de manera magistral amb les evidències químiques i estequiomètriques per aconseguir, finalment, una taula fiable de «masses dels elements». Aquesta taula va ser la clau per a configurar el concepte de valència, que va tenir dos resultats molt importants: va permetre unificar i representar les fórmules (fins i tot en l'espai) i, sobretot, confegir un «sistema periòdic dels elements» (Lothar Meyer i Dmitri Mendeléiev), elaborat amb criteris didàctics que Mendeléiev fa molt explícits en el seu llibre *Principis de química*.

La taula periòdica de Mendeléiev proporciona una panoràmica general de la química a partir de les característiques dels elements i és la màxima expressió de la potència de l'atomisme químic. La proposta per tal que els alumnes puguin copsar d'un cop d'ull tot el panorama dels canvis químics, però relacionats tots ells per la llei periòdica dels elements. S'estableix a partir del convenciment que cada element és diferent dels altres i irreductible; en conjunt, la posició dels elements en la taula mostra les interaccions entre ells que són possibles i les que no ho són. Només un dels grups, afegit posteriorment, està format per elements que no interaccionen i que, per tant, no havien estat detectats pels químics. I, com deia Mendeléiev, «la idea d'element suggereix la idea d'àtom». L'àtom era encara una hipòtesi per a interpretar les interaccions químiques en les quals intervenia.

Mentre els químics del tombant de segle «fan química» en les indústries i en els laboratoris universitaris, nous fenòmens i nous enfocaments teòrics malden per fer-se lloc. Són les «radiacions» i el seu impacte sobre els materials; les ones i els instruments que en fan ús; la definitiva acceptació de la naturalesa particulada de la matèria, que s'estén al corrent elèctric i a l'energia; una nova termodinàmica. Comencen uns anys en els quals joves investigadors (en una Europa que viurà dues guerres mundials en quaranta anys, així com una gran crisi econòmica i cultural entre les dues guerres) construiran l'àtom físic que necessita la química. Amb això, donaran un nou significat a la taula periòdica dels elements i proporcionaran una nova explicació a la química.

Els llibres de química i la química

Intentem analitzar la presència progressiva de les noves idees en els llibres de text o manuals que es feien servir a l'ensenyament de la química a la universitat i en els quals divulgaven els nous descobriments entre un públic culte; poc a poc, l'àtom químic esdevé una partícula real, a la qual es dóna una configuració que, amb les «regles de joc» oportunes, permet explicar els canvis químics. I aquestes regles es construeixen de manera literària en els llibres.

La química és una ciència experimental, però, si es vol ensenyar, s'ha de poder escriure sobre ella. Segons Hannaway (1975), la química moderna apareix a començaments del segle XVII amb l'aparició d'un llibre: *Alchemia*, d'Andreas Libavius. En aquest llibre es posa per escrit la manera de treballar dels deixebles renaixentistes de Paracels (metges que utilitza-

ven medicaments químics), trencant, així, la tradició de mantenir en secret una pràctica d'intervenció en la natura que, com que podia tenir conseqüències no volgudes, havia de ser responsable i guiada per una il·luminació que no aconsegueix tothom. Els «tòpics» als quals es dediquen les lliçons o capítols del llibre són les operacions i els instruments de la química: els destil·lats (els materials que s'obtenen amb les destil·lacions), els precipitats (a partir de les solucions), les calçs (que resulten de la calcinació), els magisteris (que resulten d'operacions complexes), els elixirs... S'aconsegueix, així, fer una ciència del que havia estat una manipulació artesana en tallers que disposaven d'instruments propis. Les intervencions i els instruments (les bombes de buit, els calorímetres i termòmetres, els circuits elèctrics...) donen sentit als conceptes químics que s'aniran configurant al llarg d'aquesta tradició de «fer substàncies» (com: substància simple i composta, element, àtom, molècula, equivalent, afinitat...), que tenen, per això, una dimensió praxeològica i no es poden comprendre correctament sense la pràctica química.

El llibre de Libavius va proporcionar una pauta que va ser seguida pels químics-farmacèutics-metges durant gairebé dos segles; segons aquesta pauta, les substàncies es classifiquen segons les seves propietats, que es consideren degudes a algun principi estructural que comparteixen quan comparteixen també les propietats; obre un camí difícil, que arriba fins al moment present i que es podria representar per un seguit de manuals de química que, l'un darrere d'un altre, van reconstruint per escrit els fenòmens químics, amb uns recursos literaris que van esdevenint característics de la pràctica química i que, alhora, la identifiquen.

En la segona meitat del segle XIX els manuals de química, que havien estat escrits fins aquell moment pels grans mestres de la disciplina (Bergman, Lavoisier, Thomson, Berzelius, Liebig...) i en els quals predominava una retòrica magistral, cedeixen el protagonisme als «llibres de text», escrits per a facilitar els exàmens que calia superar per accedir a llocs de treball ben remunerats i en els quals predomina una retòrica apodíctica (Izquierdo, 2000 i 2005), amb un capítol dedicat a estequiometria a partir del qual es proposen «problemes» per ensenyar a formular. Comença a aparèixer una «química de paper» contra la qual es revoltaven alguns professors, com per exemple H. Kolbe (Rocke, 1993).

A mesura que l'ensenyament es normalitza i els graus universitaris determinen professions reglades, els llibres de text esdevenen «la disciplina». En els llibres de text de finals del XIX es configuren també les «bones explicacions» que van fent creïbles els àtoms. Això és el que va fer Mendeléiev. En el seu llibre de text *Principis de química*, parla dels elements i què poden ser aquests, sinó àtoms irreductibles? En efecte, escriu a *Le Moniteur Scientifique* (març 1879, núm. 21, p. 693): «Le mot élément appelle l'idée d'atome» (Bensaude-Vincent, 1994).

La necessitat de disposar de joves amb una bona formació científica i tècnica que es pogués assolir en uns pocs anys no només es va mantenir, sinó que ha anat augmentant. Per tant, el llibre de text s'ha mantingut i ha tingut un lloc important en la construcció del co-

neixement químic actual, que estructura i selecciona determinats aspectes de la recerca per fer-la comprensible.

La teoria atòmica en els llibres de química

La química havia imaginat l'àtom químic que necessitava, el que li permetia calcular i escriure química. Els químics de les indústries, dels laboratoris de recerca... no pensaven que fenòmens com la radioactivitat podien canviar les regles del canvi químic ni aquests fenòmens els feien perdre la confiança en les lleis de la química, com per exemple la llei periòdica. Eren els físics els que ara aportaven nous coneixements, revolucionaris, amb els quals construïen... l'àtom dels químics! Va caldre inventar (descobrir?) els electrons, proposar una nova «electrodinàmica» i interpretar les valències... La química – física va esdevenir, des de 1887 (any de la fundació de *Zeitschrift für Physikalische Chemie*), la punta de llança d'aquestes innovacions. Els manuals de química general van anar incorporant les innovacions procedents d'aquestes recerques, però només les que s'hi podien afegir sense trencar la unitat del llibre ni introduir dubtes que dificultessin els aprenentatges dels alumnes. Però es publicaven també llibres que divulgaven les conferències i seminaris dels científics amb un llenguatge més planer que el de les revistes de recerca.

Per exemple, en les conferències que J. J. Thomson va pronunciar el 1903 (Thomson, 1922), es reprenen les idees de Faraday sobre les línies de força en un camp magnètic i s'apliquen als camps elèctrics (els tubs de Faraday, que s'estenen per l'èter sense omplir-lo totalment i que hi interaccionen); atribueix una estructura atòmica a les càrregues elèctriques que formen el començament i el final de les línies de força: els electrons. Aquests havien estat postulats per Arrhenius i Helmholtz, reinterpretant les lleis de Faraday, i s'havien identificat com a constituents dels raigs catòdics. Lorentz i Zeeman havien calculat la relació e/m a partir dels espectres atòmics el 1896 i Thomson, un any després, a partir dels raigs catòdics; aquesta relació havia estat discutida i comparada amb la relació entre la càrrega i la massa dipositada en l'electròlisi, i s'arriba a la conclusió que l'electró tenia una massa 2.000 vegades menor que la d'un àtom d'hidrogen. La qüestió que ara es planteja és la distribució dels electrons en l'interior de l'àtom i Thomson proposa «models» fàcilment visualitzables com l'analogia amb «imants flotants», segons els quals l'electricitat positiva i la negativa, unides per les línies de força elèctriques, arriben a diferents estats d'equilibri o «sistemes» que estan en moviment per tal de no caure els uns sobre els altres. Hi ha un límit al nombre de corpuscles que poden formar un sistema estable; si se sobrepassa, el sistema es divideix en altres de més simples (vegeu en la figura 1 les configuracions si el nombre d'imants flotants va de 2 a 19).

El 1913, Perrin proporciona proves aclaparadores de l'existència dels àtoms. Ens diu Urbain (1926, 92-93):

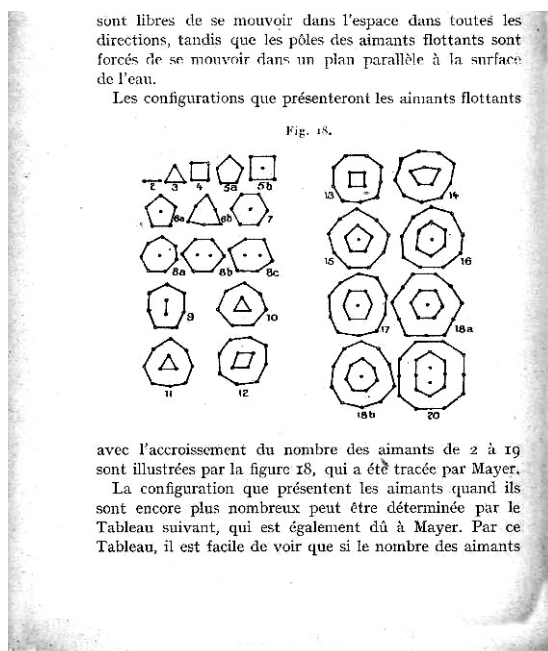


Figura 1. Model pels electrons en l'àtom (com si fossin imants flotants) segons J. J. Thomson (1922).

La thermodynamique triomphante a déclaré para la voix d'Ostwald, la faillite de l'atomisme... Un revirement s'est produit en France... moins parmi les chimistes purs... que parmi les physico.chimistes et les physiciens d'avant-garde comme Mme Curie, Perrin, Langevin, de Broglie... Même mouvement en Angleterre où brillent actuellement les noms de J. J. Thomson, Rutherford, Bragg, Soddy, Aston...

Bohr (1913) és l'heroi d'aquesta aventura. Decidit a incorporar els quantum de Planck a una interpretació dels espectres, abandona el laboratori de Thomson a Cambridge perquè aquest no considera interessant aquesta idea, i s'incorpora al laboratori de Rutherford, a Manchester, el mateix any que es postula l'existència del nucli atòmic encara sense neutrons (una extraordinària lliçó de paciència que va ser possible perquè es disposava d'una preuada mostra de pocs mil·ligrams de radi i que potser hauria resultat estèril si no fos pel comptador Geiger). Bohr es meravella de l'estabilitat de l'àtom químic, que els darrers descobriments físics no podien explicar fàcilment. Apassionat defensor dels «salts quàntics», proposa un model per a l'àtom d'hidrogen amb el qual inicia la reinterpretació de la taula periòdica. Ja en els anys vint, s'alia amb Heisenberg i discuteix amb Schrödinger i amb Einstein, que no podien acceptar la indeterminació en la naturalesa mateixa (Fernández Rañada, 2004).

El llibre de química general de Nernst (1922) incorpora ja la interpretació dels espectres amb el model de Bohr, però no inclou una interpretació de la valència a partir de l'estructura electrònica de vuit electrons en la capa externa de l'àtom ni reconstrueix la taula periòdica, com faria, finalment, Pauling. Altres llibres van incorporant les darreres aportacions de la teoria atòmica afegint un apèndix al llibre, com és el cas de les successives impressions dels llibres d'E. Vitoria.¹

En el llibre d'Urbain (1926), l'element queda definit pel seu nombre atòmic, a partir de la llei que va enunciar Moseley el 1913; l'àtom ja té nucli, a partir dels treballs de l'equip de Rutherford a Manchester. L'estabilitat de les molècules s'explica a partir de l'entorn de vuit electrons en els gasos nobles, seguint Lewis (1916, 1923) i Langmuir, i es dona així un significat a la valència. «Electron rearrangement is the fundamental cause of chemical action», va dir aquest darrer en un reunió conjunta de les seccions de física i química de la BAAS a Edimburg, el 1921 (Nye, 1996: 180).

Bohr ja ha proposat un model quàntic de l'àtom, amb òrbites per als electrons, però la mecànica quàntica està en les beceroles. L'augment constant del coneixement químic feia necessari un plantejament didàctic estratègic, que permetés copsar les idees centrals a partir de les quals es podien deduir les altres. L'estructura de l'àtom dels elements, si s'aconseguia relacionar-la amb les propietats físiques i químiques dels seus compostos, podia fer aquesta funció, i culminar així l'obra de Mendeléiev; però també la termodinàmica podia fer-ho, perquè podia assignar «propietats termodinàmiques» a les substàncies, el comportament de les quals quedaria fixat per les lleis generals.

Més laboriosa va resultar la incorporació de la mecànica quàntica, que va passar per un període d'elaboració en llibres especialitzats, com *Valence and the Structure of Atoms and Molecules* (Lewis, 1923), abans de poder ser incorporada als «principis de química». Hi havia diversos factors que feien difícil aquest pas; el principal d'ells el constituïa la matemàtica que calia dominar, que contradeïa l'opció de la química pel que era «visualitzable».

Linus Pauling va intuir ja el 1919, i així ho va manifestar, que la nova teoria electrònica de l'enllaç químic podia ser el primer pas cap a la «ciència real i sistemàtica de la química estructural». Va fer estudis de postgraduació en els principals centres de recerca europeus: amb Sommerfeld (especialista en espectroscòpia atòmica, professor de set premis Nobel) a Munic, amb Bohr a Copenhagen, amb Schrödinger a Zuric. Quan va assumir responsabilitat docent al Caltech (California Institute of Technology) a Pasadena (1937), va optar de manera clara per una pedagogia de la química centrada en els àtoms i l'enllaç, clarament diferent de l'orientació de Noyes, el qual, segons la tradició antiatomística europea (era alumne d'Ostwald), fonamentava la química descriptiva i sistemàtica en els principis de termodinàmica. La seva aportació a la teoria de la valència —la hibridació— va ser un pas importantíssim per a connectar els orbitals amb els quatre enllaços tetraèdrics del carboni que eren

1. Vegeu l'article d'Ainoa Marzàbal en aquestes mateixes actes.

la base de la química orgànica, i que permetien explicar, també, la ressonància entre les diferents estructuracions electròniques que eren possibles en el benzè, segons Kekulé i Dewar.

El 1947, va publicar el llibre *General Chemistry: An Introduction to Descriptive Chemistry and Modern Chemical Theory*, que culmina la incorporació del nou «àtom físic» a la química i triomfa la didàctica dels àtoms i molècules, representats amb imatges senzilles i fàcils de retenir. «La química es podia entendre, no només ser memoritzada» (en paraules del químic Perutz), citat per Nye (1996).

Conclusions

L'anàlisi dels textos ens mostra la influència de la química – física en la química general, que culmina amb l'elecció d'una retòrica de les imatges de les molècules i dels àtoms d'una gran eficàcia explicativa, però que ha tingut l'efecte de desplaçar l'atenció cap a l'àtom i la representació de les molècules, i oblidar el canvi químic i el seu control, les «regles de joc» que permeten intervenir-hi i pensar-hi..., que són els problemes que fan que els àtoms i les molècules siguin necessaris.

Els manuals escrits per a l'ensenyament tenen una importantíssima funció en la construcció de la «ciència normal», fins al punt que, sovint, els llibres de text, a les aules, es confonen amb la disciplina mateixa. En el moment actual, per a molts alumnes la química és una ciència dels àtoms i dels electrons. La reflexió que es proposa en aquesta comunicació és que l'àtom físic no hauria esdevingut tal com és sense la química, i que aquest procés no és reversible: si l'àtom és només una entitat física, no pot explicar el canvi químic.

La taula periòdica es va crear amb una intencionalitat didàctica en el segle XIX i, en el segle XX ha contribuït a la construcció de la teoria atòmica moderna, amb la qual cosa ha canviat radicalment: ha esdevingut el que es podria dir «un sistema de configuracions electròniques», però hauria de continuar essent, també, un «sistema de canvis químics» que, això sí, es poden explicar ara molt millor que en temps de Mendeléiev.

Bibliografia

- BENSAUDE-VINCENT, B. (1994), «Le langage chimique à la recherche de l'élément chimique», *Actualité Chimique*, (juliol-agost), 51-62.
- BOHR, N. (1913), *On the constitution of atoms and molecules*, Copenhagen, Munksgaard.
- CANNIZZARO, S. (1858), «Sunto di un corso di filosofia chimica», *Il Nuovo Cimento*, **7**, 321-366.
- FERNÁNDEZ-RAÑADA, A. (2004), *Ciencia, incertidumbre y conciencia. Heisenberg*, Madrid, Nivola.
- HANNAWAY, O. (1975), *The chemist and the word*, Baltimore, Londres, Hopkins University Press.
- IZQUIERDO, M. (2000), «Three rhetorical constructions of the chemistry of water». A: LUNDGREN, A.; BENSAUDE-VINCENT, B. (ed.), *Communicating chemistry. Textbooks and their audiences, 1789-1939*, Canton, Science History Publications, 255-272.
- (2005), «Estructuras retóricas en los libros de ciencias», *Tarbiya*, **136**, 11-34.
- LEWIS, G. N. (1916), «The atom and the molecule», *Journal of the American Chemical Society*, **38**, 762-785.
- (1923), *Valence and the Structure of Atoms and Molecules*, Nova York, The Chemical Catalog Company.
- LIBAVIUS, A. (1597), *Alchemia*, Francofurti, Excudebat J. Saurius.
- MENDELÉIEV, D. I. (1897), *Principes de chimie*, París, B. Tignol.
- MEYER, L. (1864), *Die modernen Theorien der Chemie und ihre Bedeutung für die chemische Statik*, Breslau, Wroclaw.
- NERNST, W. (1922), *Traité de chimie générale*, 2a ed., París, Hermann.
- NYE, M. J. (1996), *Before big science*, Nova York, Twaine.
- ROCKE, A. (1993), *The quiet revolution*, Berkeley, University of California Press.
- THOMSON, J. J. (1922), *Électricité et matière*, París, Gauthier-Villars. [Recull de conferències a la Universitat de Yale, 1903]
- URBAIN, G. (1926), *Les notions fondamentales d'élément chimique et d'atome*, París, Gauthier-Villars.

CONSENSUANDO CRITERIOS SOBRE EL USO DE LA HISTORIA DE LA CIENCIA EN LA ENSEÑANZA

CRISTIAN MERINO^{1,2} MARIO QUINTANILLA³

¹ PROGRAMA DE DOCTORADO EN DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES, UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BARCELONA, ESPAÑA.

² INSTITUTO DE QUÍMICA, PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO.

³ GRUPO DE REFLEXIÓN EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS E INVESTIGACIÓN APLICADA (GRECIA), DEPARTAMENTO DE DIDÁCTICA, FACULTAD DE EDUCACIÓN, PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE.

Palabras clave: *enseñanza, historia de las ciencias, formación*

Consensus criteria on use of the history of the science in the teaching

Summary: *The History of the Sciences has had an important, specific function, in the Teaching of the Sciences, since serves of introduction to the ones that they approach them. In this communication we want to present and to arrive at by consensus some criteria to work the history that appears in the textbooks.*

Key words: *teaching, history of the sciences, formation*

Introducción

Valorar la inclusión de la historia de las ciencias en los libros de texto permite relacionar el entramado conceptual que se ha formado y el

«problema científico» que se ha intentado solucionar. Para aportar en esta línea, nos hemos propuesto un par de reflexiones que permitan a los profesores de ciencia valorar la historia de las ciencias que aparece en los libros de texto. Reconocemos el valor estratégico, donde la estructura y evolución del conocimiento científico pueden ayudar al alumno a modelizar las teorías con argumentos que van más allá del contenido mismo, como los valores de una época, las prioridades de las instituciones, las minorías, temas de poder, instrumentos disponibles para la experimentación y conocimiento socialmente consensuado por la comunidad científica.

El proponernos valorar los modos de construcción histórica del conocimiento en general y de la ciencia experimental en particular, contribuye a comprender e interpretar no sólo la «tradición científica» con sus aportes, estructuras y lógicas de construcción, sino algo más. Valoramos la visión cognitiva del conocimiento científico que considera una lectura diferente de la naturaleza de la ciencia, su método y finalidades, bastante desarrollada y difundida en la última década por diversos autores e investigaciones, y que se constituye en una alternativa más cercana a la ciencia que enseñamos o ciencia escolar (Giere, 1988; Izquierdo & Adúriz-Bravo, 2003).

Para ello, la evaluación permite sugerir criterios sobre cómo abordar la historia de las ciencias que aparece en los libros de texto, a fin de introducir estos contenidos en la enseñanza de las ciencias o como parte del currículo científico teóricamente fundamentado, como un instrumento-estrategia que favorezca la comprensión e interpretación de los modelos teóricos desde una orientación crítica e interpretativa del desarrollo del conocimiento, conscientes de que ello debiera favorecer una actitud más positiva de la ciencia que se aprende y enseña.

¿Cómo llevar una «buena historia» al aula?

Es fácil darse cuenta de los peligros, que soluciona el problema de limitarse a una historia anticuarista que no interese a los alumnos pero que presenta muchos otros problemas; puede parecer, por ejemplo, que los conceptos del pasado tienen relación directa o son los mismos (aunque en una etapa menos desarrollada) que los actuales.

Helge Kragh (1987) reconoce algunas posturas en el quehacer histórico. Es importante destacar, sin embargo, que los conocimientos actuales permiten analizar conocimientos históricos de una manera que sería imposible desde una postura diacrónica estricta, puesto que se pueden estudiar relaciones entre conocimientos que no se dieron durante la vida de un científico concreto, con lo cual sus ideas, conjuntamente con otras, se transformaron y dieron lugar a un «descubrimiento»; o simplemente hacer ver similitudes entre las obras de científicos de épocas diversas, cosa que hubiera sido imposible en vida de ninguno de ellos. Todo ello da lugar a «reconstrucciones» que, sin haberse dado en el pasado, constituyen una interpretación seria del mismo de gran interés para la enseñanza de las ciencias.

Así, la historia que se utiliza en didáctica de la ciencia ha de ser la historia que surge del trabajo de los historiadores, procurando huir del anacronismo y de la hagiografía. Si bien es legítimo que los profesores hablen en clase de algunos «héroes» de las disciplinas, deben hacerlo teniendo en cuenta el conjunto de aportaciones científicas en su época; si tienen que plantear determinadas preguntas y enfoques adecuados a la docencia, se ha de procurar que haya un trabajo historiográfico serio que permita abordarlos. Aparece, así, un importante ámbito de colaboración entre disciplinas, que es justamente el que deberíamos desarrollar conjuntamente, sabiendo que el didactólogo/profesor no va a ir más allá de lo que permita la historiografía, ni el historiador va a ir más allá de lo que le permita la didáctica (exigiendo determinados niveles de exactitud histórica en las unidades docentes, por ejemplo, o limitando determinadas preguntas o hipótesis que la historia quizás no puede ni debe responder, pero que pueden tener interés docente) (Izquierdo *et al.*, 2006).

A partir de estas reflexiones se ha construido un instrumento de evaluación de la historia de la ciencia en la enseñanza, que consiste en quince preguntas (ver cuadro) que ayudarán al profesor a revisar sus criterios historiográficos. Porque, de todas maneras, va a explicar la historia de la manera que más le conviene y nunca será «toda la verdad y nada más que la verdad», sino que ayudará a sus alumnos a plantearse preguntas y a evitar una imagen de la ciencia excesivamente triunfalista, con poco espacio a la creatividad y sin futuro, al menos para ellos que se encuentran aún muy lejos de ser científicos.

Se pretende:

- Que el diseño e implementación del dispositivo permita acercar al docente a su que-hacer, el cual se fundamenta en la historia de la disciplina.
- Abordar el contenido histórico que aparece en los libros de texto, con una visión crítica.

De este modo, la reflexión histórica de la evolución del conocimiento científico puede proporcionar elementos y metodologías de análisis que favorecen la resignificación de los contenidos científicos, su génesis y enseñanza (Quintanilla, 2006). Asimismo, esta comprensión puede contribuir a nuevas ideas acerca de la ciencia y su devenir, puesto que muchos descubrimientos tienen una base inicial específica que desembocaría en un análisis de segundo o tercer orden.

Quince preguntas para analizar las aportaciones históricas a la didáctica de la ciencia

1. ¿Se describen los acontecimientos concretos que se produjeron en el pasado en su propio contexto?
2. ¿Se analiza la investigación y sus resultados sin olvidar los objetivos, los motivos y los valores?
3. ¿Es una interpretación de los hechos según planteamientos actuales?
4. ¿Es una colección de expresiones empíricas y formales acerca de la naturaleza adecuada al conocimiento científico de la época?
5. ¿Se describen las actividades o comportamientos «científicos» según criterios históricos?
6. ¿Se hace referencia a cuándo un acontecimiento es una interpretación histórica o es un hecho objetivo?
7. ¿Se presentan los acontecimientos de un modo que pueden recrearse, porque se muestran los datos de que se dispone?
8. ¿Se presenta la periodización como obra de los historiadores, no de la ciencia?
9. ¿Se presentan los temas agrupados según el criterio del historiador, sin pretender que refleje una tendencia del desarrollo de la ciencia?
10. ¿Se manifiesta que la ciencia del pasado no debería estudiarse a los ojos de la ciencia de hoy, a menos que haya buenas razones para ello?
11. ¿Se seleccionan temas según los patrones y valores contemporáneos?
12. ¿Se justifica la presentación de sucesos ficticios?
13. ¿Se plantean cuestiones que son problemáticas, desde un punto de vista histórico?
14. ¿Identifica una idea conductora y se justifica?
15. ¿Se pone en evidencia que no hay suficientes fuentes y que, por lo tanto, la reestructuración histórica es especulativa?

Análisis y resultados del ejercicio

Para cada una de las preguntas hemos propuesto seleccionar una de tres opciones de selección múltiple que se definen en la pauta para cada afirmación: Se ajusta mucho (SM) poco (SP) nada (SN), y además se cuenta con un segmento para argumentar, si lo desean, la selección de sus preguntas.

Para el vaciado de la información del cuestionario, respondido por los autores de este trabajo, los datos se presentan a modo de frecuencia por preguntas. Esto permitirá tener una visualización general de las tendencias que hay al someter los documentos seleccionados.

número pregunta	SM	SP	SN	número pregunta	SM	SP	SN	número pregunta	SM	SP	SN	número pregunta	SM	SP	SN
1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	00
2	0	0	1	2	0	0	1	2	0	0	1	2	1	0	0
3	0	0	1	3	0	0	1	3	0	0	1	3	0	0	1
4	1	0	0	4	0	1	0	4	0	1	0	4	0	1	0
5	0	1	0	5	0	1	0	5	0	1	0	5	0	1	0
6	0	1	0	6	0	0	1	6	0	0	1	6	0	0	1
7	0	1	0	7	1	0	0	7	1	0	0	7	1	0	0
8	0	0	1	8	1	0	0	8	1	0	0	8	1	0	0
9	0	0	1	9	1	0	0	9	1	0	0	9	1	0	0
10	0	0	1	10	0	0	1	10	0	0	1	10	1	0	0
11	0	0	1	11	0	0	1	11	0	0	1	11	1	0	0
12	0	0	1	12	0	0	1	12	0	0	1	12	1	0	0
13	0	0	1	13	0	0	1	13	0	0	1	13	1	0	0
14	0	0	1	14	0	0	1	14	0	0	1	14	1	0	0
15	0	0	1	15	0	0	1	15	0	0	1	15	1	0	0
Tabla 1 libro 1				Tabla 2 libro 2				Tabla 3 libro 3				Tabla 4 libro 4			

Algunas de las ideas extraídas del texto de Kragh se encuentran vertidas en los documentos revisados. Si se observan las tablas (1, 2, 3 y 4), podemos decir que en los textos escolares, mayoritariamente:

1. Se aprecia entre *poco* y *nada* los acontecimientos producidos en su propio contexto.
2. En su mayoría (3) *no se aprecia* un análisis histórico en función de los motivos o contextos culturales de la génesis del conocimiento científico.
3. *No se aprecian* interpretaciones de los hechos según planteamientos actuales.
4. *Se aprecia poco* una interpretación teórica de los hechos científicos.
5. *Se aprecia poco* la descripción de actividades o comportamientos científicos, incluyendo los factores que resulten relevantes, siempre y cuando dichas actividades estén relacionadas con el trabajo del «científico real».
6. *Se aprecian pocas* referencias para diferenciar si un acontecimiento es histórico o es un hecho científico.
7. *Se hace poca* referencia sobre los acontecimientos históricos de un modo en que no pueden recrearse ni manipularse.

8. Se aprecia una periodización como obra de los historiadores y no de la historia.
9. Presentan la división histórica como arbitraria y no reflejan ninguna tendencia interna del desarrollo de la ciencia.
10. *Se presentan* los temas científicos agrupados según el criterio del historiador, sin pretender que refleje una tendencia del desarrollo de la ciencia «como actividad humana».
11. *No se aprecia*, en los textos analizados, que la ciencia del pasado no debería estudiarse con los ojos de la ciencia de hoy, a menos que haya buenas razones para ello.
12. *No se aprecia* (mayormente) la selección de temas según los patrones y valores contemporáneos.
13. *No se aprecian* (mayormente) justificaciones o presentación de sucesos ficticios.
14. *No se aprecian* (mayoritariamente) cuestiones científicas que son problemáticas, desde un punto de vista histórico.
15. *No se aprecia* (mayormente) una idea conductora, ni se justifica.

Por tanto, los antecedentes que se tienen permitirían generar criterios y orientaciones sobre cómo presentar estas ideas en el aula, ya sea para generar espacios de discusión con los alumnos como para reflexionar sobre los hechos de la historia de la ciencia y su enseñanza en los libros de texto especializados. También nos permite avanzar sobre cómo introducir y «contar» las «historias» que permitirán emocionar y volver a reencantar las diferentes «audiencias científicas».

Unidades de texto revisadas:

- *Ciencias de la naturaleza. Investigando a materia* (Manuel Bragado, 1996), Xera.
- *Ciències de la naturalesa ESO 2n cicle. La matèria* (1997), Edebé.
- *Molécula I. Hipótesis atómica de Dalton* (2003), Voluntad.
- *Química 2º. El modelo atómico* (Quintanilla et al., 2004), Universidad Católica de Chile.

Bibliografía

GIERE, R. (1988), *Explaining science: A cognitive approach*, Chicago, University of Chicago Press.

IZQUIERDO, M.; VALLVERDÚ, J.; MERINO, C.; QUINTANILLA, M. (2006), «Relación entre la historia y la filosofía de las ciencias II», *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, **48**, 78-91.

IZQUIERDO, M.; ADÚRIZ-BRAVO, A. (2003), «Epistemological foundations of school science», *Science & Education*, **12** (1), 27-43.

KRAGH, H. (1987), *An introduction to the historiography of science*, Cambridge, Cambridge University Press.

QUINTANILLA, M. (2006), «Historia de la ciencia, ciudadanía y valores: claves de una orientación realista pragmática de la enseñanza de las ciencias», *Educación y Pedagogía* [Medellín (Colombia), Publicaciones de la Universidad de Antioquia], **45**, 9-24.

LA HISTORIA DEL ÁTOMO EN LOS LIBROS DE TEXTO. DIDÁCTICA DE UNA PROPUESTA DE INNOVACIÓN CONSTRUIDA DESDE UNA VISIÓN NATURALIZADA DE LA CIENCIA¹

**MARIO QUINTANILLA; LUIGI CUÉLLAR; JOHANNA
CAMACHO**

GRUPO DE REFLEXIÓN EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS E INVESTIGACIÓN APLICADA (GRECIA), DEPARTAMENTO DE DIDÁCTICA, FACULTAD DE EDUCACIÓN, PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE.²

Palabras clave: *historia del átomo, libros de texto, ciencia naturalizada*

The history of the atom in text books. Didactics of an innovation proposal constructed from the point of view of a naturalized science

Summary: *The main idea that orients this work has been to produce a publishing book proposal of chemistry for the Chilean average education fit to the curricular Reformation, developing from an historical and comprehensive perspective, the different tie contents from the atomic theory. Our north is to orient to the teacher and the student in the analysis of learning activities from a position of development of the subject and the own scientific knowledge in history. One is to stimulate the work in equipment and the self-regulation of the learnings, from a pragmatic and realistic vision of the science or what one has occurred in calling of moderate or hy-*

1. Los autores de este trabajo agradecen sinceramente las oportunas sugerencias a este artículo, efectuadas por la Doctora Mercè Izquierdo i Aymerich del Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y las Matemáticas de la Universitat Autònoma de Barcelona.

2. La versión final de este artículo se desarrolla dentro del marco del proyecto FONDECYT 1070795 financiado por CONICYT Chile por el período 2007-2009.

pothetical rationalism as opposed to incorporate the history of chemistry in education the challenges that a new educational culture imposes. In this article we gave some theoretical elements that give account of our innovation and soon exemplified such directives on the base of the history of the atom.

Key words: *history of the atom, text books, naturalized science*

Introducción

Existe un gran consenso entre los investigadores en el campo de las metaciencias de que la historia de la ciencia permite identificar, caracterizar y comprender la influencia de los contextos sociales, culturales, políticos y económicos en la construcción del conocimiento científico, dimensiones que en su conjunto configuran una determinada imagen de la actividad científica, vinculadas con aspectos metodológicos, éticos y valóricos de la propia ciencia. Por tanto, el abordaje de la historia de la química en los libros de texto puede constituirse en un dispositivo metateórico superpotente para comprender el desarrollo y evolución de las teorías científicas, lo que contribuiría a una resignificación de la actividad científica de los eruditos en la clase de ciencia (Izquierdo *et al.*, 2006).

En los últimos años diversos autores han insistido en dar a conocer la complejidad de los múltiples factores que contribuyen a darle sentido a la ciencia en un texto escrito (Izquierdo & Rivera, 1997). Desde esta perspectiva, la historia de la ciencia alerta a los profesores sobre la necesidad de una aproximación fenomenológica de las representaciones, concepciones y creencias que pueden ser útiles en los libros de química para que las teorías científicas que se enseñan adquieran sentido y valor en quienes las aprenden (Quintanilla & García, 2005).

Los estudiantes necesitan saber *con qué y cómo* se relacionan dichos modelos teórico-conceptuales con la historia de la propia humanidad, y poderlos así confrontar con situaciones de su vida cotidiana o, mejor aún, con situaciones de la vida real en otros momentos de la evolución de la actividad científica. Haciendo uso de una analogía planteamos que la historia de la ciencia se convierte en un vehículo para formar a los profesores, ya que no sólo están interpretando el devenir constante de su disciplina, sino que se están cuestionando la manera cómo se genera el conocimiento erudito promoviendo cambios futuros que se espera queden reflejados en la manera en que los libros de texto abordan, comunican y divulgan las teorías científicas al estudiantado, desde una visión naturalizada o realista pragmática de la ciencia, contribuyendo a una visión ciudadana de la cultura científica (Quintanilla, 2006a, 2006b).

Así, consideramos que la historia de la ciencia, en tanto que disciplina metacientífica, tiene un importante poder estructurador del pensamiento, el discurso y la práctica profesionales del profesorado. Nos interesa generar lineamientos metodológicos innovadores debidamente justificados, para introducir la llamada *naturaleza de la ciencia* en la enseñanza de la química en los distintos niveles educativos, a través de propuestas específicas dirigidas al profesorado, susceptibles de ser trabajadas en libros de texto intencionados teóricamente desde estas orien-

taciones. En esta propuesta editorial presentamos algunos constructos teóricos que han sido introducidos en un libro de química de secundaria, los que adoptados o asumidos oportunamente por los docentes pueden arrojar luz sobre cuestiones tales como para qué y cómo enseñar la historia de la teoría atómica consolidada a partir del siglo XVIII, sin que el profesor se convierta en un historiador de su saber erudito (Quintanilla & Adúriz-Bravo, 2007).

La teoría atómica en la historia de la química

Hacia 1791, A. Lavoisier ha leído ante la Academia de Ciencias de París una memoria sobre la naturaleza del agua y la imposibilidad de convertirla en tierra, ha rechazado la teoría del flogisto (1781-1783) y ha generalizado la ley de conservación de la masa (1789). Por su parte, los químicos ingleses han desarrollado la química neumática, impulsándose así la química cuantitativa a la que John Dalton se dedicará preferentemente. En Alemania, los químicos guiados por Wenzel (1740-1793) analizan la composición de varias sales cuyos datos finalmente son tabulados y organizados expresándose las cantidades de ácido, base y agua utilizada en la formación de cada una de ellas. Sin embargo, estos datos no resultaban de gran exactitud y del todo convincentes, debido fundamentalmente a la carencia de instrumentos de precisión en aquella época. Mientras, el químico Richter (1762-1807) proponía una interpretación matemática de la química a la luz de regularidades entre las proporciones de combinación de las diferentes sustancias, cuyos estudios serán la base de la estequiometría moderna.

En 1792, John Dalton continúa investigando sobre el comportamiento de los gases, desarrollando la idea de que la tendencia de los fluidos elásticos a mezclarse se debe básicamente a una supuesta repulsión entre sus partículas al existir una atmósfera de calórico diferente a su alrededor. El interés de John Dalton, según Pellón (2003), en la solubilidad de los gases no está en el *proceso químico*, sino en el mecanismo por el que los gases se disuelven, para lo cual su idea es calcular los pesos relativos de las *partículas últimas* de los diferentes gases. Después de múltiples ensayos y anotaciones que irá rectificando y completando en el desarrollo de sus ideas, en su cuaderno³ de notas de 1803 escribe, entre otras, las ideas siguientes:

1. La materia está formada por pequeñas partículas últimas o átomos.⁴
2. Los átomos son indivisibles y no pueden ser creados ni destruidos.
3. Los átomos de diferentes elementos tienen diferentes masas.
4. Todos los átomos de un elemento dado son idénticos y tienen la misma masa invariable.
5. La masa de la partícula de un compuesto es la suma de sus átomos constituyentes.
6. La partícula de un compuesto está formada por un número fijo de átomos.

3. Muchos de los cuadernos de notas e instrumentos de Dalton se perdieron durante el bombardeo a Manchester por las tropas nazis la noche del 23 al 24 de diciembre de 1940.

4. Palabra que utiliza por primera vez, puesto que en su ensayo y conferencia de 1802 habló de «partículas últimas».

Las afirmaciones anteriores son completadas por John Dalton en septiembre y octubre de 1803 y no se modificarán más en sus ensayos y conferencias posteriores. Vemos entonces que la teoría atómica propuesta inicialmente por John Dalton en 1803 y paulatinamente comunicada y resignificada a través de sus diferentes conferencias públicas y ensayos, puede considerarse un desarrollo natural de los estudios científicos sobre gases y del trabajo en análisis químicos cuantitativos realizados en el período de transición del siglo XVIII al XIX. Como plantea Aragón (2004), esta teoría era la única posible para explicar las relaciones entre las reacciones químicas con los instrumentos y técnicas experimentales disponibles, pero originó problemas de interpretación en la comunidad de científicos de la época en relación con la determinación de los pesos atómicos, debido a que las fórmulas eran, por lo general, muy indeterminadas, como se puede hacer notar en el caso del agua. Tales relaciones con la comparación de las densidades y ley de los volúmenes reaccionantes de Guy Lussac (1778-1850) pudieron ser muy útiles, pero con frecuencia eran mal interpretadas y, como consecuencia, rechazadas por las diferentes audiencias.

Por la misma época, el científico italiano Amadeo Avogadro (1776-1856) y André-Marie Ampère (1775-1836) mostraban cómo las relaciones de los volúmenes gaseosos podían ser interpretadas de forma correcta, pero fracasaron al intentar convencer a líderes de la naciente química moderna tales como Berzelius (1779-1848), Dalton y Davy (1778-1829). Berzelius, al igual que Davy inspirado en la obra de Volta (1745-1827), reconoció la importancia de la teoría atómica de Dalton más que cualquier otro químico del siglo XIX. Sus estudios analíticos y de gran «rigor científico para la época» sobre los pesos de los elementos químicos que se combinan para formar compuestos eran muy sólidos, y a partir de ellos obtenía los pesos atómicos de las sustancias con aceptable éxito. Su sistema de sistematización de los símbolos de los elementos era potente y constituye la base de los símbolos modernos de la química.⁵ Aunque llegó a ser una gran autoridad en la química de su tiempo, con frecuencia era ambiguo y confundía a sus «diferentes públicos».

Durante varias décadas, la teoría atómica de John Dalton no fue suficientemente clarificada como para llegar a un concepto unificador de la química. Por aquella época, otro insigne científico británico, William Prout (1785-1850), basándose en la obra de Dalton, sugirió que los pesos atómicos de todos los elementos eran múltiplos exactos del peso atómico del hidrógeno, con lo cual implicaba que los elementos más pesados que el hidrógeno podían estar formados por este mismo elemento. Pero éste es tema de otro análisis histórico.

A pesar de la aparente modernidad y de la trascendencia del modelo atómico de Dalton, éste no consiguió conquistar a la comunidad de químicos a finales de la primera década del siglo XIX. A muchos científicos les resultaba difícil, de acuerdo con sus concepciones teóricas, aceptar la idea de los átomos. Más aún, muchos de ellos utilizaron *el modelo* como una

5. Berzelius llevó a cabo una serie de experimentos para medir las proporciones en que se combinaban los distintos elementos entre sí y, en 1816, había llegado a estudiar 2.000 compuestos diferentes (Gribbin, 2005: 306).

técnica heurística que podía usarse para averiguar el modo en que se comportaban los elementos químicos. Hubo que esperar casi cincuenta años para que el átomo de John Dalton fuera aceptado por la comunidad científica como un concepto característico que daba identidad y pertenencia a los químicos. En efecto, sólo en los inicios del siglo xx (casi cien años después de la propuesta de Dalton) se pudo demostrar definitivamente su existencia con los trabajos de Boltzman-Maxwell, Croques, Rontgen, Thompson, Millikan, Beckerel, Curie, Bohr, Rutherford, Broglie y Heisenberg.⁶

Los libros de texto y la enseñanza del concepto de átomo

Un elemento relevante que puede formularse en este sentido desde la nueva didáctica de las ciencias experimentales (NDCE) es el referente a la confiabilidad de los libros textos. Este componente, la confiabilidad de los textos, emerge del análisis que puede establecerse entre el conocimiento científico erudito, presentado en los artículos originales, propuestos por sus autores en sus ámbitos de creación, y el conocimiento escolar recogido en los libros de texto con finalidades de enseñanza-aprendizaje (Cuéllar *et al.*, 2005). Desde este punto de vista, el lenguaje de la ciencia se ha de caracterizar bajo un dominio teórico epistemológico como un instrumento-estrategia para la construcción del conocimiento escolar, que requiere de un producto trabajado social y culturalmente por el profesor o didacta. Así, surgen algunos interrogantes como los siguientes: ¿Cuáles serían los *hechos del mundo real* más apropiados para que el alumno que aprende química elabore un *modelo teórico* a través de las diferentes actividades de aprendizaje, instrumentos de evaluación, imágenes y símbolos formales que presenta la «química escrita», por ejemplo, en un libro de texto? ¿Cómo promover un inicio adecuado al pensamiento teórico de los alumnos y saber cuáles son las proposiciones más apropiadas para relacionar los fenómenos del mundo con dichos modelos teóricos en la clase de química haciéndolos evolucionar apropiadamente en la mente de los niños y jóvenes? Estas y otras preguntas remiten, en principio, a las intencionalidades curriculares y a los contenidos de los libros de texto, desde los cuales los profesores en ejercicio socializan el saber erudito de las ciencias dentro del sistema educativo (Izquierdo, 2000).

En nuestro libro de química hacemos una opción por un concepto de ciencia en el que se puede relacionar el entramado conceptual que se ha formado sistemáticamente en la reconstrucción de una teoría científica (teoría atómica) y el «problema científico» que se intenta solucionar en determinada época con los instrumentos y el conocimiento disponibles (¿cómo está estructurada la materia?, ¿cómo podemos conocerla?). Esta forma de trabajo permite comprender las teorías o modelos científicos (TMC) diversos para interpre-

6. Un análisis más acabado de esta temática puede ser recogido por el lector en M. Quintanilla (2007), «La enseñanza del modelo atómico de John Dalton desde una visión naturalizada de la historia de la química», en *Historia de la ciencia: Propuestas para su divulgación y enseñanza*, vol. 2, cap. 3, Santiago de Chile, Arrayan Editores (en prensa).

tar fenómenos científicos que hoy comprendemos bien y que se explican mediante teorías actuales. Nos permite, también, conocer la relación entre el desarrollo del conocimiento científico en épocas determinadas e inclusive analizar la influencia de los conflictos de género en la divulgación del conocimiento científico y en el desarrollo de una sociedad.⁷ Utilizamos, para ello, una notación explicativa, que es el sustento teórico-metodológico de la *didáctica de nuestra propuesta de innovación* y que queda graficada en la figura 1 y en la tabla 1:

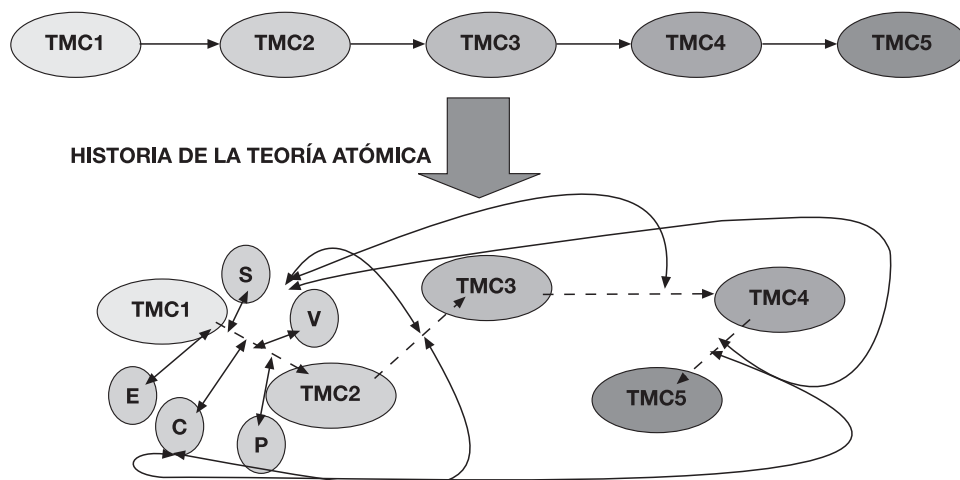


Figura 1. Representación arbitraria de los entramados problemáticos en la historia de la química que son abordados en nuestro libro de texto. Notación: **S** (sucesos), **C** (conocimiento científico disponible), **P** (procedimientos, técnicas, métodos), **V** (valores), **E** (experimentos).

Metodología para el uso del libro de texto

Las polémicas y las controversias entre las diferentes teorías y modelos científicos entre sí pueden constituir «refinación» de nuevos planteamientos teóricos por parte del alumnado. Esta lógica condicionada y determinada por el conocimiento, los instrumentos y métodos disponibles en una época específica dan cuenta del avance y retroceso de la actividad científica, susceptible de ser analizada por el estudiantado. Nuestra pretensión es que los alumnos comprendan el *qué* y *porqué* de estas controversias asumiendo la naturaleza de la ciencia como una actividad profundamente humana donde la construcción de nuevo conocimiento requiere la producción de textos escolares trabajados socialmente en el aula.

7. Al respecto, nos parece de interés el oportuno análisis del sociólogo Pierre Bourdieu (2000) en su libro *La dominación masculina*, Barcelona, Anagrama, y el libro de Núria Solsona (1997) *Mujeres científicas de todos los tiempos*, Barcelona, Talasa.

Para ello se incluyen actividades de aprendizaje de distinta índole como simulaciones y dramatizaciones históricas; análisis de prácticas experimentales relevantes; estudio de instrumentos «antiguos», interpretación de textos eruditos originales; investigaciones sobre el contexto europeo en el siglo XVIII y XIX, análisis de controversias científicas y entramados histórico-políticos que implicaron a los científicos y científicas, entre otras actividades. Desde luego, asumiendo que la clase de química es un foro de discusión, donde el libro adquiere dimensiones problematizadoras, *racionales* (pensar desde las teorías) y *razonables* (con una finalidad humana, para entender el mundo). Además, secuenciando el relato científico de manera fluida, se incluye el devenir de la historia de Chile (a pie de página) con lo que los estudiantes vinculan las épocas, los sucesos y los hechos científicos desde una perspectiva integrada y el avance de su propia cultura. Se le sugiere al docente, entre otros planteamientos, contextualizar los aspectos propios de la *justificación* y *el descubrimiento* científicos, cautelando la retórica de la narración y el paulatino proceso de modelización de la teoría atómica. En la figura 1, quisiéramos recrear estas ideas para insistir en la no linealidad acerca del estudio de la teoría atómica que tradicionalmente se transmite en el aula.

En nuestro libro se propicia un *relato científico* acerca de la evolución conceptual de la teoría atómica cuya narración da cuenta de las controversias que se acentúan a partir del siglo XVIII y que se consolidan sucesivamente hasta las postrimerías del siglo XIX. De este modo, asumimos el *problema científico* de los químicos como una situación compleja que requiere evaluaciones multidimensionales, tal y como lo sugiere la visión epistemológica que orienta Toulmin (1977). El análisis, discusión y evaluación de estas ideas pueden trabajarse en el libro de texto haciendo que el estudiantado se enfrente y argumente debidamente estas controversias durante el proceso de aprendizaje. Al respecto, recreamos estas ideas en la tabla 1.

Algunas reflexiones finales sobre la enseñanza de la teoría atómica y los libros de texto

Una buena explicación científica escolar acerca de la teoría atómica, potenciada a través de un libro de química teóricamente fundamentado, es aquella que responde a una pregunta en un contexto científico escolar y cultural determinado, que está escrita correctamente a la luz de unos criterios educativos establecidos en el interior de la actividad escolar, que utiliza un modelo teórico de ciencia y de enseñanza de la ciencia lo más robusto posible y que proporciona autonomía al alumno para comprender el mundo (Izquierdo & Rivera, 1997). Por eso el libro favorece: la pregunta y reflexión del estudiante en torno a los modelos atómicos, la atención a la diversidad y heterogeneidad de los sujetos que aprenden y la respuesta argumentada bien escrita basada en las orientaciones del modelo cognitivo de ciencia desde una visión naturalizada y realista pragmática de la historia de la química (Quintanilla, 2006c).

Tabla 1. Notación explicativa de las controversias históricas (documentadas) acerca de la teoría atómica que incorporamos en nuestro libro de química, susceptibles de ser utilizadas por el docente

Modelo científico	Notación	Ejemplos de controversias que pueden ser abordadas por el docente de química utilizando el libro de texto	Nuevo modelo o polémica científica
Dalton	TMC1	TMC1 <->TMC2	TMC3
Gay-Lussac	TMC2	TMC3 <->TMC1	TMC4
Boltzman-Maxwell	TMC3	TMC4 <->TMC3	TMC5
Crookes	TMC4	TMC4 <->TMC5	TMC6
Rontgen	TMC5	TMC5 <->TMC6	TMC7
Thompson	TMC6	TMC6 <->TMC7	TMC8
Millikan	TMC7	TMC7 <->TMC8	TMC9
Becquerel	TMC8	TMC9 <->TMC8	TMC10
Curie	TMC9	TMC10 <->TMC9	TMC11
Bohr	TMC10	TMC10 <->TMC11	TMC12
Rutherford	TMC11	TMC11 <->TMC12	TMC13
Broglie	TMC12	TMC12<->TMC13	TMC14
Heisenberg	TMC13	TMC13 <->TMC14	TMC15

Pensamos que estas «reflexiones» sobre la ciencia construida pueden contribuir a estimular en el estudiantado el desarrollo y promoción de competencias de pensamiento científico de manera no ingenua,⁸ haciendo ver cuáles eran las ideas científicas en el tiempo que se postularon, las estrategias de divulgación que se utilizaron, las posibilidades de interpretación que se tenían con los instrumentos disponibles y la utilidad de las mismas para el avance teórico, superando las limitaciones de un análisis centrado en si las teorías científicas «eran verdad o no lo eran» en determinadas épocas. Del mismo modo, contribuye a que el estudiantado tome conciencia que los libros de ciencia siempre se escriben pensando en quién los ha de leer y que reflejan los valores y cultura de una época, puesto que de esta forma se «recrean» los aspectos humanos de la actividad científica y el conjunto de valores individuales y sociales en los cuales se desarrolla y que normalmente no aparecen o atenúan los libros de texto y las revistas de divulgación. Así se consolida la idea de que la construc-

8. En esta idea nos encontramos trabajando actualmente a través del proyecto FONDECYT Regular 1070795, financiado por CONICYT, Chile, y cuyo director es el doctor Mario Quintanilla.

ción del conocimiento no es un dogma ni una historia de buenos y malos científicos, como habitualmente comunican tales materiales. En la tabla 2 compartimos con el lector algunas de estas ideas incorporadas en el libro.

Tabla 2. Actividades de evaluación científica incorporadas en el libro de texto con la idea de transformar el aula en un foro de discusión utilizando los contenidos científicos que se indican

Ejemplo	Teoría/idea científica	Reflexión	Controversia
1	Modelo atómico de John Dalton	¿Cómo se divulgaron las ideas de John Dalton mientras vivió y posterior a su deceso?, ¿qué acontecimientos históricos, políticos y sociales influyeron para que buena parte de sus escritos se perdieran?, ¿qué consecuencias tuvo ello para la historia y divulgación de la química?	Política, social, metodológica.
2	Modelo atómico de N. Bohr y E. Rutherford	¿N. Bohr y E. Rutherford siempre tuvieron recursos para investigar? Si no fue así, ¿cómo se las ingeniaron para polemizar acerca de sus teorías?, ¿qué problemas personales conspiraron para que sus estudios fueran enseñados o divulgados en sus comunidades científicas?	Personal, valórica, metodológica.
3	Postulados de Gay Lussac —Ley de los gases ideales	¿Cómo influyeron los planteamientos de Gay Lussac acerca del atomismo en la aceptación de la teoría de John Dalton?, ¿de qué forma?, ¿qué consecuencias tuvo ello para la reformulación de los modelos científicos predominantes? Un grupo de la clase será partidario de las ideas de Dalton, en tanto que otro grupo defenderá, con los debidos argumentos, las ideas de Gay-Lussac.	Conceptual, social, metodológica.

Nuestra principal argumentación teórica que ha favorecido la edición preliminar de este libro⁹ de química para estudiantes de secundaria en Chile (14 a 17 años) tiene que ver, entre otros aspectos, con la relevancia y complejidad de los procesos de comunicación y del uso del lenguaje, como principal *instrumento-estrategia* para la enseñanza de la teoría atómica, utilizando un libro de texto teóricamente fundamentado desde la ciencia escolar y el

9. Esta propuesta ha sido financiada por la VRC de la Pontificia Universidad Católica de Chile, con la finalidad de presentarla a una licitación ministerial del Gobierno de Chile. En consecuencia, no se encuentra aún en el mercado editorial.

modelo cognitivo de ciencia. Se trata de insistir en que el lenguaje científico aparezca en la *narración científica escrita* de una manera tal que enseñe al estudiantado a desarrollar paulatinamente habilidades cognitivo-lingüísticas, para comprender la complejidad de los conocimientos que aprende en el aula y desarrollarles la creatividad en el proceso de modelización de la ciencia escolar, haciendo evolucionar sus ideas iniciales, poco elaboradas, hacia otras más coherentes y consistentes desde el punto de vista de los científicos, cuestión que no comienza ni termina con el uso del libro de química.

Conclusiones

En definitiva, el aprendizaje de la teoría atómica tiene que ver con la evolución y diferenciación de las ideas en la propia historia de la química y de los diferentes puntos de vista del estudiantado frente a los «modelos científicos», pero además en la propia historia del sujeto que aprende. Estos desarrollos, de por sí complejos, sólo son posibles a través de la interacción social que se ha de intencionar teórica y experiencialmente, ya que es el lenguaje, hablado o escrito, el medio por el cual se expresa el pensamiento y es la comunicación con los demás la que promueve modificaciones paulatinas en las ideas que se expresan y evolucionan desde «modelos simples» y poco elaborados a «modelos o familias de modelos científicos más complejos y coherentes» desde la propia historia de la ciencia (Quintanilla, 2006b).

Pensamos que nuestro libro puede constituirse, además, en una propuesta de formación e investigación de las prácticas innovadoras de profesores de química desde una visión no dogmática del conocimiento científico y su enseñanza.

Agradecimientos

Los autores Cuéllar y Camacho en esta comunicación expresan sus agradecimientos a la Comisión Nacional de Ciencia y Tecnología, CONICYT, entidad chilena que patrocina sus estudios doctorales en la Pontificia Universidad Católica de Chile. Del mismo modo, a la profesora Nancy Abarca, que revisó el texto-resumen en inglés.

Bibliografía

- ARAGÓN, F. (2004), *Historia de la química*, Madrid, Síntesis.
- CUÉLLAR, L.; PÉREZ, R.; QUINTANILLA, M. (2005), «O Modelo atómico de E. Rutherford: do saber sábio ao saber educativo apresentado nos livros escolares», *Atas do V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em ciências*, Brasil, Bauru.
- GRIBBIN, J. (2005), *Historia de la ciencia*, Barcelona, Crítica.
- IZQUIERDO, M. (2000), «Fundamentos epistemológicos». En: PERALES, F. J.; CAÑAL, P. (ed.), *Didáctica de las ciencias experimentales: Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias*, Alcoy, Madrid, Marfil, 35-64.
- IZQUIERDO, M.; RIVERA, L. (1997), «La estructura y comprensión de los textos de ciencias», *Alambique*, **11**, 24-34.
- IZQUIERDO, M.; VALLVERDÚ, J.; QUINTANILLA, M.; MERINO, C. (2006), «Relación entre la historia y la filosofía de las ciencias II», *Alambique*, **48**, 78-91.
- PELLÓN, I. (2003), *Dalton, el hombre que pesó los átomos*, Madrid, Nivela.
- QUINTANILLA, M. (2006a), «Historia de la ciencia, ciudadanía y valores: claves de una orientación realista pragmática de la enseñanza de las ciencias», *Educación y Pedagogía*, **45**, 9-24.
- (2006b), «Los textos de enseñanza de las ciencias naturales frente a los desafíos de una nueva cultura docente», *Actas del Primer Seminario Internacional de Libros de Texto*, Santiago de Chile, Ministerio de Educación.
- (2006c), «La ciencia en la escuela, un saber fascinante para aprender a “leer el mundo”», *Revista Pensamiento Educativo* [Santiago de Chile, Facultad de Educación], **39** (2), 177-204.
- QUINTANILLA, M.; ADÚRIZ-BRAVO, A. (2007), «Importancia de la epistemología y de la historia de la ciencia en la formación del profesorado de química: fundamentos y propuestas», *Actas del X Encuentro de Educación Química*, Chile, Instituto de Química y Recursos Naturales, Universidad de Talca.
- QUINTANILLA, M.; GARCÍA, A. (2005), «Historia de la ciencia y formación docente. Algunos elementos para el debate didáctico», *Actas de las IV Jornadas Internacionales para la Enseñanza Preuniversitaria y Universitaria de la Química*, México, D. F., Universidad Autónoma de México.
- TOULMIN, S. (1977), *La comprensión humana: El uso colectivo y la evolución de los conceptos*, Madrid, Alianza.

INTRODUCCIÓN DE LA HISTORIA DE LA QUÍMICA EN LA FORMACIÓN DOCENTE. APORTES PARA UN DEBATE DE TEORÍA Y CAMPO¹

**LUIGI CUÉLLAR; MARIO QUINTANILLA; JOHANNA
CAMACHO**

GRUPO DE REFLEXIÓN EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS
E INVESTIGACIÓN APLICADA (GRECIA), DEPARTAMENTO
DE DIDÁCTICA, FACULTAD DE EDUCACIÓN, PONTIFICIA
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE.

Palabras clave: *historia de la ciencia, formación de profesores, didactología, estudio de casos*

Introduction to the history of chemistry in science teaching training. Considerations for a debate

Summary: *The present communication tries to establish some theoretical and methodological reflections for being considered at the time of raising the importance of the education in chemistry from an historical perspective. The aim of professors and students is to obtain scientific knowledge from a naturalized image of the scientific activity and thus contributing to the improvement of the quality of the education in chemistry.*

Key words: *history of science, teacher training, didactology, cases study research*

1. La versión final de este artículo se desarrolla dentro del marco del proyecto FONDECYT 1070795 financiado por CONICYT Chile por el período 2007-2009.

Introducción

Como ha sido señalado en comunicaciones anteriores (Quintanilla, 2006; Cuéllar *et al.*, 2005), la enseñanza de las ciencias en nuestros países, a nivel de secundaria, pasa por un momento en el que sigue predominando el dogmatismo e incluso el radicalismo con el cual el profesor de ciencias «transmite» el conocimiento de su disciplina de especialización, utilizando de manera acrítica aquellos recursos «educativos» tradicionalmente elaborados por terceros. La anterior situación permite cuestionar, entre otros aspectos, el cumplimiento de las ya manifiestas necesidades acerca de la formación de ciudadanos críticos ante los avances científicos y tecnológicos, además de participativos en la toma de decisiones frente a estos progresos.

Es cierto que la problemática de la calidad en la enseñanza de las ciencias involucra una gran cantidad de factores políticos, administrativos y de gestión, dentro y fuera de la escuela, pero también esta problemática es incuestionablemente algo ante lo cual los profesores de ciencia no podemos estar ajenos, como tampoco aquellas facultades de educación en las que se forman profesores de ciencias. La llamada *sociedad del conocimiento*, como se llama en la actualidad al momento en que vivimos, requiere de un cambio en la forma que se comunica el conocimiento científico en las aulas.

Son múltiples los aportes que, para tratar de solucionar esta problemática, se han ido presentando como producto de la cada vez más consolidada investigación en didáctica de las ciencias y, entre ellos, se reconoce la importancia que la historia de la ciencia (HC) puede tener en la búsqueda del mejoramiento de la calidad de la enseñanza de las ciencias. Como será desarrollado más adelante, la adquisición de un lenguaje propio de la actividad científica, desde una perspectiva naturalizada (Giere, 1992; Quintanilla, 2005), que promueva actitudes científicas en los estudiantes, puede lograrse desde la enseñanza de la química a partir de su perspectiva histórica, en la que se aborde la ontogénesis y filogénesis de cada uno de los cuerpos conceptuales de esta ciencia.

Teniendo en cuenta estos factores, entre otros propios de la enseñanza de la química en varios países, se ha propuesto como proyecto de investigación doctoral (Cuéllar, 2006), a partir de un estudio colectivo de casos, la identificación y caracterización de aquellos componentes que se consideran irreductibles para la inclusión de la historia de la química en la enseñanza; lo mismo que sustentar teórica y metodológicamente la necesidad de la inclusión de la historia de la ciencia en la formación de profesores y además proponer acciones formativas, igualmente sustentadas, para fortalecer la formación histórico-epistemológica de los profesores de ciencias.

Ciencia e historia de la ciencia en la enseñanza de las ciencias

Existen múltiples razones, sustentadas a partir de la investigación en este campo, para pensar que en la formación del profesorado de ciencias persiste la práctica docente basada en conceptos de ciencia obsoletos, que la consideran como un conjunto de verdades que han

sido descubiertas gracias a la aplicación de un único método de investigación: *el método científico* (Lires, 2006). Sin el ánimo de pretender la unificación del concepto «ciencia», algo ya planteado por Barona (1994), conviene establecer la necesidad de que el docente se haga consciente de la concepción de ciencia sobre la cual orienta la enseñanza de su disciplina. Cabe aquí manifestar la importancia que para las investigaciones adelantadas por nuestro grupo de investigación han representado los aportes de Toulmin (1977) y Giere (1992), al hacer referencia a la actividad científica como una construcción humana con carácter temporal, pues ésta depende del momento histórico, político y social en el que se construye ese conocimiento, que intenta explicar la realidad a partir de las elaboraciones de los científicos, las cuales, a su vez, son validadas dentro de su comunidad, a través de criterios de tipo racional, empíricos y de utilidad tanto conocida como consensuada (Quintanilla, 2005).

De forma análoga, como pueden manifestarse múltiples conceptos en torno a la actividad científica, existen múltiples formas de entender la historia de la ciencia, motivo por el cual se hace también necesario que el docente identifique las posibles formas de comprender la HC no de manera «genérica», sino que, por el contrario, identifique que existe una gran variedad de formas de entenderla, lo cual implica que cada una de estas formas de HC le hace situarse de forma específica y plantear actividades intencionadas, que incluso pueden perseguir objetivos diferentes.

Como plantean Izquierdo, Vallverdú, Quintanilla y Merino (2006), es fundamental considerar el concepto «historia» para comprender la imposibilidad de presentar una historia «totalmente objetiva», ante lo cual se hace necesario que, a partir de las diversas fuentes existentes (H1), se elaboren posibles combinaciones y sus respectivas interpretaciones (H2). De lo anterior se pueden originar diversas posibilidades de abordar la historia de la ciencia, como pueden ser las perspectivas *vertical*, *horizontal*, *interna*, *externa*, *diacrónica*, *sincrónica*, *recurrente*, *biográfica*, entre otras, mediante las cuales, como ha sido mencionado, de manera intencionada el profesor de ciencias puede orientar su enseñanza y así abordar con sus estudiantes cada una de las teorías o modelos científicos.

De esta forma, se considera que la historia de la ciencia (HC) en el análisis de cada una de las disciplinas científicas, además de brindar la posibilidad de reconstruir los hechos científicos que se presentan como «vigentes en la actualidad» y con ello cambiar la tradicional imagen de la ciencia como una actividad dogmática y triunfalista, permite el planteamiento de nuevas formas de problematizar el contenido científico, lejos de intereses reduccionistas de algoritmización y transmisión. Como es presentado por varios investigadores (Echeverría, 1995; Matthews, 1994; Izquierdo *et al.*, 2006; Quintanilla, 2005; Cuéllar, 2004), la historia, al igual que la filosofía y la sociología de la ciencia, como disciplinas metacientíficas, permite tener una visión más amplia y profunda de la actividad científica, no solamente circunscrita a las teorías y modelos científicos, sino que además a los contextos sociales, políticos, culturales, económicos e incluso religiosos, que tanto han condicionado la actividad científica a través del tiempo.

La historia de la ciencia y las actitudes científicas en el aula

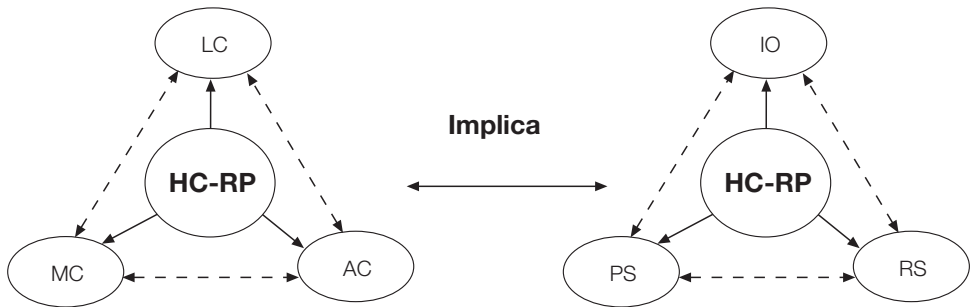
Los índices que muestran el descenso en el número de estudiantes que siguen su formación en el área de las ciencias en países como Colombia y Chile (ver anexo 1 y 2), lo mismo que las permanentes comunicaciones acerca del descenso de estos niveles en otros países del mundo (Mathews, 1994; De Jong, 1996; Germinet, 2005²), hacen irreductible la importancia de presentar nuevas propuestas que permitan la resignificación de la enseñanza de estas disciplinas en la enseñanza media, como puede ser la inclusión de la historia de la ciencia en la enseñanza. Como se plantea en los antecedentes del proyecto de investigación (Cuéllar, 2006) y en concordancia con Lires (2006), son muchos los factores relacionados con los bajos índices en la calidad de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias y las actitudes de rechazo de las ciencias en la escuela y en los niveles de formación superior, por lo que no se pretende que la inclusión de la HC en la enseñanza sea la «panacea universal», pero sí puede convertirse en una de las vías a seguir para disminuir los índices citados.

Por otra parte, es importante plantear que no se puede desconocer los objetivos que se quieren conseguir a propósito de la HC en la enseñanza y que, por tanto, su introducción en la divulgación en las aulas ha de estar intencionada teórica y metodológicamente, para evitar distorsiones que implicarían verla como una «herramienta», con fines conductuales, que incluso puede resultar un obstáculo para el aprendizaje de la ciencia, en lo que tiene que ver con dificultar el entendimiento de las ideas de la ciencia y de los científicos, en diferentes épocas. De esta forma, Lires (2006) establece que unos serán los objetivos que se persiguen en la enseñanza de las ciencias desde la perspectiva histórica, según los diferentes niveles, en la formación del profesorado o en la enseñanza de las ciencias en la escuela. Así, a partir de la HC podrán potenciarse reflexiones metacientíficas —*sociológicas, epistemológicas, axiológicas*— o podrán introducirse reflexiones que impliquen desenvolvimiento cognitivo de los estudiantes en diferentes planos de desarrollo, *instrumental-operativo (IO), personal significativo (PS) o relacional-social (RS)* (Labarrere & Quintanilla, 2002), a partir de situaciones problemáticas en las que las teorías o modelos científicos se construyen teniendo en cuenta la apropiación de lenguaje científico (LC), técnicas de representación o modelización (MC) y procedimientos de aplicación de la ciencia (AC).³

A partir de la representación de la figura 1, se puede establecer que las diferentes actividades planteadas en la enseñanza de las ciencias, desde su perspectiva histórica y de resolución de problemas (HC-RP), puede permitir al profesor intencionar su intervención según las *competencias científicas* (Quintanilla, 2006: 17-42) que sean pertinentes potenciar

2. Comunicación no publicada del director de la Escuela Nacional Saint-Etienne, en Francia, en el marco del Foro Universitario en Competencias Científicas, desarrollado en la ciudad de Medellín, Colombia, en noviembre de 2005.

3. Conferencia del profesor Chamizo: *Sobre historia, problemas y competencias*. En: *Estrategias innovadoras para la resolución de problemas científicos*. Escuela de Verano. Pontificia Universidad Católica de Chile.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 1. Representación de las actividades involucradas en la resolución de problemas en la escuela a partir de la perspectiva histórica de la ciencia.

en sus estudiantes. Al respecto, cabe mencionar que la HC puede ser introducida en la enseñanza desde diversos matices que pueden ir desde fines instrumentales, hasta en los que apenas se involucre el plano instrumental operativo (IO) y se acuda a sólo uno o dos de los aspectos planteados por Chamizo (LC ó MC ó AC). Lo importante en el planteamiento de situaciones de este tipo es que el profesor sea consciente de que la inclusión de la HC en la enseñanza ha de ser intencionada y que las actividades que se planteen para los estudiantes sean coherentes con los objetivos planteados. Por ejemplo, no tendría mucho sentido la presentación de una teoría o modelo científico, desde su perspectiva histórica, y que a partir de éste se plantee a los estudiantes actividades que estén en un plano instrumental operativo o que no tengan nada que ver con los factores presentados en el «episodio científico».

Una propuesta de modelo para identificar el componente histórico-científico en el aula

Como ha sido señalado en oportunidades anteriores (Cuéllar, 2004; Corena, 2002), los docentes organizan las actividades de enseñanza según los recursos disponibles. Así, una de las mayores dificultades que se presenta hoy día en cuanto a posibilidad de incluir en la enseñanza de las ciencias la perspectiva histórica de cada una de las teorías o modelos científicos es la falta de materiales y recursos con los cuales los profesores puedan orientar su trabajo. Con el ánimo de enriquecer los aportes que se han venido presentando en la línea de la historia de la ciencia en la enseñanza, se pone a consideración de la comunidad de especialistas una propuesta de modelo de identificación del componente histórico-científico, que podría ser utilizado para el análisis en cualquier medio de divulgación de conocimiento científico, ya sean libros de texto, guías de trabajo, páginas Web, libros especializados, artículos de divulgación, entre otros (ver figura 2). Cabe mencionar que esta

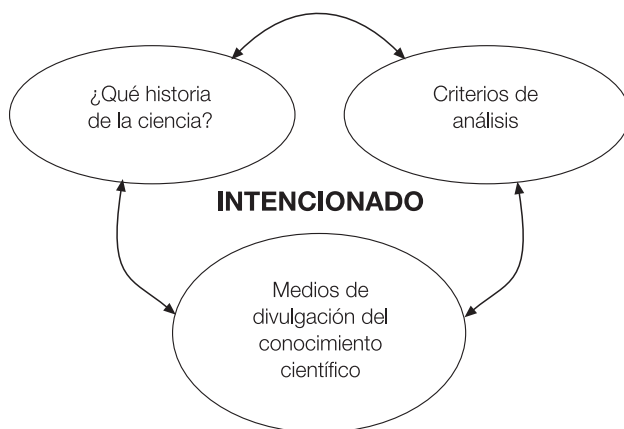


Figura 2. Modelo Fundamental Historia, Criterios, Medios (HCM) (Cuéllar, 2007). Modelo general a tener en cuenta al analizar el componente histórico del conocimiento científico divulgado en el aula de clase.

propuesta llamada inicialmente *modelo HCM* (historia, criterios, medios) (Cuéllar, 2007)⁴ se encuentra en una etapa de construcción y consolidación, a partir de la literatura especializada.

De forma preliminar, se plantea que para un análisis de la perspectiva histórica en la enseñanza de las ciencias en la escuela se han de tener en cuenta tres componentes, los cuales están conformados también por una representación que involucra varios elementos. El primero de ellos hace referencia a identificar cuál es la concepción que se tiene acerca de **historia de la ciencia**. De esta forma, se pueden identificar diferentes perspectivas, mencionadas anteriormente: *vertical, horizontal, interna, externa, diacrónica, sincrónica, recurrente, biográfica*, entre otras. El segundo componente hace referencia a la necesidad de que el profesor, luego de haberse situado desde una determinada concepción de HC, identifique el conocimiento científico que pretende «transponer» en el aula de clase, lo mismo que las fuentes de información a partir de las cuales lo haría: *documentos originales, documentos <históricos>, libros especializados, páginas Web, artículos de divulgación*, entre otros, y que a partir de esto establezca los **criterios de análisis**. Finalmente, el tercer componente en el modelo propuesto hace referencia a que el profesor establezca los diferentes **medios de divulgación** del conocimiento científico en el aula: *unidades didácticas, libros especializados, libros de texto, guías de estudio, laboratorios*, entre otros, para así identificar y caracterizar la forma como es presentada la HC, cuando esté presente.

4. L. Cuéllar (2007), «Propuesta metodológica de investigación para la identificación y caracterización del componente histórico de la ciencia en la enseñanza». (En edición)

El marco de la investigación planteado

Todos los elementos mencionados anteriormente se han venido construyendo progresivamente dentro de lo postulado en el proyecto de investigación doctoral (Cuéllar, 2006), que pretende una valoración de la reflexión histórica del conocimiento científico en las prácticas de enseñanza de los profesores de química. Dentro de la problemática que se aborda en este trabajo, se da sentido a la pregunta: ¿Cómo influye la inclusión de la historia de la ciencia en la evolución de las concepciones de los profesores de química, en particular aquellas referidas al aprendizaje, la enseñanza y la evaluación de esta disciplina en la educación secundaria?

En un marco general, la investigación es abordada desde una metodología cualitativo-comprensiva, el estudio de casos, en la que se construyen unidades didácticas con contenidos científicos —en química— desde la perspectiva histórico-diacrónica, y se emplean como técnicas de análisis el *videograph* y las entrevistas semiestructuradas. Así mismo, se consideran algunos instrumentos tradicionales de investigación cuantitativa para validar información en este campo, que han constituido una etapa relevante de otro proyecto de investigación similar en nuestro grupo de investigación.

Conclusiones

A partir de los elementos puestos en consideración, entendemos la historia de la ciencia como una disciplina metacientífica que no sólo permite incorporar elementos enriquecedores hacia la consolidación de las concepciones sobre la naturaleza de la ciencia, su enseñanza y aprendizaje, sino que además favorece en el profesor de ciencias la evolución moderada acerca de sus marcos teóricos y metodológicos, que son la base del contenido científico que comunica en el aula, promoviendo así un aprendizaje más comprensivo en sus alumnos.

No obstante esta apreciación, señalamos la irreductible necesidad de que la enseñanza de las ciencias en la escuela, desde la perspectiva histórica, esté intencionada de manera coherente, lo cual implica que el profesor asuma su práctica desde unos supuestos epistemológicos, pedagógicos y didácticos fundamentados en una imagen naturalizada de la actividad científica (Giere, 1992), a partir de los cuales permita en los estudiantes la construcción de las teorías y modelos científicos para interpretar el mundo en el que se desenvuelven.

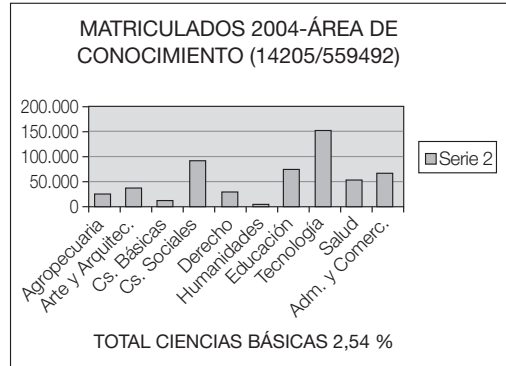
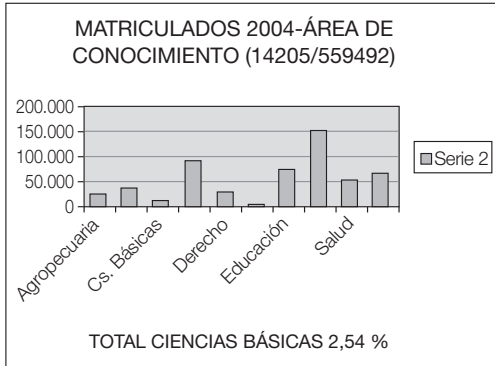
Se espera que las reflexiones presentadas sirvan de apoyo a los profesores de química para que, en actitud crítica frente al dogmatismo que caracteriza la enseñanza de esta disciplina, propongan nuevas actividades que faciliten la intervención de los estudiantes en el mundo presente, en la llamada *sociedad del conocimiento*.

Agradecimientos

Los autores Luigi Cuéllar y Johanna Camacho expresan sus agradecimientos a la Comisión Nacional de Ciencia y Tecnología, CONICYT, entidad chilena que patrocina sus estudios doctorales en la Pontificia Universidad Católica de Chile.

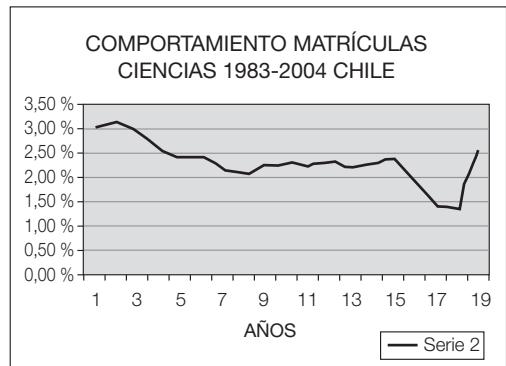
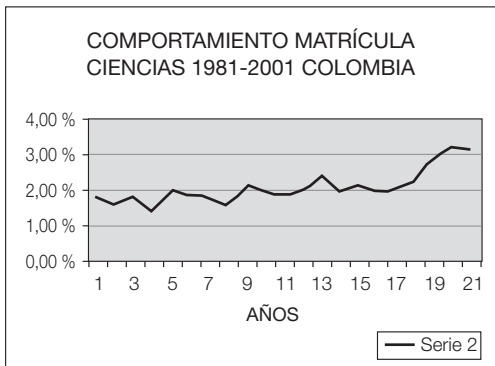
ANEXO 1

Índices de estudiantes matriculados para carreras de formación científica en Colombia y Chile.



ANEXO 2

Comportamiento en los índices de matrículas de pregrado en carreras de formación en ciencias naturales en los dos países, Colombia y Chile (en los últimos veinte años que reporta la estadística de cada país).



Bibliografía

- BARONA, J. L. (1994), *Ciencia e historia: Debates y tendencias en la historiografía de la ciencia*, Godella: Seminari d'Estudis sobre la Ciència. (Scientia Veterum; 7).
- CORENA, J. (2002), «20 preguntas a la enseñanza de las ciencias naturales en la universidad colombiana. Una aproximación al trabajo cotidiano del docente en las aulas», *Revista Educación en Ciencias e Ingeniería*, **1** (2), 3-11.
- CUÉLLAR, L. (2004), «El modelo atómico de Ernest Rutherford. Del saber sabio al saber escolar», Bogotá, Universidad Pedagógica Nacional. [Tesis de maestría en docencia de la química no publicada]
- (2006), «La historia de la química en la reflexión sobre la práctica profesional docente. Un estudio colectivo de casos», Santiago de Chile, Pontificia Universidad Católica de Chile. [Proyecto de tesis doctoral no publicado]
- CUÉLLAR, L.; PÉREZ, R.; QUINTANILLA, M. (2005), «La propuesta de Ernest Rutherford en los libros de texto en Colombia. Un análisis desde la historia de las ciencias y la visión de transposición didáctica en ellos», *Enseñanza de las Ciencias*, número extra.
- ECHEVERRÍA, J. (1995), *Filosofía de la ciencia*, Madrid, Paidós.
- GIERE, R. (1992), *La explicación de la ciencia: Un acercamiento cognoscitivo*, México, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.
- IZQUIERDO, M.; VALLVERDÚ, J.; QUINTANILLA, M.; MERINO, C. (2006), «Relación entre la historia y la filosofía de las ciencias», *Alambique*, **48**, 78-91.
- JONG, O. de (1996), «La investigación activa como herramienta para mejorar la enseñanza de la química. Nuevos enfoques», *Enseñanza de las Ciencias*, **14** (3), 279-288.
- LABARRERE, A.; QUINTANILLA, M. (2002), «La solución de problemas científicos en el aula. Reflexiones desde los planos de análisis y desarrollo», *Pensamiento Educativo*, **30**, 121-137.
- LIRES, M. (2006), «La historia de la ciencia en la formación del profesorado de ciencias naturales». En: QUINTANILLA, M; ADÚRIZ-BRAVO, A. (ed.), *Enseñar ciencias en el nuevo milenio*, Santiago de Chile, PUC, 239-255.
- MATTHEWS, M. R. (1994), «Historia, filosofía y enseñanza de las ciencias: la aproximación actual», *Enseñanza de las Ciencias*, **12** (2), 25-277.
- QUINTANILLA, M. (2005), «Historia de la ciencia y formación docente: una necesidad irreducible», *Tecné, Episteme y Didaxis* [Universidad Pedagógica Nacional de Bogotá], número extra, 34-43.
- (2006), «Identificación, caracterización y evaluación de competencias científicas desde una imagen naturalizada de la ciencia». En: QUINTANILLA, M.; ADÚRIZ-BRAVO, A. (ed.), *Enseñar ciencias en el nuevo milenio*, Santiago de Chile, PUC, 17-42.
- TOULMIN, S. (1977), *La comprensión humana*, vol. 1: *El uso colectivo y la evolución de conceptos*, Madrid, Alianza.

APLICACIÓN DEL MODELO DE STEPHEN TOULMIN AL ESTUDIO DE LA EVOLUCIÓN DEL CONCEPTO DE LEY PERIÓDICA¹

**JOHANNA CAMACHO;¹ MARIO QUINTANILLA;² LUIGI
CUÉLLAR;³ ÁLVARO GARCÍA⁴**

^{1,2,3} GRUPO DE REFLEXIÓN EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS
E INVESTIGACIÓN APLICADA (GRECIA), DEPARTAMENTO DE DIDÁCTICA,
FACULTAD DE EDUCACIÓN, PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE.

⁴ GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN DIDÁCTICA DE LA QUÍMICA,
UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS, BOGOTÁ,
COLOMBIA.

Palabras clave: *Toulmin, ley periódica, evolución de conceptos científicos, historia de la ciencia*

Application of Stephen Toulmin's Model to the study of the evolution of the concept of periodic law

Summary: *The objective of this article is to apply the Toulmin's evolution model for the concept of periodic law. From the first attempts of systematization of the chemical elements with Döbereiner's proposal (1829) to the consolidation of this law with Moseley's works (1913). This analysis is made in order to demonstrate some contributions of history of science, like a meta-scientific field, that can contribute to understand how scientific knowledge is constructed, which is an excellent aspect for science education.*

Key words: *Toulmin, periodic law, evolution of scientific concepts, history of science*

1. La versión final de este artículo se desarrolla dentro del marco del proyecto FONDECYT 1070795 financiado por CONICYT Chile por el período 2007-2009.

Introducción

Reconocer la importancia de la historia de la ciencia y su enseñanza consolida la necesidad de proponer nuevas actividades educativas que permitan resignificar la actividad científica escolar y que, además, contribuyan a considerar la ciencia como una actividad humana de educación, innovación, evaluación y aplicación, contextos que, como plantea Echeverría (1995), interactúan e influyen recíprocamente en el desarrollo y evolución de la ciencia. Para comprender el análisis histórico realizado, se considera la propuesta epistemológico-metodológica del modelo teórico de Stephen Toulmin (1977), el cual permite dar cuenta de la explicación del cambio científico en términos de cambio conceptual en la historia de la ciencia. El autor propone, en analogía con el sistema de evolución de Darwin, el estudio de los conceptos científicos como unidad básica de aproximación a los objetos y problemas de las disciplinas intelectuales. Para ello, considera que la naturaleza de los problemas conceptuales de la ciencia surge por la distancia que hay entre los ideales explicativos, que no representan sólo las esperanzas lógicamente coherentes de los científicos, sino también sus expectativas razonables sobre la disciplina, y las posibilidades reales de la investigación científica.

Este artículo tiene como propósito sustentar cómo se construye conocimiento científico en determinado momento histórico y cuáles son las herramientas conceptuales y metodológicas que se utilizan para alcanzar las finalidades propuestas. Para ello, se aplicó el modelo de Toulmin al concepto de ley periódica, desde los primeros intentos de sistematización de los elementos químicos con Döbereiner hasta los trabajos propuestos por Moseley, quien consolidó los principios de esta ley formulada por Mendeléiev en 1889. Consideramos que este modelo permite contribuir a la comprensión de una *racionalidad moderada* acerca de los hechos, fenómenos, métodos y contextos en los que dicho conocimiento se produce, se divulga y se enseña, aspectos relevantes para la formación de profesores de ciencias y para la enseñanza de la ciencia en general y de este concepto en particular.

Este modelo de cambio científico, además de proporcionar categorías para comprender el desarrollo histórico y evolutivo de las ciencias, incorpora criterios que intervienen en la selección de variantes conceptuales, en aquellos casos *claros*, es decir donde hay cambios rutinarios y estos criterios están bien definidos, y en aquellos casos *nebulosos*, en donde hay casos excepcionales donde lo que se pone en cuestión son los propios criterios de racionalidad. En ambos casos, se consideran los factores internos que giran alrededor del concepto en madurez, como por ejemplo, los aspectos relacionados con los modelos matemáticos, la disponibilidad de instrumentos, entre otros, y los factores externos, como los sociales, valóricos, políticos, religiosos. Esto permite afirmar que la construcción de conocimiento científico y la evolución de los conceptos subyacen de manera compleja y que existen determinados contextos, situaciones y problemas a los que se enfrentan los científicos a la hora de proponer determinadas teorías que les permitan describir y representar las ideas sobre el mundo, donde el juicio personal, la comunidad que integran, los contextos a los que pertenecen, determinan su propia acción.

Aplicación del modelo de Stephen Toulmin al concepto de ley periódica

Desde la propuesta de Toulmin, se establece que existen tres maneras alternativas de representar el proceso histórico del cambio conceptual (no excluyentes entre sí). Cada una de ellas corresponde a un corte de tiempo sucesivo a través del contenido intelectual de la disciplina, es decir, mediante la evolución de cada uno de los conceptos científicos que la constituyen. La primera vía, denominada *transversal*, analiza el proceso en una secuencia de «conjuntos representativos», que abarquen la totalidad de los conceptos vigentes en la disciplina en tiempos sucesivos. Esta vía permite enfocar la atención a cuestiones concernientes a la racionalidad, precisamente en lo que respecta a los cambios «no lógicos» entre conjuntos representativos sucesivos de conceptos. La vía *longitudinal* o *genealógica* considera el desarrollo posterior y el destino ulterior de conceptos particulares a lo largo de toda la historia de su vida. Esta vía hace aún más evidente la continuidad racional. La tercera vía, *evolutiva* o *combinada*, permite analizar el cambio conceptual como el resultado de un proceso dual de variación conceptual y selección intelectual. En esta vía se registra explícitamente el hecho de que sólo algunos de los conceptos corrientes de una disciplina son, en cualquier etapa en particular, temas activos de debate e innovación.

Para el concepto *ley periódica*, se decidió abordar la vía evolutiva (figura 1) con el propósito de dar cuenta de cómo se desarrolló este concepto en la historia de la química del siglo XIX y de presentar argumentos que permitan demostrar dicha evolución como un proceso dual de innovación o variación conceptual y selección intelectual. Cada uno de los símbolos que se presentan mediante la vía evolutiva corresponde a un concepto específico que surgió en un momento histórico determinado y que, tras su desarrollo, innovación y cambio, permitió que se consolidara el concepto científico de ley periódica (anexo 1).

A propósito de la variación conceptual, es posible afirmar que durante el desarrollo de la ley periódica se iban verificando proposiciones en la medida que aparecían nuevos conceptos que permitían dar cuenta del problema particular; el propósito no fue «verificar la verdad o la falsedad de una proposición empírica o medir las frecuencias requeridas como medidas de probabilidad» (Toulmin, 1977: 213), sino que esta variación correspondió a la idea de «cómo pueden ser reordenados nuestros conceptos para obtener un cuadro «mejor» —esto es, más exacto, más detallado y, en general, más inteligible— de los objetos, sistemas y sucesos involucrados» (Toulmin, 1977: 213). Además, como se evidenció en la sección anterior, la ley periódica fue una tarea comunal, requisito indispensable para poder reconocerla como variante conceptual genuina, «se necesita algo más que las reflexiones personales de individuos de mente abierta para crear un conjunto efectivo de variantes conceptuales en una ciencia [...] Es decir, debe considerarse que la innovación individual brinda una posible manera de abordar los problemas que son la fuente de insatisfacción colectiva» (Toulmin, 1977: 213-214).

La ley periódica ha permanecido en la historia de la química luego de la formulación en 1889 hasta nuestros días, como se puede ver en las diferentes publicaciones que aún la

utilizan como objeto de trabajo y de discusión² o como posible manera de abordar la problemática de la enseñanza de las propiedades de los elementos químicos.³ En cuanto a la selección intelectual que establece Toulmin para dar cuenta de las razones y causas que permitieron la evolución conceptual, es posible establecer que el cambio conceptual de la ley periódica se produjo como la actividad colectiva en búsqueda de la solución del problema de organización de los elementos químicos. Los cambios relevantes que se expusieron para que pudiese emerger el concepto de ley periódica quedaron en evidencia gracias a consideraciones intelectuales relevantes, y esto, entre otros aspectos, permitió que la formulación de Mendeléiev fuera acogida por la comunidad de especialistas, en la medida que además de proporcionar aspectos explicativos, también sustentó su propuesta en aspectos predictivos, efectos colaterales que fueron «en pro de la innovación conceptual más poderosa que sus consecuencias previstas» (Toulmin, 1977: 233).

Consideraciones finales y aportes para la enseñanza de la ley periódica

El análisis anterior proporciona argumentos que pueden contribuir a una mejor enseñanza de la química, en particular del concepto elegido. El uso de la historia de la ciencia para argumentar la evolución de la ley periódica pone de manifiesto una manera de interpretar cómo se construye conocimiento científico desde una perspectiva naturalizada de la ciencia, donde aspectos como la selección e innovación conceptual son fundamentales para el desarrollo de una disciplina científica.

El desarrollo de la vía evolutiva Toulminiana, para la ley periódica, permite visualizar la dinámica progresiva de la comunidad científica, lo mismo que la manera como se formuló este concepto correspondió a varias necesidades: en principio, establecer un orden coherente entre las sustancias químicas que existían según sus propiedades; posteriormente, la búsqueda de un principio explicativo que diera cuenta de dicha organización y además, la necesidad de proporcionar nuevos recursos que facilitaran la enseñanza de estas temáticas, de manera que se favoreciera su comprensión en los estudiantes principiantes. Dentro de este análisis se presenta, además, la progresión de algunos conceptos, el abandono de otros y algunas variantes como, por ejemplo, la predicción y confirmación de los elementos y sus propiedades, lo que permitió fortalecer los principios explicativos y lograr consolidarlos, a pesar de las dificultades que se presentaban en la época que se estudiaron con los instrumentos y conocimiento disponibles.

Un aspecto interesante de resaltar es que la ley periódica no sólo se formuló en un momento determinado y luego perdió la característica de innovación genuina, sino que por el contrario es un concepto científico que se ha mantenido vigente, en la medida que la co-

2. Christie & Christie, 2003; Jürgen Schmidt & Baumgärtner, 2003; Scerri, 1998, 2001; Vihalemm, 2003.

3. O. T. Benfey (Earlham Collage, Indiana); P. Demers (Departamento de Química, Allegheny Collégue); F. Dufour (Collégue Ahuntsic, Montreal); W. Jensen (Universidad de Cincinnati); J. Ray (Universidad de Missouri, Kansas).

munidad de químicos y educadores la reconoce, la trabaja y la enseña. Durante esta evolución conceptual, también se evidenció la incorporación de otros conceptos que, tras su propio desarrollo, se incorporaron para dar cuenta de la ordenación de los elementos de acuerdo a sus propiedades.

Se concluye que el estudio de esta temática desde la perspectiva histórica proporciona aspectos que pueden enriquecer la enseñanza de la química y favorecer la comprensión de actividades propias de la actividad científica, los pactos que delimitan el hacer de los científicos, el valor de las personas relacionado con los contextos en los que se desenvuelve, los compromisos metateóricos que comparten o no los miembros de la comunidad científica, la necesidad de consenso en los presupuestos teóricos y en el lenguaje que los identifica, la coyuntura que subyace para la producción de conocimiento específico (Quintanilla *et al.*, 2005; Izquierdo *et al.*, 2006). A partir de actividades como el estudio de episodios históricos, dramatizaciones de dilemas históricos, lectura de textos históricos o biografías de los científicos, realización de prácticas experimentales que hayan permitido la formulación de conceptos relevantes para la disciplina científica, se puede favorecer el cambio de imagen de ciencia tradicional y dogmática, y promover una imagen de ciencia como la actividad de seres humanos pertenecientes a determinados contextos sociales y culturales; la ciencia como un proceso continuo, no acumulativo, donde los aspectos culturales hacen que existan reelaboraciones de los saberes eruditos previos, acompañados por las nuevas visiones frente al mundo.

Agradecimientos

Los autores Camacho y Cuéllar de esta comunicación expresan sus agradecimientos a la Comisión Nacional de Ciencia y Tecnología, CONICYT, entidad chilena que patrocina sus estudios doctorales en la Facultad de Educación de la Pontificia Universidad Católica de Chile.

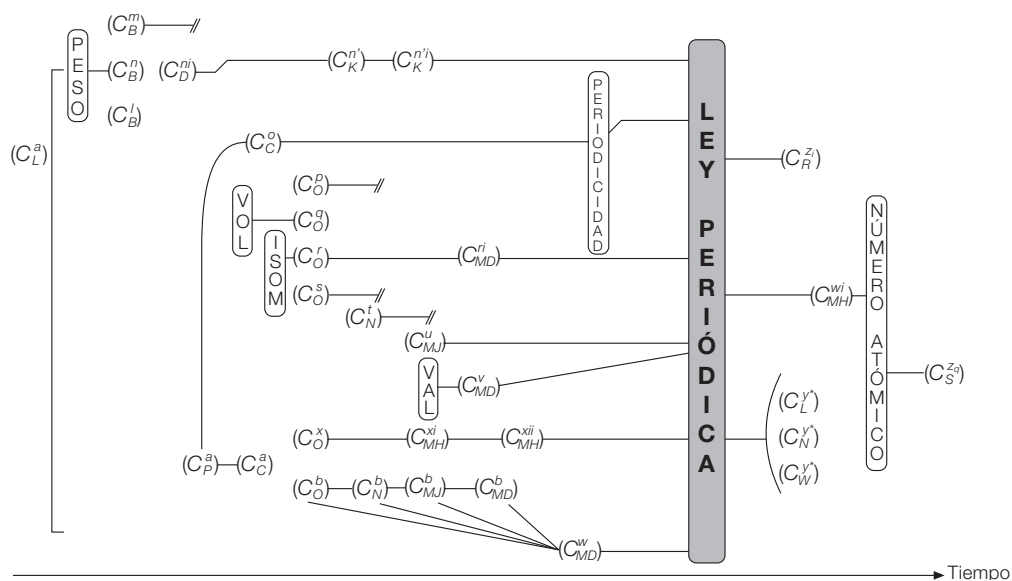
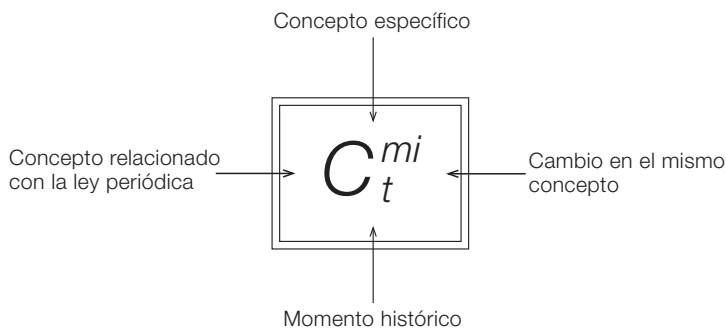


Figura 1. Vía evolutiva del concepto *ley periódica*.

ANEXO I



Conceptos específicos:

a-b Se refiere a conceptos que fundamentaban la formulación de un principio para la sistematización de los elementos químicos.

m-w Se refiere a conceptos relacionados con las propiedades químicas de los elementos químicos.

x-z Se refiere a conceptos que surgieron luego de la formulación de la ley periódica.

Símbolos para la representación evolutiva de la ley periódica.

Símbolo	Momento histórico	Concepto
(C_L^a)	Antoine Lavoisier (1743-1794)	Clasificación de sustancias simples
(C_B^m)	Jöns Jacob Berzelius (1779-1848)	Naturaleza eléctrica de las sustancias
(C_B^n)		Pesos atómicos
(C_D^n)	Döbereiner (1780-1849)	Pesos atómicos
(C_P^a)	Joseph Louis Proust (1754-1826)	Hipótesis de Proust
(C_O^a)	Alexander Béguyer de Chancourtois (1820-1886)	La organización de las sustancias se basó a partir de una sustancia elemental
(C_O^c)		Periodicidad
(C_O^b)	William Odling (1829-1921)	Formulación de una ley que diera cuenta de la organización de las sustancias
(C_O^e)		Calor
(C_O^g)		Volúmenes atómicos
(C_O^i)		Isomorfismo
(C_O^s)		Basicidad y acidez de las sustancias
(C_O^x)		Espacios en blanco
(C_N^b)	John Newlands (1838-1898)	Ley de las octavas
(C_N^t)		Equivalencias
(C_K^n)	Congreso de Karlsruhe	Pesos atómicos de Gerhardt
(C_{MJ}^b)	Julius Lothar Meyer (1830-1895)	Ley periódica
(C_{MJ}^u)		Incluir los metales de transición entre el hierro y el níquel
(C_{MJ}^x)		La existencia de algunos elementos aún sin descubrir
(C_{MD}^b)	Dimitri I. Mendeléiev (1834-1907)	Ley periódica
(C_{MD}^i)		Pesos atómicos
(C_{MD}^r)		Isomorfismo
(C_{MD}^v)		Valencias de los elementos
(C_{MD}^w)		Principios que sustentan la ley periódica
(C_{MD}^{xii})		Existencia de otros elementos
(C_L^y)	Paul Émile Lecoq (1875)	Galio
(C_N^y)	Lars Fredrick Nilson (1879)	Escandinavo
(C_W^y)	Clemens Alexander Winkler (1886)	Germanio
(C_R^z)	John Rayleigh (1842-1919) William Ramsay (1852-1916)	Gases nobles
(C_{MH}^wi)	Moseley (1913)	Número atómico
(C_S^{z2})	Glenn Theodore Seaborg (1912-1999)	Lantánidos, actínidos y superactínidos

Bibliografía

- CAMACHO GONZÁLEZ, J. (2005), «Ley periódica. Una reflexión didáctica desde la historia de las ciencias», Departamento de Química de la Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia. [Tesis de maestría para la obtención del título de magíster en docencia de la química]
- CHRISTIE, J.; CHRISTIE, M. (2003), «Chemical laws and theories», *Foundations of Chemistry*, **4** (2), 81-103.
- ECHEVERRÍA, J. (1995), *Filosofía de la ciencia*, Madrid, Akal.
- IZQUIERDO, M.; VALLVERDÚ, J.; QUINTANILLA, M.; MERINO, C. (2006), «Relación entre la historia y la filosofía de las ciencias II», *Alambique*, **48**, 78-91.
- JÜRGEN SCHMIDT, H.; BAUMGÄRTNER, H. (2003), «Changing ideas about the periodic table of elements and student's alternative concepts of isotopes and allotropes», *Journal of Research in Science Teaching*, **40** (3), 257-277.
- QUINTANILLA, M.; IZQUIERDO, M.; ADÚRIZ-BRAVO, A. (2005), «Characteristics and methodological discussion about a theoretical model that introduces the history of science at an early stage of the experimental science teachers' professional formation», *Science & Education IHPST* [University of Leeds], **8** (julio), 15-18.
- SCERRI, E. (1998), «The evolution of the periodic system», *Scientific American*, **279** (3) (septiembre), 78-83.
- (2001), «Special issue on the periodic system of the elements», *Foundations of Chemistry*, **3**, 97-104. [Versión electrónica]
- TOULMIN, S. (1977), *La comprensión humana*, vol. 1: *El uso colectivo y la evolución de conceptos*, Madrid, Alianza.
- VIHALEMM, R. (2003), «Are laws of nature and scientific theories peculiar in chemistry? Scrutinizing Mendeleev's Discovery», *Foundations of Chemistry*, **5** (1), 7-22.

**III JORNADA D'HISTÒRIA
DE LA CIÈNCIA
I ENSENYAMENT**

Sessió III

JOAQUIM BALCELLS I L'ENSENYAMENT DE LA FÍSICA A LA UNIVERSITAT DE CERVERA

CARLES PUIG-PLA;¹ JESÚS SÁNCHEZ MIÑANA²

^{1,2} CENTRE DE RECERCA PER A LA HISTÒRIA DE LA TÈCNICA,
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA.

² UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE MADRID.

Paraules clau: *Joaquim Balcells, Universitat de Cervera, ensenyament de la física, Catalunya al segle XIX*

Joaquim Balcells and the teaching of Physics at the University of Cervera

Summary: *In the 19th century there were two moves to introduce the teaching of experimental physics in the University of Cervera. The first one happened in 1818 when Joaquim Llaró was appointed «royal substitute» of a philosophy chair. The School of Experimental Physics of the Board of Commerce provided the equipment for the experiments. The second attempt took place in 1833 when Joaquim Balcells won the chair of experimental physics and chemistry and it was subsequently endowed with material purchased or manufactured in Barcelona. Rafael Pagès, Francesc Paradaltas, Joan de Safont and Francesc Arau were involved in the supplies, as well as Josep Antoni Balcells —Joaquim's father—, and the chemical and pharmaceutical Laboratory Jaime Codina y Cia. After leaving his post at Cervera to collaborate with Carlism, Balcells taught physics at the monastery of Sant Pere de la Portella, near the city of Berga, at the end of the First Carlist War.*

Key words: *Joaquim Balcells, University of Cervera, The teaching of physics, Catalonia in the XIXTH century*

Introducció

La dedicació de Joaquim Balcells a l'ensenyament de la física, des del 1846 a l'Escola de Física Experimental de la Junta de Comerç i, a

partir de 1851 i fins que va morir al 1879, a l'Escola Industrial de Barcelona, ha estat objecte de certa atenció (Lusa, 1996, 1997; Puig-Pla, 2000; Sánchez Miñana, 2005). Menys conegut, però, és el seu pas per la Universitat de Cervera, a partir de 1833. Aquest treball fa referència a aquesta darrera etapa de Cervera, parant especial atenció a la dotació de material de laboratori que es va realitzar coincidint amb l'arribada de Balcells.

Joaquim Balcells, catedràtic de Cervera

Joaquim Balcells i Pasqual va néixer a Sant Martí de Provençals, a principis de 1807. Després de cursar dos anys de retòrica i poètica en el Seminari Conciliar de Barcelona, va ser admès, el 15 de febrer de 1822, al Col·legi de Farmàcia de Sant Victorià, on el seu pare, Josep Antoni Balcells i Camps, era catedràtic. Quan es va matricular li van conferir el grau de batxiller en arts i, posteriorment, els de batxiller (18.07.1826), llicenciat i doctor en farmàcia (20.08.1832 i 25.08.1832). Dels quatre anys que comprenia el batxillerat en farmàcia, és a dir, història natural, física-química, matèria farmacèutica i farmàcia experimental, successivament, el segon, que impartia el seu pare, el va estudiar al Colegio de Farmacia de San Fernando de Madrid. Això va ser durant el curs 1823-1824, quan Josep Antoni Balcells, que havia fugit de Barcelona per les seves simpaties reialistes, es va encarregar temporalment de la institució madrilenya després de la restauració absolutista. Balcells també va ampliar la seva formació i va assistir a algunes escoles de la Junta de Comerç. Així, el curs 1820-1821 es va matricular a l'Escola de Taquigrafia, l'any 1822 va rebre classes particulars de matemàtiques¹ i, quan ja era batxiller en farmàcia, va estudiar un curs a la Càtedra d'Itàlia (1827-1828)² i dos a l'Escola de Matemàtiques (1828-1829; 1829-1830).

Des de 1826 va treballar gratuïtament com a ajudant del seu pare en el laboratori de química del Col·legi de Farmàcia de Sant Victorià,³ i l'any 1830 i el 1831 va substituir en les seves absències el catedràtic de l'Escola de Física Experimental de la Junta de Comerç, Pere Vieta.⁴ Aquest va informar favorablement la seva petició d'ingrés a l'Acadèmia de Ciències de Barcelona, per a la qual va ser elegit el 30 de març de 1833.⁵

Pot ser que tot aquest desplegament d'activitats al voltant de 1830 respongués a la necessitat d'estar preparat de cara a una càtedra a Cervera. El seu pare bé podia tenir notícies d'una propera vacant, atesa la seva proximitat ideològica a la *Pontificia y Real Universidad*. Sia com

1. Vegeu l'expedient de l'oposició de 1833 a l'Arxiu de la Universitat de Barcelona, Cervera (AUB-C), caixa 294, núm. 1430, 3. Vegeu també, de l'AUB-C, els llibres i folis següents: 206, 12 (expedient acadèmic); 213, 70 (acta de l'examen de batxillerat); 218, 99 (acta de l'examen de llicenciatura); 221, 13 (acta de l'examen de doctorat); *Diario de Barcelona* de 5.07.1821 i 16.07.1821, p. 1329, 1384-1386.

2. Arxiu de la Junta de Comerç de Barcelona (AJCB), CIII, 3, 105 i 111-119.

3. Dada que apareix entre els mèrits per a l'oposició de Cervera de 1833.

4. És un dels mèrits per a l'oposició de Cervera de 1833.

5. Arxiu de la Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona (ARACAB), expedient de Joaquim Balcells.

sia, quan Ignasi Sala, primer ocupant de la Càtedra de Física Experimental, va «ascendir» a la canongia del patronat de la universitat a la Catedral de Tortosa, es va convocar la plaça a oposició (22.08.1833), i el 18 d'octubre Balcells va ser nomenat «substitut reial» i va començar a ocupar-se de la Càtedra interinament.⁶

La darrerria de la Universitat de Cervera i la nova Càtedra de Física Experimental

La Universitat de Cervera, creada el 1717 per Felip V, va ser suprimida durant el Trienni Liberal (1820-1823) quan va tenir lloc el primer trasllat temporal de Cervera a la Universitat a Barcelona (Soldevila, 1938: 137-158). Després del Trienni, i pel que fa a la física, es va establir un nou pla d'estudis, el pla de Calomarde (RD 14.10.1824), el qual determinava que la de física experimental era una de les càtedres de filosofia denominades *superiores*, en quatre de les quals havien de cursar ensenyaments els batxillers en filosofia per obtenir els graus de llicenciat i doctor en la mateixa facultat. El catedràtic havia de donar lliçons d'hora i mitja al matí i una hora a la tarda, combinant l'ensenyament de la física amb el de la química, de forma que a aquesta li dedicués dues tardes cada setmana. El text marcat per a la física era el *Tratado de física completo y elemental* de Libes i per la química, els *Elementos de química aplicada a la medicina, farmacia y artes* de Mateo Orfila.

A Cervera aquesta Càtedra era de nova creació quan es va convocar a oposició el 1826.⁷ Ignasi Sala, nascut a Organyà, sacerdot i catedràtic de Filosofia del Seminari d'Urgell des de 1818, va ser l'únic signant i la va obtenir (15.03.1827). A la segona oposició de 1833 van signar Joaquim Balcells; Francisco Barado, de Vic, doctor en lleis i catedràtic de Filosofia a Cervera, i dos graduats d'aquesta universitat: Jaume Sala, de Guissona, batxiller en medicina, i Agustí Clotet, de Berga, llicenciat en teologia. Barado i Clotet van retirar les seves candidatures i Sala, que no complia plenament les condicions de la convocatòria, va ser admès als exercicis només «para mérito». Balcells i Sala van ser aprovats per unanimitat d'un tribunal en el qual el rector, Bartomeu Torrabadella, presidia sobre tres catedràtics de la seva universitat: Ramon Congost, de medicina, Joaquim Maria de Moxó, de lleis, i Pere Barri, de teologia, els dos últims doctors en filosofia. Balcells va ser nomenat i va prendre possessió (12.02.1833).⁸

Hi ha dues referències del mateix Balcells sobre aquests anys i la Càtedra. En la «Relación de méritos y servicios» (1846), diu que «la desempeño a satisfacción de sus jefes y sin nota alguna hasta la conclusión del curso de 1837», i hi afegeix:⁹

6. Balcells ho fa constar com a mèrit per a l'oposició. Vegeu també AJCB, LXVII, 2, 22.

7. Expedient a AUB-C, caixa 294, núm. 1430, 2.

8. Còpia del nomenament a AUB-C, llibre 90, f. 41v i s. Presa de possessió al llibre 86, f. 16v.

9. AJCB, CVII, 2, 102.

En esta época, en que se disolvió casi totalmente el personal de los catedráticos de Cervera, se estableció de farmacéutico en el pueblo de S. Baudilio de Llusanés y después en la villa de S. Felio de Torelló;¹⁰ y consta en los certificados de los Ayuntamientos de los dos pueblos la buena conducta moral y política que observó en ellos.

Cinc anys més tard, Balcells ja no deu considerar necessari referir-se a les seves activitats després de deixar Cervera i es limita a repetir que «desempeñó la cátedra a satisfacción de sus jefes hasta junio de 1837», i afegeix que això consta en una certificació lliurada pel «M. I. Sr. D. Jaime Quintana»,¹¹ degà de la Facultat de Jurisprudència de Barcelona i rector que fou de la Universitat de Cervera a l'època.¹²

El 29 d'octubre de 1836 una reial ordre, publicada a la *Gaceta* del 6 de novembre, havia aprovat un «arreglo provisional» dels estudis universitaris per al curs acadèmic que començava. Respecte als de filosofia, la disposició mantenia del pla de Calomarde els tres anys que menaven al batxillerat (la «segunda enseñanza»), però canviant notablement els seus continguts, i no deia res sobre les càtedres superiors. La Universitat de Cervera es trobava en situació força precària; a les desercions dels professors que es passaven al bàndol dels carlins —des que el 1834 ho fes el mateix rector Torradabella—, s'hi van afegir les d'aquells que van optar pels Estudis Generals de Barcelona que es van obrir aquell curs, però la universitat de Cervera es va acomodar com va poder a la norma, encarregant a substituïts les càtedres de filosofia del primer i tercer any i a Balcells, en qualitat de «propietari», la del segon, i no va fer cap oferta d'altres matèries a la facultat. Balcells tenia trenta-un estudiants, als quals havia d'impartir, d'acord amb el nou pla, una lliçó diària de continuació de les matemàtiques de primer, una altra també diària de física experimental, amb algunes nocions de química, d'hora i mitja cadascuna, i, a més, tres lliçons setmanals de geografia, matemàtiques i física.¹³

En arribar l'estiu de 1837 van continuar els abandonaments de professors, i el 2 de setembre s'informava, així, des de Barcelona a la Direcció General d'Estudis:

Según noticias recibidas estos días, algunos profesores que fueron de la Universidad de Cervera se han reunido en Solsona, población de hecho sujeta a las armas rebeldes,

10. Sant Boi de Lluçanès i Sant Feliu de Torelló, avui simplement Torelló. El 1854 va néixer en aquesta localitat un fill seu, el pintor i escultor Josep Balcells i Sendil (m. 1891) (*Ráfols*, vol. 1, 1950-1951: 77).

11. Jaume Quintana, «civilista» de Cervera, quan es va restablir provisionalment la Universitat de Barcelona (1.09.1837), va ser candidat a rector. El 1846 era degà de la Facultat de Jurisprudència (*Llaquet de Entrambasaguas*, 2001).

12. A la «Hoja de servicios» va incloure també un detall del temps que va servir a cada lloc, corresponent al de catedràtic a Cervera 3 anys, 4 mesos i 17 dies des de la seva presa de possessió, el 12 de febrer de 1834, la qual cosa coincideix amb què l'ocupés fins a finals de juny de 1837.

13. Així es desprèn de diversos documents: AUB-C, caixa 317, núm. 303; caixa 317, núm. 305, 1, 2 i 3 i núm. 310; caixa 315, núm. 1487.

con ánimo, según se dice, de abrir sus enseñanzas en el próximo año académico. El número de dichos profesores es de once o doce, y se añade que han circulado un manifiesto en el cual previenen que las cátedras de Cervera serán desempeñadas en Solsona.¹⁴

Efectivament, el 17 d'octubre la junta carlina de Berga va decretar la creació d'una universitat, a semblança de la que s'havia establert a Oñate, i el dia 1 de març de 1838 va concretar la seva ubicació a Solsona. El curs, inaugurat solemnement sota la presidència del rector Torrabadella el 29 de març, va durar tan sols noranta-tres dies, perquè el mes de juliol la població va ser reconquerida per les tropes cristines. Balcells apareix entre els assistents a les reunions del claustre d'aquesta universitat de Solsona en les actes conservades; tanmateix, no fan esment dels ensenyaments que impartia.¹⁵

Els estudis van continuar durant dos cursos més a l'antic monestir de Sant Pere de la Portella, a prop de Berga, fins l'acabament de la guerra, l'estiu de 1840. El 1838-1839, Balcells hauria estat professor de física i química (Santamaría, 1935: 141),¹⁶ però per poc temps, reclamat de seguida per altres interessos de la causa. La primera de les actes del claustre d'aquest curs, corresponent al 4 de novembre de 1838, dóna compte de la lectura d'un ofici de la Real Junta de Hospitales Militares del Principado, manifestant ser molt necessari per al servei un tal doctor Francesc M. Pedrerol. El document continua:

Manifiesta igualmente aquella corporación ser bien conocidos los grandes beneficios que reciben de hallarse empleado en los hospitales militares el catedrático Dr. Joaquín Balcells, por cuyo motivo opinan ser muy interesante el que continúen en sus actuales servicios, esperando por lo mismo que, en obsequio de la justa Causa de la Religión y del Rey, se servirá el claustro dispensar a los dos expresados catedráticos de la personal asistencia a sus respectivas cátedras, supliendo la enseñanza del mejor modo que pareciese.¹⁷

La col·laboració de Balcells amb el carlisme es reflecteix a les pàgines d'un pamflet publicat després de celebrats els exàmens de l'oposició en què va guanyar, el 1846, la Càtedra de Física Experimental aplicada a les arts de la Junta de Comerç.¹⁸

14. AUB-C, caixa 241, núm. 1345, 48.

15. És possible que Balcells no formés part del grup inicial de professors de Cervera reunits a Solsona l'estiu de 1837 o que la seva defecció no transcendís fins més tard, ja que el seu nom figura entre els «catedràtics propietaris», en una relació de personal de la Universitat de Cervera, datada el 15 d'octubre de 1837 (AUB-C, caixa 315, núm. 1485). Tanmateix, no hi és en una altra de sots del primer terç del curs 1837-1838, datada el 6 de desembre (AUB-C, caixa 303, núm. 574).

16. L'autor mostra les assignatures i professors del curs 1838-1839, dades que assegura haver trobat anotades en un manual de l'antic cenobi. En física i química transcriu «Doctor Joaquim Vancells».

17. Sobre la universitat carlista, a més de Santamaría (1935), vegeu també Llaquet de Entrambasaguas (2001) i Montañà i Pujol (1997); d'aquest darrer treball provenen totes les dades de les actes del claustre.

18. *Juicio crítico que hace la opinión pública sobre los ejercicios de oposición que han tenido lugar en la Lonja al intento de proveer la cátedra de física experimental de la Junta de Comercio de Cataluña* (AJCB, CVII, 1, 149-152).

[...] después de 15 años que no habíamos tenido el gusto de oírle, sustituyendo ya en mejores días al Dr. Vieta en la cátedra misma que ahora se ha disputado públicamente, nosotros mismos, lo confesamos, deseábamos oírle, esperanzados de que mientras fue *Catedrático real de la celeberrima universidad de Cervera*; mientras estuvo en Solsona y en Berga, después de haber abandonado desgraciadamente la plaza que tenía en dicha universidad y que actualmente ocupa el Dr. Vieta en la de Barcelona, ya profesando públicamente la física en los *Reales Carlistas*, ya siendo el *farmacéutico en jefe de los hospitales de Berga*; mientras, en fin, hasta se mantuvo reacio en no acogerse al convenio de Vergara para mejor impetrar sin duda *un escudo de fidelidad* de D. Carlos o del conde de Montemolín, que nadie con justicia se atrevería a disputarle.

Els relators, anònims, no perden ocasió d'utilitzar tots els apel·latius que vénen al cas, com ara «padre Balcells», «frailuno Balcells», «Sr. de Berga», «beato de Berga», «carlista de Berga», «tránsfugo de Cervera» i «catedrático de Solsona», per concloure dient que «el [ejercicio] de fray Balcells merece el anatema». Els autors l'anomenen també «preparador de bales i pólvora de Berga» i «director de la pólvora i de les bales de Berga», la qual cosa fa molt versemblant que aquest aplicués els seus coneixements de química a la santabarbara carlina, i fos oficial o, si més no, empleat civil de l'exèrcit rebel, la qual cosa li hauria permès tenir l'opció d'acollir-se al conveni de Bergara.

L'adquisició d'utilatge instrumental per l'ensenyament de la física a Cervera

Es coneix una iniciativa de la Universitat de Cervera per dotar-se d'aparells i instruments de laboratori per a l'ensenyament de la física.¹⁹ Es tracta de la compra que es va fer a la Junta de Comerç d'instruments duplicats i sobers del seu gabinet, per un import de 250 lliures catalanes, el mes de novembre de 1818 (Puig-Pla, 2000: 150). El dia 12 d'aquell mes, Joaquim Llaró i Vidal (1796 aprox. - 1824) va comunicar a l'Acadèmia de Ciències de Barcelona, de la qual era membre, que havia estat nomenat substitut reial d'una de les càtedres de filosofia de Cervera.²⁰ Segons Elías de Molins, Joaquim Llaró va estar al front de la Càtedra durant quatre anys.

Llaró va ser deixeble de Pere Vieta a l'Escola de Física experimental de la Junta de Comerç. No és estrany, doncs, que Llaró volgués «reproduir» l'ensenyament que havia rebut en aquella escola i que, per a fer-ho, necessités disposar d'instruments de física. Aquesta compra d'instruments deu tenir relació amb un esborrany d'escrit, que es pot datar entre 1815 i 1817, que la universitat adreçava a un personatge no identificat, segurament l'*infante D. Antonio*, oncle del rei i *protector* de la Universitat,²¹ en què se li recorda que el claustre li ha demanat permís per

19. AJCB, XCIX, 4, 3.

20. REAL, 1906-07: 145.

21. AUB-C, caixa 61, núm. 3070. El document no duu encapçalament, fórmula de comiat ni data, però el destinatari rep el tractament de «V. A.» (Vostra Altesa), per la qual cosa deu tractar-se de l'infant, nomenat protector de la Universitat de

a «proveir-se de les màquines i aparells convenients per a formar un petit gabinet de física experimental» que els manca, i que els ha contestat que diguin quines màquines volen tenir i com pensen pagar-les. Quant al finançament, li proposen dedicar una anualitat (tres mil lliures catalanes) de la dotació de la universitat per a obres de fàbrica, ja que consideren que no hi ha cap atenció urgent a la qual s'hagi d'acudir. Pel que fa referència a las màquines, li fan la llista següent:

La rueda centrífuga. La máquina de las fuerzas centrales. Un pirómetro. Tubos para ver y explicar el equilibrio de los fluidos. Vasos para ver la presión de los fluidos. Tubos capilares. Tubos para ver y explicar cuál sea el movimiento de los fluidos. La máquina neumática. Una bomba atraente.²² Un barómetro. Un tubo estentorofónico, o instrumento de propagar la voz articulada. El órgano del oído en piezas. El corazón en piezas. Espéculos ustorios. El órgano de la vista en piezas. Una lente de ambas partes convexa. Otra lente de ambas partes cóncava. Dos espejos planos. Un espejo esférico convexo. Un espejo esférico cóncavo. Un prisma con sus aparejos, para los experimentos newtonianos de la luz. Un globo de vidrio para explicar la formación del iris. Un telescopio astronómico. Un microscopio. Un vidrio de recoger la luz, o color. Un termómetro. Una esfera armilar. La esfera terrestre. La esfera celeste. La máquina del sistema copernicano. Un cuadrante de círculo con su telescopio. Un imán. Los aparejos para sacar gas. Los aparejos para los experimentos galvánicos.

Indiquen que fan referència a les màquines i aparells que creuen absolutament necessaris o molt útils per a comprendre i explicar les *Instituciones* de Jacquier «el libro por el que, según lo mandado por V. A., se enseña la filosofía en esta real escuela».

No coneixem quin va ser l'abast d'aquesta operació i si al final va quedar reduïda a la compra del material sobrer a la Junta de Comerç. Tampoc han aparegut testimonis que Ignasi Sala, primer titular de la Càtedra de Física Experimental el 1827, parés atenció als mitjans de laboratori. Cal esperar a l'arribada de Balcells, com a substituït en el curs 1833-1834, per trobar una altra iniciativa de dotar un gabinet. Es pot conèixer el que es va adquirir gràcies al fet que disposem de la documentació comptable corresponent.²³

Durant el curs 1833-1834 es van realitzar una sèrie de pagaments per a l'adquisició de màquines, aparells i material de laboratori per a la Càtedra de Física Experimental i Química (com se la denominava). El mes d'octubre de 1833, el pare franciscà jubilat Francesc Pe-

Cervera per Reial decret de 17 de juliol de 1815 (AUB-C, llibre 79, fol. 79 i 80). La referència que conté a les *Instituciones Philosophicae* de Jacquier com a text obligat en els estudis de filosofia, el fa anterior a l'esmentada reforma de Calomarde de 1824.

22. Aspirant, «Atrahente» a l'original.

23. AUB-C, caixa 153, núm. 1259.

drerol, per encàrrec de la Junta d'Hisenda de la Universitat de Cervera, va adquirir diversos aparells a Barcelona. A petició de Pedrerol, Rafel Pagès va construir una màquina elèctrica «a doble conductor», una màquina pneumàtica «a dos cossos de bomba i gran font de compressió», dos campanars elèctrics i una «làmpada pironemàtica» (17.10.1833).

Un subministrador important d'aparells va ser el monjo benedictí Joan de Safont que poc després (1834) seria elegit abat del monestir de Sant Pau del Camp i de Sant Pere de la Portella. Safont era catedràtic de Filosofia del Col·legi de Sant Pau del Camp i secretari d'estudis del col·legi des del 1828. Va muntar una classe de física especulativa i pràctica al col·legi, i va organitzar un gabinet mecànic i físic. Safont va col·laborar amb el maquinista Francesc Arau, i aquest va construir una esfera copernicana, pensada per Safont, dotada de mecanismes per a moure els astres per òrbites el·líptiques. Safont va encarregar-se de la compra de material per a la Càtedra de Física Experimental i Química de Cervera, ja que ell va ser, per exemple, qui el 16 d'octubre de 1833 va pagar les despeses (520 rals de billó) d'una seixantena llarga de productes químics (àcids —sulfúric, nítric, «hidroclòric», «hidrosulfúric», sulfurós, acètic, bòric, etc.—, amoníac, olis diversos —de trementina, de nafta...—, arsènic, sofre, cromat de potasa, etc.) adquirits al Laboratorio de productos químico-farmacéuticos que tenia el llicenciat Jaume Codina al carrer de Sant Pau. S'ha de dir que a Barcelona, el Col·legi de Sant Pau —igual que el Seminari Conciliar— estava agregat a la Universitat de Cervera i les matrícules van servir per finançar material del laboratori de física química.

Per muntar l'utilatge de la Càtedra es va adquirir material a —o a través de— l'apotecari Josep Antoni Balcells, el pare de Joaquim. Safont va obtenir, en diverses ocasions, molt material de Josep Antoni Balcells; en particular, el 5 de desembre de 1833 va fer una despesa de 689 rals de billó en la compra d'estris de laboratori de vidre o de porcellana (flascons, pots, copes, matrassos, retortes, provetes, tubs, gresols...), productes químics i minerals o també, per exemple, un imant, un mirall convex, un compàs gran, una baula pneumàtica, un globus aerostàtic o un telescopi; materials i aparells pagats a Josep Antoni Balcells.

Francesc Paradaltas va ser un altre dels subministradors de material per a la Càtedra. Així, el 28 de desembre de 1833, per ordre de Safont, Paradaltas va lliurar «al Sr. Balcells» per a la Universitat de Cervera: «una cadenilla, dos conductores largos y uno de prolonga; un cuadro mágico y otro centelleante; un conductor de punta; un disco de máquina eléctrica; un goniómetro; un hemisferio de Magdenburg». Qui era aquest tal Paradaltas? Era Francesc Paradaltas i Pintó (1808-1887), aquell qui, el 22 de desembre de 1868, esdevindria president de l'Acadèmia de Ciències de Barcelona. Podem provar aquesta afirmació gràcies a la comparació que hem fet de signatures, d'una banda la dels rebuts fets per a la Universitat de Cervera de l'any 1833 i, de l'altra, la de la sol·licitud de jubilació que Paradaltas va adreçar a l'Acadèmia de Ciències (10.01.1876). Com és que va construir algunes màquines de Cervera? Potser la resposta té a veure amb el fet que, de jove, va ser plater i tenia un establiment al carrer de l'Argenteria.²⁴

24. Real, 1909-1910: 69-72.

Cal esmentar, finalment, un altre constructor de màquines, Francesc Arau i Santponç.²⁵ A l'època que tractem, Arau va treballar per a Safont i va fer aparells per a Cervera. Entre mitjan novembre i mitjan desembre de 1833, Pedrerol va deixar constància que havia avançat 610 rals de billó a Safont «a cuenta del estuche matemático, del barómetro con dos termómetros que está trabajando el Sr. Arau, y de los globos de Magdenburg y otros instrumentos». Aquest maquinista va encarregar-se de deixar a punt diverses màquines que el catedràtic de l'Escola de Física Experimental de la Junta de Comerç, Pere Vieta, va supervisar i hi va donar el seu vistiplau.

No sabem què es va fer exactament dels aparells de física de Cervera. Tanmateix, el 7 de juliol de 1838, Pere Vieta va fer un inventari dels aparells que hi havia al gabinet de física experimental de la Universitat de Barcelona. A més del material inventariat hi havia material pertanyent a Vieta i a Safont, segons indicava el mateix Vieta.²⁶ Allò que no era d'aquests professors, procedia potser de Cervera?

Conclusions

Al segle XIX tenim dos moments àlgids per a l'ensenyament de la física experimental, amb dotació d'instruments i utilatge de laboratori, a la Universitat de Cervera. El primer correspon al curs 1818-1819 amb Joaquim Llaró com a responsable i el segon, al curs 1833-1834 amb Joaquim Balcells. En ambdues ocasions hi ha una clara influència dels ensenyaments impartits a Barcelona per Pere Vieta a l'Escola de Física Experimental de la Junta de Comerç. Llaró i Balcells són deixebles de Vieta i, a més, aquest supervisa aparells que han d'anar a Cervera, si més no els fets per Arau.

Joaquim Balcells va aconseguir disposar d'un considerable nombre d'instruments, la construcció majoritària dels quals es va fer a Barcelona. Hi van estar directament implicats Rafel Pagès, Joan de Safont, Francesc Paradaltas i Francesc Arau. Pel que fa al subministrament de productes i utilatge per a la química, els principals proveïdors van ser: d'una banda, el laboratori de productes quimicofarmacèutics Jaime Codina y Cía i, de l'altra, Josep Antoni Balcells, pare de Joaquim Balcells, que era apotecari i catedràtic de Física i Química del Col·legi de Farmàcia de Sant Victorià, i el qual també va proporcionar algun aparell de física.

Finalment, hem provat la col·laboració de Joaquim Balcells amb els carlins i com això va fer que els ensenyaments de física experimental de la Universitat de Cervera s'intentessin desenvolupar al monestir de Sant Pere de la Portella, a prop de Berga, durant els darrers anys de la Primera Guerra Carlina.

25. Francesc Arau va ser catedràtic de Mecànica Industrial i Filatura a l'Institut Industrial de Catalunya, una institució creada el 1848 per la Junta de Fàbriques i de la qual ell va ser soci fundador i de mèrit (Saurí & Matas, 1849: 205) i, quan es va crear la Escuela Industrial Barcelonesa (1851), va ser nomenat professor ajudant.

26. AUB-C, caixa 241, núm. 1344, 30.

Bibliografia

JACQUIER, F. (1815), *Institutiones philosophicae*, Valentiae, ex Officina Benedicti Monfort.

LIBES, A. (1818), *Tratado de física completo y elemental...*, Barcelona, Impr. de Antonio Brusi.

LLAQUET DE ENTRAMBASAGUAS, J. L. (2001), «La facultad de cánones de la Universidad de Cervera (s. XVIII-XIX)», Universitat de Barcelona. [Tesi doctoral]

LUSA, G. (ed.) (1996), *Documentos de los primeros años de la Escuela Industrial Barcelonesa*, Barcelona, ETSEIB (UPC). (Documentos E. I. I. B.; 6)

— (1997), *La difícil consolidación de las enseñanzas industriales (1855-1873)*, Barcelona, ETSEIB (UPC). (Documentos E. I. I. B.; 7)

MONTAÑÀ, D.; PUJOL, J. (1997), *La universitat carlina a Catalunya: Solsona (1838): Sant Pere de la Portella (1838-1840)*, Valls, Cossetània.

ORFILA, M. P. (1822), *Elementos de química aplicada a la medicina, farmacia y artes*, 2a ed., Madrid, Impr. Calle de la Greda.

PUIG-PLA, (2000), «De la física experimental a la física industrial. Anàlisi d'una càtedra barcelonina (1814-1851)», *Quaderns d'Història de l'Enginyeria*, **4**, 119-172.

RÁFOLS, J. F. (1950-1951), *Diccionario biográfico de artistas de Cataluña: Desde la época romana hasta nuestros días*, Barcelona, 3 v.

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES (1906-1907), *Nómina del personal académico*, Barcelona, López Robert, 144-148.

— (1909-1910), *Nómina del personal académico*, Barcelona, López Robert, 69-72.

SÁNCHEZ MIÑANA, J. (2005), «Las primeras aplicaciones de la electricidad en Barcelona en torno a 1850», *Quaderns d'Història de l'Enginyeria*, **VII**, 115-195.

SANTAMARÍA, J. (1935), *Memories del monestir de Sant Pere de la Portella i de tot el seu abadiat i baronia*, Solsona. [Edició facsímil a Barcelona, 1986]

SAURÍ, M.; MATAS, J. (1849), *Manual histórico-topográfico estadístico y administrativo ó sea Guía general de Barcelona dedicado á la Junta de fábricas de Cataluña*, Barcelona, Imprenta y Librería de D. Manuel Saurí.

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.

Arxius consultats

AJCB: Arxiu de la Junta de Comerç de Barcelona.

ARACAB: Arxiu de la Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona.

AUB-C: Arxiu de la Universitat de Barcelona, Cervera.

PROGRAMA D'ÀLGEBRA D'ENSENYAMENT SECUNDARI PRESENTAT PER JOSEP MARIA BARTRINA I CAPELLA (1861-1946) PER A OPTAR A UNA CÀTEDRA DE MATEMÀTIQUES D'INSTITUT

MARIA CINTA CABALLER VIVES; JOSEP LLOMBART PALET
UNIVERSITAT DEL PAÍS BASC.

Paraules clau: *matemàtiques, àlgebra, ensenyament secundari, institut, segles XIX i XX, Josep M. Bartrina i Capella*

Algebra Programme Presented by Josep Maria Bartrina i Capella (1861-1946) to Supply a Mathematics Teacher for the Vacancy in Secondary School

Summary: *Josep Maria Bartrina i Capella, after a brief period as Professor Auxiliary in the Faculty of Sciences of Valencia's University, taught Mathematics at Secondary Schools in Tapia de Casariego, Girona and Barcelona. When he finished his studies of Sciences Physics-Mathematics, as well as his Doctorate, he requested to be admitted to the contest public examination to supply Mathematics teachers for the vacancies in Secondary School in Las Palmas and Tapia de Casariego. Between the documents, that he contributed as soon as he took possession of the Mathematic's Chair of the Secondary School in Tapia de Casariego (1889), there is a Mathematics programs (the first course: Arithmetic and Elementary Algebra and the second course: Elementary Geometry and Rectilinear Trigonometry). The Algebra programme, which will be compared to other programs of this subject that were published between 1840 and 1919, will be analysed in this report.*

Key words: *mathematics, algebra, secondary teaching, secondary school, XIXth and XXth centuries, Josep M. Bartrina i Capella*

Introducció

A partir dels inicis de l'ensenyament secundari a Espanya va ser habitual la publicació de programes marcant els continguts de les respectives assignatures, entre altres, els corresponents als cursos de matemàtiques elementals. Es tracta de programes de procedència molt diversa, entre els quals es poden trobar programes oficials que varen ser editats seguint les directrius de determinats plans d'estudis i programes elaborats pels responsables de les càtedres dels instituts. Entre aquests últims figuren programes impresos i programes manuscrits. Pel que fa als programes manuscrits, molts d'ells es poden localitzar dintre els expedients personals d'alguns catedràtics o en els expedients de les actes de diferents concursos celebrats per a cobrir les càtedres vacants. El programa que és objecte d'aquesta comunicació és un programa manuscrit que vam trobar a l'expedient personal de Josep Maria Bartrina i Capella a l'Arxiu General de l'Administració, Secció d'Educació i Ciència (AGA-EC). L'estudi d'aquest programa està inclòs dintre d'un treball molt més ampli que ha estat el meu tema d'investigació dels últims anys i que ha donat peu a la memòria titulada «El àlgebra en la enseñanza secundaria en España (1836-1936)» per a optar al grau de doctora en ciències matemàtiques. La tesi, que ha estat dirigida pel doctor Josep Llobart Palet, va ser defensada a la Universitat del País Basc el juny de 2006. Entre d'altres, algunes de les qüestions tractades a la memòria són els plans d'estudis; els programes d'àlgebra (hem analitzat vint-i-un programes publicats entre 1840 i 1919); els llibres de text (hem trobat seixanta-quatre primeres edicions de llibres de text d'àlgebra escrits per a l'ensenyament secundari que van ser publicades durant el període 1848-1927, de les quals n'hem estudiat vint-i-tres), i oposicions a diverses càtedres de matemàtiques dels instituts de secundària i escalafons de catedràtics de matemàtiques d'institut. Dels tretze escalafons que s'han examinat (1861-1935) s'ha obtingut informació de 321 catedràtics que prengueren possessió d'una càtedra des de 1833 fins a 1928, dels quals s'ha fet una recerca de les seves publicacions. També hem elaborat les biografies científicoacadèmiques d'un bon nombre d'aquests catedràtics de matemàtiques d'institut. L'examen dels programes i dels manuals, d'una banda, permet avaluar els continguts d'aquesta disciplina que es van transmetre als alumnes d'ensenyament secundari en el segle XIX i primer terç del segle XX. D'altra banda, ens permet conèixer el grau de modernitat dels autors d'aquestes publicacions, així com l'interès que tenien per als aspectes didàctics. Els vint-i-un programes d'àlgebra estudiats són: Juan Cortázar Abasolo (1840), Fernando González (1843), Ambrosio Moya de la Torre (1844 i 1845), Bernardo Fenollosa (1844), Joaquín Fernández Cardín (1844), José Sanjurjo (1844), Juan de Zafont (1844), Dirección General de Instrucción Pública (1846), Mariano Ascuenaga i José Naverán (1848), Carlos Botello del Castillo (1851), Gabino de Epalza (1857), programa d'àlgebra elemental de la Universidad de Sevilla (1860), José Barceló, Escuela Industrial de Alcoy (1860), José Rochano de Alemany (1880), Josep Maria Bartrina Capella (1885-1889), Manuel Burillo de Santiago (1892), Ezequiel Fernández García (1894), Ricardo Carapeto Zambrano (c. 1910), José Mingot Shelly (c. 1914) i Fernando Lo-

rente de No (c. 1919). Entre tots aquests programes, ens ha cridat l'atenció el del professor Bartrina i Capella, que és el que presentem en aquest treball. Abans de comentar el seu programa d'àlgebra, donarem una breu biografia científicoacadèmica de Bartrina.

Biografia científicoacadèmica de Josep Maria Bartrina i Capella

Josep Maria Bartrina i Capella va nàixer a València el 23 de juliol de 1861 i va morir a Barcelona el 24 de novembre de 1946. El 1882 va rebre el títol de llicenciat en ciències fisico-matemàtiques per la Universitat de València. Posteriorment, va cursar les assignatures de doctorat (astronomia i física-matemàtica). El 16 de novembre de 1888 va ser nomenat professor auxiliar de la Facultat de Ciències d'aquesta Universitat, i va cessar al juliol de 1889 quan va obtenir, mitjançant oposició, la càtedra de l'Institut de Tapia de Casariego. Al setembre de 1890, per concurs de trasllat, fou nomenat catedràtic de Matemàtiques de l'Institut de Girona i va passar a regir una càtedra de Matemàtiques de l'Institut de Barcelona gràcies a un altre concurs-oposició. Bartrina va ocupar aquesta càtedra des de 1894 fins a la data de la seva jubilació, el 1931. Ocupà el càrrec de director de l'institut barceloní entre 1921 i 1931, i va ésser nomenat director honorari d'aquest establiment el 1932. Al juny de 1913 fou elegit acadèmic numerari de la Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona (RACAB) i va actuar com a director de la secció primera d'aquesta institució durant el bienni 1926-1928. Al 1926 obtingué la categoria d'*Officer de l'Instrucción Pública*. Bartrina i Capella és autor de diferents publicacions, entre les quals destaquen les memòries presentades a la RACAB i els llibres de text d'ensenyament secundari. Per ordre cronològic, aquestes són les publicacions del professor Bartrina i Capella:¹ (1885-1889) *Programas de los dos cursos de matemáticas correspondientes a los estudios de segunda enseñanza* (manuscrit); (1890) «Intima», *Álbum Literario*, 3, 140: 2; (1890) «El Tiempo», *Álbum Literario*, 3, 140: 2-3; (1896) *Tablas de logaritmos a cinco decimales para los 10.800 primeros números y para los senos, tangentes, cotangentes y cosenos de uno en uno, seguidas de diferentes tablitas útiles y de una colección de fórmulas usuales y precedidas de una extensa explicación sobre su manejo*, Barcelona, Pedro Ortega [8a ed., 1944]; (1898) *Elementos de geometría pura y de trigonometría rectilínea*, Barcelona, A. López Robert [3a ed., 1905. Inclou referències a les geometries no euclídiades i és un dels escassos textos de secundària de l'època en què es fa referència a aquestes geometries. La part dedicada a la geometria —*Elementos de geometría pura*— va arribar fins a la cinquena edició l'any 1923]; (1899) *Aritmética para el 1^{er} curso de la 2^a enseñanza*, Barcelona, La Acadèmica de Serra (arreglo por J. M. Bartrina Capella de la *Aritmética para las escuelas de la 1a enseñanza* publicada en 1858 por J. Bartrina Royo) [3a ed., 1918]; (1900) *Epítome de Geometría*, Barcelona; (1901) *Nociones de cosmografía y geografía física*, Barcelona, Tip. de J. Altés; (1903) *Nociones de aritmética universal*, Barcelona, Francisco J. Altés y Ala-

1. Per a obtenir aquestes referències s'ha utilitzat Bernalte (1988), Llombart (1990), Montanuy (1993), Real (1949), Pérez del Pulgar (1913), Rebiun y Vea (1995).

bart [4a ed., 1922]; (1903) *Rudimentos de geometría*, Barcelona, Francisco J. Altés y Alabart [4a ed., 1910]; (1908) «Tratado didáctico de las geometrías no-euclídeas», *Memorias de la RACAB*, 3a època, VII, 2: 17-290; (1910) *Aritmética para el segundo año del bachillerato*, Barcelona, Francisco J. Altés y Alabart [3a ed., 1920]; (1914) «Las construcciones geométricas», *Memorias de la RACAB*, 3a època, XI, 14 [Discurs de recepció a la RACAB]; (1916) «Poliedros de Arquímedes, convexos y estrellados», *Memorias de la RACAB*, 3a època, XIII, 6; (1918) *Programa de la asignatura de nociones de álgebra y trigonometría para el 4º año de bachillerato*, Barcelona; (1922) «Las leyes gráficas en los espacios no-euclídeos», *Memorias de la RACAB*, 3a època, XVII, 9: 231-262; (1928) *Compendio de geometría*, Barcelona, Núñez; (1932) «La métrica de las figuras ficticias en la geometría pseudoesférica», *Memorias de la RACAB*, 3a època, XXII, 5: 123-172; (1940) «Estudios de geometría analítica no-euclídea», *Memorias de la RACAB*, 3a època, XXV, 17: 379-447. En el conjunt de la seva obra es descobreix una preocupació constant pels aspectes didàctics i innovadors, i resulta de gran interès la seva vinculació amb la difusió a Espanya de les geometries no euclídiades. La monografia *Tratado didáctico de las geometrías no-euclídeas* va ser mereixedora del premi Agell (1907) concedit per la RACAB.

Programa d'álgebra de Josep Maria Bartrina i Capella²

Aquest programa d'álgebra és part dels programes de matemàtiques manuscrits que Bartrina i Capella va presentar entre la documentació exigida per a concórrer als exercicis de l'oposició que se celebrà per a cobrir les vacants de les càtedres de matemàtiques dels instituts de les Canàries i Tapia de Casariego. Es tracta d'un extens manuscrit de 262 pàgines, a través de les quals Bartrina desenvolupa minuciosament els programes dels elements de matemàtiques (*elementos matemáticos*). Les primeres seixanta-dues pàgines corresponen a un pròleg en què l'autor proposa una sèrie de canvis, que exposarem a continuació, sobre els programes clàssics amb la idea de millorar els aspectes didàctics. En relació amb l'álgebra, Bartrina entén aquesta disciplina com l'estudi de les equacions. En cap dels programes revisats hem trobat aquesta definició de l'álgebra, «entendida como la teoría de las ecuaciones algebraicas», presentada el 1879 per Serret en el seu llibre de text *Curso de álgebra superior*. Pel que fa al tema de les progressions, Bartrina es decanta per incloure'l dintre de l'álgebra, i senyala que «unos autores colocan las progresiones en la Aritmética y otros en los elementos del Álgebra:[...] pero nosotros los colocamos en el Álgebra, y después de los logaritmos, porque ciertas cuestiones que a ellas se refieren exigen el conocimiento de estos y de las ecuaciones». Així mateix, aposta per la inclusió de conceptes com el màxim comú divisor i el mínim comú múltiple d'expressions algebraïques, o la teoria dels determinants en els llibres d'álgebra de secundària. Quant a la primera qüestió, indica: «Hemos traído a los Ele-

2. Malgrat que la totalitat dels programes estan datats a 1 d'abril de 1889, el pròleg està signat per Bartrina i Capella a maig de 1885.

mentos los teoremas relativos a [...] la teoría del máximo común divisor y mínimo múltiplo, reforma aceptada ya en muchos tratados, pero hasta el día, según creemos desechada de las obras que se consagran especialmente a la segunda enseñanza. Con solo observar que estas teorías son necesarias para el cálculo de las fracciones, en su simplificación y reducción a su común denominador, queda justificada nuestra innovación si tal puede llamarse». Quant a la teoria dels determinants, Bartrina, a més de ser partidari de l'estudi d'aquesta classe de funcions, reivindica que apareguin com un capítol del llibre i no en forma d'apèndix: «Hemos incluido en el Programa el estudio de las determinantes, si bien con cierta parquedad, principalmente porque estas funciones hacen posible la discusión de las fórmulas generales de las incógnitas en los sistemas de muchas; ecuaciones de primer grado, y por su importante aplicación a la eliminación en las de grados superiores. En lo que nos hemos separado de varios autores, [...] es en encarnar los determinantes en el cuerpo de la doctrina, [...] al paso que los tratadistas aludidos las establecen en apéndices. ¿Es que estas funciones singulares constituyen una mera curiosidad científica? Si así fuera; acaso no merecieran ni los honores de un apéndice; pero constituyendo el fundamento de demostraciones esenciales, entendemos que deben incluirse en los Elementos con anterioridad a las demostraciones y discusiones que necesiten de su apoyo». D'altra banda, insisteix en la utilització del mètode d'eliminació de Gauss per a la resolució dels sistemes d'equacions lineals «tan necesario para dar regularidad a los cálculos cuando las ecuaciones son muchas [...] como ocurre siempre que se aplica el método de los cuadrados mínimos a la compensación de errores en las redes geodesias, y en general a la coordinación de los resultados en las ciencias de observación. Con decir que este método es el que exclusivamente se sigue en todos los negociados de cálculo de Europa, quedaría justificada su introducción en los Elementos [...]». Després del pròleg segueix el programa del primer curs de matemàtiques (aritmètica i àlgebra elemental) i, finalment, el programa del segon curs (geometria elemental i trigonometria rectilínia). El programa d'aritmètica i àlgebra està estructurat en seixanta-tres lliçons, i corresponen a l'àlgebra les últimes trenta-una (lliçons 33-63). No se'ns escapa que el programa de Bartrina és força ambiciós. Tinguem en compte que els batxillers espanyols de l'època considerada eren molt joves comparats amb els d'altres països europeus o amb els dels Estats Units. A Espanya es podia accedir al títol de batxillerat, aproximadament, amb 14 anys. L'assignatura d'àlgebra s'estudiava amb 10-12 anys i només excepcionalment a edats posteriors. Avui en dia es comença a impartir amb 14 anys (resolució d'equacions d'una incògnita). L'àlgebra lineal (determinants, resolució de sistemes utilitzant el mètode de Gauss, etc.) s'estudia a segon de batxillerat, amb 17 o 18 anys.

Resolució de sistemes d'equacions lineals. Algorisme de Gauss

Finalment, com a recordatori, donarem una senzilla referència de l'algorisme de Gauss, molt utilitzat per a la resolució de sistemes d'equacions lineals. Cal dir que avui en dia aquest tema es troba en la majoria dels textos de segon curs de batxillerat, així com en tots els llibres

d'àlgebra lineal dels primers cursos de les carreres tècniques i de ciències on s'inclou l'estudi dels sistemes d'equacions lineals.

Donat el sistema d'equacions lineals:

$$\begin{aligned} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n &= b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n &= b_2 \\ a_{31}x_1 + a_{32}x_2 + \dots + a_{3n}x_n &= b_3 \\ \dots & \dots \dots \dots \dots \\ a_{n1}x_1 + a_{n2}x_2 + \dots + a_{nn}x_n &= b_n \end{aligned}$$

S'estableix la matriu ampliada del sistema (en files):

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} & b_1 \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} & b_2 \\ a_{31} & a_{32} & \dots & a_{3n} & b_3 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} & b_n \end{bmatrix}$$

Aquesta matriu es transforma utilitzant operacions elementals amb les files de la matriu, de tal manera que siguin zeros tots els números situats per sota de la diagonal principal de la matriu dels coeficients:

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} & b_1 \\ 0 & a'_{22} & \dots & a'_{2n} & b'_2 \\ 0 & 0 & \dots & a'_{3n} & b'_3 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & a'_{nn} & b'_n \end{bmatrix}$$

La matriu transformada es correspon a un sistema escalonat d'equacions equivalent al sistema inicial:

$$\begin{aligned} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n &= b_1 \\ a'_{22}x_2 + \dots + a'_{2n}x_n &= b'_2 \\ \dots & \dots \dots \dots \dots \\ a'_{nn}x_n &= b'_n \end{aligned}$$

A partir del qual es determinen, successivament, les arrels del sistema d'equacions.

Com a conclusió

Entre els vint-i-un programes d'àlgebra d'ensenyament secundari, publicats entre 1840 i 1919, que han estat objecte d'estudi, el de J. M. Bartrina té unes connotacions especials que ens permeten considerar-lo com un autor «modern». Corroboren aquesta afirmació altres treballs de Bartrina i Capella dels quals ja hem donat compte en anteriors reunions científiques. Avui dia, el mètode d'eliminació de Gauss per a resoldre sistemes d'equacions lineals s'ensenyava als nostres alumnes de batxillerat, encara que no estigui del tot generalitzat. Malgrat això, fa 120 anys que un matemàtic de casa nostra, Josep Maria Bartrina i Capella, ja demanava que aquest mètode s'incloués en els estudis de matemàtiques de secundària.

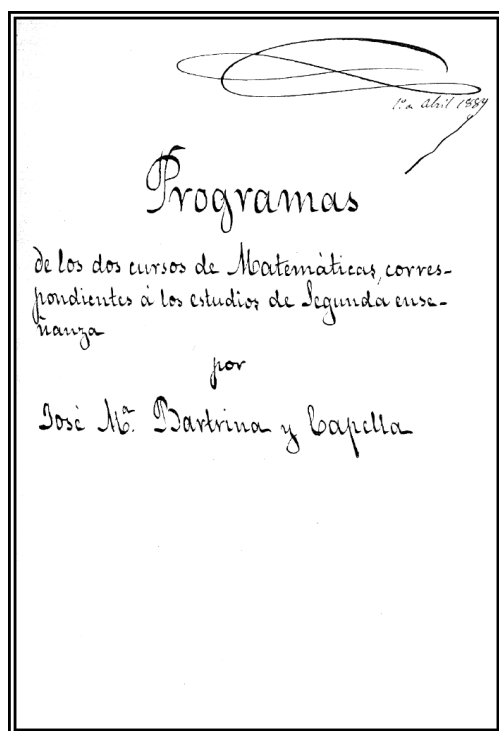


Figura 1. Portada del manuscrit «Programas de los dos cursos de Matemáticas correspondientes a los estudios de segunda enseñanza por José María Bartrina y Capella». Font: AGA-EC, lligall 8000: «Expediente personal de José María Bartrina Capella».



Figura 2. Josep Maria Bartrina i Capella. Font: Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona (fotografia obtinguda per mediació de Fina Fortuny, bibliotecària de la RACAB).

Fonts i bibliografia

ARCHIVO GENERAL DE LA ADMINISTRACIÓN. SECCIÓN DE EDUCACIÓN Y CIENCIA [AGA-EC], lligall 8000: «Expediente de José María Bartrina Capella. Programas de los dos cursos de Matemáticas, correspondientes a los estudios de segunda enseñanza por José María Bartrina y Capella (1885-1889)».

AGA-EC, lligall 5.191: «Expediente para proveer por oposición las cátedras de Matemáticas de los Institutos de Las Palmas y Tapia (1889)».

BERNALTE MIRALLES, A. *et al.* (1988), «Introducción de las geometrías no-euclídeas en España». A: ESTEBAN, M. *et al.* (coord.), *Estudios sobre historia de la ciencia y de la técnica*, Valladolid, Junta de Castilla y León, 969-977.

CABALLER VIVES, M. C. (2006), «El álgebra en la enseñanza secundaria en España (1836-1936)», Departament de Física Teòrica i Història de la Ciència. Universidad del País Vasco-Euskal Herriko Unibertsitatea. [Tesi doctoral dirigida pel doctor J. Llombart Palet]

LLOMBART PALET, J. (1990), «El estudio de las geometrías no euclídeas a comienzos del siglo xx en España. La obra de José María Bartrina y Capella (1861-1946)». A: ESPAÑOL, L. (ed.), *Estudios sobre Julio Rey Pastor (1888-1962)*, Logronyo, Instituto de Estudios Riojanos, 341-352.

MONTANUY FILLAT, M. *et al.* (1993), «La productivitat científica a la Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona (1771-1991): estudi bibliomètric». A: NAVARRO, V. *et al.* (coord.), *Actes de les II Trobades d'Història de la Ciència i de la Tècnica*, Barcelona, SCHCT, 107-113.

PÉREZ DEL PULGAR, J. A. (1913), «Nota bibliográfica de la memoria de la RACAB titulada "Tratado didáctico de las geometrías no euclídeas" de J. M. Bartrina», *Revista de la Real Sociedad Matemática Española*, II, 193-200.

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES (1949), *Nómina del personal académico del año 1948-1949 de la Real Academia de Ciencias i Artes de Barcelona. Reseña necrológica*.

REBIUN (Red de Bibliotecas Universitarias). <<http://www.crue.org>>

SERRET, J. M. (1879), *Cours d'algèbre superieure*, Paris, Gauthier-Villars. 2 v.

VEA MUNIESA, F. (1995), *Las matemáticas en la enseñanza secundaria en España en el siglo XIX*, Saragossa, Universidad de Zaragoza. (Cuadernos de Historia de la Ciencia; 9)

TÉCNICAS DE ENSEÑANZA EN EL TRABAJO ASTRONÓMICO DE JOHANNES KEPLER. LA NUEVA ESTRELLA DE 1604 COMO HERRAMIENTA DE INSTRUCCIÓN

PATRICK BONER

KOMMISSION ZUR HERAUSGABE DER WERKE VON JOHANNES KEPLER,
BAYERISCHE AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

Palabras clave: *astronomía, retórica, Cicerón, Ptolomeo, Nicolás Copérnico, Tycho Brahe, Johannes Kepler*

Teaching Techniques in the Astronomical Work of Johannes Kepler: The New Star of 1604 as an Instrument of Instruction

Summary: *This paper presents a brief rhetorical analysis of Kepler's defence of the Copernican system in his treatise on the new star of 1604, De stella nova (1606).*

Key words: *astronomy, rhetoric, Cicero, Ptolemy, Nicolaus Copernicus, Tycho Brahe, Johannes Kepler*

Introducción

Hoy en día, la retórica se define generalmente como el arte de la persuasión por medio de algún sistema simbólico, pero a principios del siglo XVII tenía una definición más específica. Establecida como una ciencia verbal junto con la gramática y la lógica, la retórica se definía en el currículo universitario del Renacimiento como la práctica de la persuasión estrictamente lingüística (Park & Daston, 2006: 5). Origi-

nalmente empleada en el contexto clásico en el ámbito de la ley y la política, la retórica también era utilizada en la esfera filosófica. Cicerón es un caso paradigmático de un retórico cuyas varias obras resultaron influyentes en las tres esferas de la filosofía, la ley y la política por muchos siglos.

Al principio de su carrera como profesor de retórica en la capital estiriana de Graz, Johannes Kepler (1571-1630) ya estaba íntimamente familiarizado con el tema. Como parte de su currículo teológico en la Universidad de Tübingen, Kepler había estudiado retórica extensamente, instruyéndose en las obras de los autores antiguos, especialmente las de Cicerón. Poco después de aceptar en el año 1600 la oferta de Tycho Brahe (1546-1601) de colaborar en la creación de un nuevo observatorio astronómico patrocinado por el emperador del Sacro Imperio Romano Germánico, Rodolfo II (1552-1612), Kepler redactó una defensa de Brahe en oposición a su adversario implacable, Nicolaus Raimarus Ursus (1551-1600), en la cual organizó su argumento según la forma de retórica judicial exhibida en las oraciones de Cicerón (Jardine, 1984: 74-79; Martens, 2000: 57-58). También Kepler hábilmente empleó tácticas retóricas en su obra más famosa, la *Astronomia nova* (1609), recientemente descrita como «un extenso argumento diligentemente arreglado según las críticas y las preocupaciones de la comunidad astronómica contemporánea» (Voelkel, 2001: 247). No solamente como el autor de informes estrictamente históricos sobre sus descubrimientos pioneros, Kepler es reconocido como un maestro en el arte de la retórica, cuyo amplio repertorio incluye la fabricación de figuras falsas (Donahue, 1988: 217-237).

En la siguiente presentación, propongo un breve análisis sobre la retórica que Kepler utiliza en su exposición sobre la nueva estrella de 1604, el *De stella nova* (1606). El estudio se enfocará específicamente en la manera en que Kepler emplea la nueva estrella como una herramienta retórica en su defensa de la concepción copernicana sobre la constitución del cosmos. En oposición a «la opinión de los antiguos» y a las varias críticas de sus colegas, Kepler reafirma en el *De stella nova* la enorme distancia entre la vía orbital de Saturno y la esfera de las estrellas fijas planteada por Copérnico en el *De revolutionibus orbium coelestium* (1543) (Caspar, 1938: 232). De acuerdo con la concepción copernicana del cosmos, Kepler identifica en la gran distancia entre la esfera de las estrellas fijas y el cuerpo del sol «una proporción de pulcritud y razón» (Caspar, 1938: 234). Además de enfatizar esta proporción matemática, Kepler presenta argumentos físicos a favor del alejamiento de la esfera de las estrellas fijas, tales como la imposibilidad de lo que él llama *la increíble velocidad* que Ptolomeo atribuye a la esfera de las estrellas fijas (Caspar, 1938: 233-234). Tanto en sus argumentos físicos como en sus argumentos matemáticos, Kepler interpreta el aparente alejamiento de la nueva estrella como evidencia convincente de la concepción copernicana del cosmos.

Conjeturas en competencia y la verdad incuestionable del cosmos copernicano

En el capítulo 15 del *De stella nova*, «Sobre la situación de la estrella en el diámetro del mundo», Kepler pretende demostrar que el nuevo astro, cuya magnitud originalmente superó la

de los tres planetas superiores y cuya desaparición fue eclipsada por el sol entre octubre de 1605 y febrero de 1606, «se colocó no sólo más allá de la vía orbital de la luna», sino en la región más remota del cosmos entre las estrellas fijas (Caspar, 1938: 227). Al principio del capítulo, Kepler trata la apariencia de la estrella según la acostumbrada perspectiva geocéntrica, presuponiendo «hipótesis convencionales, que presumen que la tierra está inmóvil y la esfera de las estrellas fijas se rota» (Caspar, 1938: 231). A estas alturas del capítulo, Kepler parece conceder interpretaciones copernicanas sólo como una posibilidad. «Si uno acepta la opinión de Copérnico», Kepler señala en su comparación de conjeturas competentes, el movimiento de la novedad celeste en la esfera de las estrellas fijas se puede entender en términos de la concepción copernicana sobre «la órbita de la luna en torno de la tierra» (Caspar, 1938: 231). El movimiento de la estrella nueva también se puede entender según la concepción braheana del cosmos, en la que los planetas superiores trazan sus órbitas en torno del sol, el cual simultáneamente rota en torno de la tierra fija. A pesar de tales comparaciones, Kepler simplemente sugiere que «esta estrella no pudo ser humilde [*humilis*]» en su distancia de la tierra sin comprometerse con un punto de vista particular (Caspar, 1938: 231).

Sin embargo, el capítulo no concluye antes de que los colores copernicanos del autor se muestren a través del velo ilusorio de objetividad. Enterado de la diferencia dramática entre la magnitud del cosmos planteada por Ptolomeo en el *Almagesto* y las dimensiones esbozadas por Copérnico en el *De revolutionibus orbium coelestium* (1543), Kepler interviene afirmando la última opinión sólo después de identificar la inmensidad casi inconcebible del cosmos copernicano. Dados «los abismos» de la inmensidad del cosmos copernicano, Kepler articula la objeción principal de los oponentes, preguntando «¿hasta qué altura se elevará el astro?» (Caspar, 1938: 231). Tras esta exhibición retórica de inquietud, viene inmediatamente la respuesta. Justo antes de interpretar la carencia casi completa de paralaje observable de la estrella nueva como evidencia incuestionable del enorme alejamiento de la esfera de las estrellas fijas desde la órbita de la tierra, Kepler anticipa la aceptación inminente de la concepción copernicana del cosmos. Explica que las dimensiones «pueriles» de la concepción geocéntrica del cosmos se someterán a la superioridad del sistema heliocéntrico, que correctamente comprueba la magnitud del cosmos.

Pero las distancias que hasta aquí hemos sopesado para el nuevo astro son pueriles, mientras permanecemos en la opinión habitual de la inmovilidad de la tierra... Que nadie estime que este esfuerzo de demostrar algo a partir de la opinión de Copérnico es inútil. Créaseme: esta opinión no sólo se extiende, sino que cobra mucha fuerza entre los filósofos. (Caspar, 1938: 231)

Dentro de un único capítulo, el lector del *De stella nova* procede de un análisis «sobre la inmensa distancia de la estrella del centro de la tierra» a una determinación de la distancia de

la estrella desde la órbita heliocéntrica de la tierra (Caspar, 1938: 227). Puesto que la ausencia casi completa de paralaje observable confirma la colocación del astro en la esfera de las estrellas fijas, lo único que le queda al lector es determinar la distancia precisa de la estrella «de acuerdo con la hipótesis copernicana» (Caspar, 1938: 231). Según Kepler, «todas las observaciones más fiables» han producido una medida de paralaje de menos que dos minutos, «una tercera parte del paralaje de Saturno», el planeta más lejos del sol (Caspar, 1938: 231-232). Kepler acepta la medida de 720.000 radios terrestres como la distancia «desde la tierra hasta el éter más alto de Saturno», por eso concluye que la esfera de las estrellas fijas, colocada «al menos tres veces más lejos que Saturno según la sentencia de Copérnico», mide 2.160.000 radios terrestres desde la tierra, que por su parte mide 1.200 radios terrestres desde el sol (Caspar, 1938: 232). Kepler inmediatamente reconoce la enormidad de estas dimensiones, admitiendo que tal inmensidad permite poca posibilidad de cálculo numérico, sino más bien «contemplación geométrica» (Caspar, 1938: 232). A los ojos del lector, la perspectiva copernicana se convierte en el primario punto de vista, proporcionando la base de todos los cálculos del siguiente capítulo del *De stella nova*, que confirman «la inmensidad de la esfera de las estrellas fijas en la hipótesis copernicana» (Caspar, 1938: 232).

Consolidado como el único sistema de medición aceptable en la determinación de la distancia de la nueva estrella, la concepción copernicana del cosmos es el sujeto de varios argumentos en el capítulo 16, argumentos que explican «cómo están equivocados los detractores copernicanos» (Caspar, 1938: 232). En oposición a aquellos individuos «ofendidos por la inmensidad» del cosmos copernicano, Kepler plantea una serie de explicaciones a favor de la extensión extraordinaria del cosmos, dos de las cuales serán exploradas muy brevemente (Caspar, 1938: 232). Kepler se refiere a la primera de las dos explicaciones como «la proporción de los movimientos de los planetas» (Caspar, 1938: 232-233). Explica que, «en la hipótesis de Copérnico, el globo de Saturno atraviesa en una hora 300 millas germánicas»; el de Júpiter, 400; el de Marte, 600; el de la Tierra, 740; el de Venus, 800, y el de Mercurio, 1.000 (Caspar, 1938: 233). Reconoce en esta relación entre la velocidad de un planeta y su proximidad al sol «una proporción de pulcritud» que, en contraste con la perspectiva geocéntrica, permite que los planetas se configuren por orden de sus distancias respectivas del centro del cosmos. En la segunda explicación, explícitamente física, Kepler resuelve la cuestión de la resistencia del éter al movimiento de la tierra. Si el movimiento de la tierra a una velocidad de «unas mil millas germánicas cada hora» parece increíble, Kepler ironiza que «una trayectoria de mil millas en una hora por el éter es más tranquila que una trayectoria de una milla en una hora por nuestro aire» (Caspar, 1938: 233).

Conclusión

He dado sólo dos casos entre los muchos en los que Kepler defiende la supremacía matemática y física de la concepción copernicana del cosmos. Con estos dos ejemplos he pretendido mostrar cómo Kepler utiliza la determinación de la distancia de la nueva estrella

como herramienta retórica para demostrar la superioridad del sistema copernicano. Esta intención no está oculta, así que aparece delineada en los índices de los capítulos 15 y 16, en los que Kepler se refiere a «la proporción armónica de los movimientos de los planetas en la hipótesis copernicana, que falta en la concepción de Ptolomeo» (Caspar, 1938: 155). Sin embargo, es sólo al final del capítulo 15 que encontramos la verdadera intención del autor: una clara y explícita defensa del sistema copernicano.

Bibliografía

CASPAR, M. (ed.) (1938), *Johannes Kepler Gesammelte Werke*, vol. 1, Munich, C. H. Beck.

DONAHUE, W. H. (1988), «Kepler's fabricated figures. Covering up the mess in the *New astronomy*», *Journal for the History of Astronomy*, **19** (4), 217-237.

JARDINE, N. (1984), *The birth of history and philosophy of science. Kepler's A defence of Tycho against Ursus with essays on its provenance and significance*, Cambridge, Cambridge University Press.

MARTENS, R. M. (2000), *Kepler's philosophy and the new astronomy*, Princeton, Princeton University Press.

PARK, K.; DASTON, L. (ed.) (2006), *The Cambridge history of science*, Cambridge, Cambridge University Press.

VOELKEL, J. R. (2001), *The composition of Kepler's *Astronomia nova**, Princeton, Princeton University Press.

LA ACADEMIA DE MATEMÁTICAS DE BARCELONA: ILUSTRACIÓN E INQUISICIÓN A FINALES DEL SIGLO XVIII

JUAN RIERA PALMERO; LUIS RIERA CLIMENT
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID.

Palabras clave: *matemáticas, siglo XVIII, Inquisición, España*

The Academy of Mathematics of Barcelona: Enlightenment and Inquisition at the end of de 18th century

Summary: *Study of the inquisitorial censure in the Academy of Mathematics of Barcelona at the end of the eighteenth-century.*

Key words: *mathematics, XVIIIth century, Inquisition, Spain*

La ciencia española del siglo XVIII, y de forma singular el cultivo del saber matemático, contaron con un decidido apoyo a partir de la entronización de los Borbones. En nuestra comunicación nos referiremos de forma sucinta a la Academia de Matemáticas de Barcelona (1739), cuya ulterior andadura sufrió diversas vicisitudes, una de las cuales centra el motivo de nuestra actual aportación.

El ramo de la Secretaría de Guerra y Marina, bajo el organigrama del Gobierno borbónico, llevó a cabo una labor de creación de nuevas instituciones, bajo el patronazgo real y con vinculación militar, como fueron las academias de matemáticas; una de las más importantes fue la de Barcelona. Este fue uno de los numerosos centros que, en forma de

academias para formar a los militares, en otros casos reales colegios, contaron con medios materiales para llevar a cabo su labor docente. Entre los medios deben citarse las fuentes bibliográficas, libros, enciclopedias y publicaciones periódicas, a fin de elevar el nivel de formación de los cadetes y militares españoles. Como centros deben incluirse, entre otros, el Observatorio de la Armada de Cádiz, las academias de matemáticas de Barcelona y Cádiz o la Academia de Artillería de Segovia. Existieron, asimismo, academias de matemáticas en Madrid, Orán, Zamora y Ocaña, entre otras. De carácter militar fue la famosa Academia de Segovia, donde el interés en la artillería implicaba unos conocimientos matemáticos y técnicos de enorme amplitud. No podemos olvidar la Escuela de Mareantes y el Colegio de San Telmo de Sevilla, o incluso el Seminario de Vergara de la Real Sociedad Vascongada o los Estudios de San Isidro de Madrid, centros, como las universidades, con rasgos propios y diferenciados de la Secretaría de Guerra y de la de Marina. Las instituciones borbónicas de cuño militar, la Armada y el Ejército de Tierra, organizaron y formaron estos cuerpos contribuyendo al cultivo de las matemáticas en la España del siglo XVIII (Riera, 1975; Capel, 1988). En estas instituciones antes citadas se impartieron, según novedosos planes de enseñanza, estudios de ciencias físico-matemáticas, química, hidráulica y tecnología. Contrasta la carga lectiva y las materias impartidas con los planes de estudios de las desfasadas universidades, en muchas de las cuales estas disciplinas científicas recibieron escasa atención. El papel cumplido por la Secretaría de Guerra y la de Marina de la España borbónica fue decisivo en el proceso de modernización de la ciencia y la tecnología en nuestro ámbito cultural. Estos centros significaron la incorporación de España al movimiento de la ciencia y tecnología de la Ilustración, proceso que alcanzó su momento más brillante sobrepasada la primera mitad del siglo XVIII.

El último tercio del siglo xviii

Los últimos años del reinado de Carlos III significaron un momento de auge de la Ilustración en España. A la muerte del monarca, en 1788, nada hacía sospechar el giro que supondría la Revolución Francesa de 1789 en orden a suscitar una reacción anti-ilustrada. Aunque en 1784 el secretario de Estado, el Conde de Floridablanca, parecía mostrar una mayor preocupación por la entrada en España de libros franceses, ello no vaticinaba un cambio radical de las dimensiones operadas tras la Revolución de 1789 y la caída de la monarquía en Francia. En los últimos años del reinado de Carlos III, es cierto que Floridablanca mostró una actitud más vigilante, inquietado por las ideas que llegaban del vecino país. Este cambio inicial se tradujo en una serie de medidas legales y una mayor vigilancia. Sin embargo, como se ha señalado reiteradamente, desde 1790 el clima político modificó la actitud de la Secretaría de Estado abriendo una barrera protectora para impedir la entrada en España de las ideas revolucionarias.

Desde el decenio anterior, a partir de 1780, Floridablanca, no fiándose de la vigilancia de la Inquisición para frenar la entrada de propaganda, libros y publicaciones sospechosas, pro-

yectó una serie de medidas con el propósito de detener la entrada de textos impregnados de ideología revolucionaria. Algunas competencias gubernativas, hasta ahora dependientes del Consejo de Castilla, pasaron a depender, desde 1789, de la Secretaría de Estado. El edicto de Floridablanca, dado el 12 de agosto de este mismo año, prohibía la impresión y difusión de cualquier libro relativo a la Real Familia, sin la expresa autorización de Carlos IV.

El Consejo de Castilla quedaba obligado, en su caso, a remitir a la Secretaría de Estado todos los impresos. Esta medida cautelar suponía la instauración de dos censuras gubernativas de los textos impresos, la de la Cámara de Castilla, como hasta ahora, y además la de la Secretaría de Estado. Estas medidas legales eran clara muestra del temor de Floridablanca. Con estas disposiciones legales, el secretario de Estado de Carlos IV pretendía impermeabilizar a España de las influencias ideológicas de la Revolución Francesa.

El expurgo de la Academia de Barcelona

En cumplimiento de la R. O. de Su Majestad, el inquisidor general, Agustín Rubín de Ceballos, a la sazón obispo de Jaén (1780-1793), procedió a su censura, redactando una lista de los libros prohibidos o mandados expurgar, para que a su vista determinase Carlos IV las providencias oportunas. El propósito del monarca, como refieren las fuentes documentales, era que se recogiesen «no sólo los (libros) prohibidos de aquellas escuelas (de Matemáticas de Barcelona), sino los que hubiese en las demás del Ejército y Marina tanto en España, como en las Indias, y mui fácil esta ejecución por el mismo medio de las relaciones de quantos en ella existan, con la formalidad que se ha practicado en las de Barcelona» (Archivo General de Simancas, Guerra Moderna, leg. 5895). Es claro, por lo tanto, aunque no dispongamos de referencias más pormenorizadas, que el expurgo de 1790 debió afectar a todos los fondos y bibliotecas del ramo de la guerra, entre las cuales figuraban los reales colegios de cirugía, como posiblemente el de San Carlos de Madrid. El deseo real estaba motivado «para precaver de esta suerte todo riesgo de que se esparza entre los militares la doctrina y máximas perniciosas que contienen semejantes libros en perjuicio de las buenas costumbres, sana moral y verdadera religión». En este sentido, cabe concluir que el expurgo de 1790 afectó a las academias pertenecientes al ramo de guerra y marina.

De acuerdo con los motivos expresados, la Academia de Matemáticas de Barcelona llevó a cabo la realización de un cuidado inventario de los fondos bibliográficos y materiales de qué disponía. El documento consultado en el Archivo de Simancas lleva por título «Relación y estado general de los libros, instrumentos, modelos, muebles y efectos que corresponde a S. M. y que se han hallado existentes en la Real Academia Militar de Barcelona». Este reconocimiento fue llevado a cabo por el coronel e ingeniero segundo D. Félix de Arriete, con asistencia de todos los ayudantes de la Academia y del ayudante ingeniero D. Miguel Taramas. A través del «inventario» de libros y manuscritos de esta Academia de Matemáticas de Barcelona, quedaron prohibidos o mandados expurgar por el inquisidor general, dijo Agustín Rubín de Ceballos, más de un centenar de volúmenes, que respondían a temas y au-

tores del siglo XVIII. Figuran, por su amplitud e importancia, en primer lugar, las *Actas de Leypzick* (sic en el original), cuyos noventa y cuatro tomos quedaron tajantemente prohibidos. Muy significativa es la presencia en esta academia militar de Barcelona de la *Encyclopedie, ou Dictionnaire Raisonné des Sciences, des Arts, et des Metiers*, de Denis Diderot y D'Alembert, con veintiocho volúmenes, obra que, según ordenaba la bula de Clemente XIII, debía ser quemada. De este modo, de la *Encyclopedie*, que era obra prohibida, sólo se permitía la consulta de los volúmenes en los que se hallaban las colecciones de instrumentos técnicos y científicos, en orden a las exigencias docentes de la Academia de Matemáticas de Barcelona a los militares cadetes. Esta excepción no era azarosa, como se dijo, sino que la censura gubernativa e inquisitorial de 1790 respondía al temor del ideario revolucionario francés de 1789, cuyas raíces se hundían en el enciclopedismo de Diderot y D'Alembert. El resto de los libros censurados o expurgados era de menor cuantía; por ejemplo, del conde de la Sage, *Les reveries ou l'Arte de la Guerre*, quedaba expurgado solamente, y como apéndice a la obra anterior, un breve opúsculo de la *Propagation de l'espece humaine*, el cual se hallaba prohibido. De Moreri, en cambio, sólo se expurgaba una página, la 169, de la obra *Supplement au Gran Dictionnaire Historique*, impreso en París en 1725, mientras que de Hugo Grotius se prohibía la obra *Le Droit de la Guerre, et de la Paix* en su totalidad.

Las prohibiciones inquisitoriales se hicieron, asimismo, a una serie de obras, como las correcciones que se ordenaban, según el expurgatorio, de la obra de Chevigni *La Science des Persones de la Cour de l'Epée, et de la Robe*, o de la de D'Alembert, prohibida, también, *Mélanges de Literature de Histoire, et de Philosophie*. Muy significativa es la prohibición de un catálogo bibliográfico, no por su contenido conceptual o ideológico, sino más bien porque, refiere la Inquisición, que estos catálogos suelen contener la nomenclatura de muchos libros malos, y se debe mandar estén reservados, y custodiados de los que no los necesiten. Es clara la intención gubernativa e inquisitorial, actuando al unísono, de someter a censura, evitando su difusión de noticias o referencias a posibles libros sospechosos de difundir ideas revolucionarias o contrarias a la fe cristiana. En este sentido, resulta coherente la clara prohibición de la *Historia Civil de España* de Belando. Conviene añadir que tan sólo tres textos científicos fueron expurgados: el *Tratado de la Esfera (De Sphaerae)* del autor medieval Juan de Sacrobosco; incluso sorprende el expurgo parcial, si se quiere, del *Atlas Minor* de Gerardo Mercator; de Lansberge, cuyas obras científicas eran prohibidas en su totalidad, excepto una, se cita su aportación *Les tables perpetuelles des Mouvements celestes*.

Aunque en principio se trata de un claro exponente de la actitud inquisitorial en España a finales del siglo XVIII, la relación con los incidentes revolucionarios en Francia a partir de 1789 parece indudable. Sin embargo, la censura actuó con cierta moderación, en el caso de la biblioteca de la Academia de Matemáticas de Barcelona, puesto que fueron escasas las obras censuradas, menos las expurgadas, siguiendo en buena medida accesible a la consulta y estudio su amplia y riquísima biblioteca científica. El expurgo y prohibición de la enciclopedia francesa no suponían una insuperable dificultad para la actividad docente y científica de la

Academia. Valorada en su conjunto, esta academia militar de Barcelona, desde 1715 hasta los primeros lustros del siglo XIX, muestra un claro y ascendente influjo de la mejor bibliografía científica y matemática europea de la Ilustración. En su valoración global, esta institución militar es un claro exponente de la mejor ilustración de la ciencia española del siglo XVIII.

Debemos considerar esta academia como centro que mantuvo una continuada comunicación con Europa, pese al incidente gubernativo e inquisitorial de 1790. La Academia de Matemáticas de Barcelona contó en su seno con la presencia de numerosos profesores de origen extranjero; asimismo, en su biblioteca no faltó la presencia de la mejor ciencia europea del momento. También algunas publicaciones, incluidas en el índice de libros prohibidos, sabemos que circularon entre sus profesores. Desde el punto de vista de la eficacia, es claro que la difusión a nivel minoritario de textos, en principio prohibidos, no fueron motivo de tajante prohibición entre los profesores de la Academia. Este dato es revelador de como los centros superiores dependientes del ramo de guerra o marina, como fue el caso de la Academia de Artillería de Segovia o las de matemáticas de Cádiz y Barcelona, entre otras, tuviesen acceso a publicaciones que, pese a su prohibición, por el alto interés científico fueran adquiridas por la Corona, en orden a una mejor preparación de los ingenieros militares en las ramas de la ciencia y tecnología. Esta fue la tónica que dominó a lo largo de la centuria, salvo el expurgo de 1790, en consonancia con las luces y el influjo de clara resonancia francesa. Conocemos la presencia y disponemos de los catálogos y precios de las adquisiciones realizadas a lo largo del siglo XVIII de libros y revistas por la Academia de Barcelona, cuya enumeración no podemos espigar en esta sucinta comunicación. En este sentido, sabemos que en 1738, unos decenios tras la fundación de la Academia, Pedro Lucuze, a la sazón director de la Academia, solicitaba la compra de instrumental, cuyo costo ascendía a 22,225 reales. Este interés en favor de libros e instrumental científico extranjero, de preferencia de París y Londres, fue una constante en las instituciones y academias militares y de la marina en la España borbónica. Semejantes referencias pueden rastrearse en las academias de Cádiz y Orán, y en las de Ceuta y Zamora, y otras como la del Puerto de Santa María. Asimismo, la compra de libros y material científico traído de Francia puede detectarse en la Sociedad Matemática de Madrid, en la de Guardia de Corps o en la Academia de Artillería de Segovia.

Muy significativas son las referencias documentales que hemos podido espigar de Barcelona, en cuya Academia de Matemáticas se fueron adquiriendo fondos hasta constituir una selecta biblioteca para el estudio y enseñanza de estas disciplinas y las afines. Esta academia militar se instaura apenas finalizada la Guerra de Sucesión, ya que en 1715 abría sus puertas para la formación militar. La enseñanza iniciada en 1715 se prolongó hasta el siglo XIX, excepto durante la Guerra de los Pirineos (1793-1795), cuando por imperativos bélicos suspendió su actividad docente.

El fondo bibliográfico de la Academia de Matemáticas de Barcelona, en el momento de su expurgo en 1790, se elevaba a 2.030 volúmenes, cifra estimable, ya que se trataba de una

biblioteca especializada en estas ramas de la ciencia pura y aplicada. Comprendía, de preferencia, textos matemáticos, geográficos, astronómicos y de carácter eminentemente técnico y militar. Sin lugar a dudas, tanto las academias de Cádiz y Segovia, como la de Barcelona, contaron con excelentes fondos bibliográficos en los años finales del siglo XVIII, siendo posiblemente Segovia la más voluminosa e importante a juzgar por los libros y publicaciones que han llegado hasta nuestros días.

La biblioteca de la Academia de Barcelona quedaba regulada en su organización y funcionamiento por las ordenanzas de 1739, y nuevamente en las de 1751, en las que se disponía sus necesidades, fines y exigencias. La adquisición de libros y el incremento de sus fondos fue muy rápido a partir de los años centrales de la centuria. En 1760, gracias a los inventarios, sabemos que contenía unos 1.500 volúmenes, cifra que en 1790 superaba los 2.000. Estas referencias figuran en el inventario realizado antes de proceder al expurgo inquisitorial de los libros prohibidos en la fecha antes señalada.

Estas bibliotecas de carácter científico y técnico son de enorme interés al testimoniar la comunicación de nuestros profesionales y técnicos con la ciencia europea de la Ilustración. La Revolución Francesa supuso un revés en el proyecto europeizante que habían trazado los Borbones, sobre todo Carlos III. Aunque por razones de concisión no podamos ofrecer un listado completo de sus fondos, conviene señalar que figuraban obras de arquitectura, matemática pura y aplicada, historia natural y química, metalurgia, tecnología, hidráulica, enciclopedias científicas, obras de ingeniería militar, y otras ramas del conocimiento humano. Encontramos obras y autores tan representativos del siglo XVIII como Christian Wolff, D'Alembert, Pluche y otros muchos. Podemos constatar la existencia de las grandes síntesis de la ciencia moderna, desde Euler, Newton, Descartes y Locke, hasta las leídasimas obras de autores españoles como Tosca o Corachán. Hay que subrayar que en el fondo bibliográfico de la Academia de Barcelona se hallaban presentes las grandes enciclopedias de las ciencias y de las artes, como es el caso de la *Histoire et Mémoire de l'Académie Royale de Sciences de Paris* (1666-1874) con un total de 104 volúmenes. Asimismo, las *Actas* de los eruditos de Leipsick se dijo que fueron expurgadas. Deben citarse los *Novi comentarii Academiae Scientiarum Ymperialis Petropolitanae* (1747-1770), que comprendía 16 volúmenes, o la famosa colección inglesa *Philosophical Transactions*, en 23 volúmenes.

Entre los fondos seleccionados, deben citarse el *Journal des Beaux Arts* (78 volúmenes) y sobre todo las *Memoires pour l'Histoire des Sciences* (1701-1767), esta última con sus 254 volúmenes contenía una información e interés excepcional. Esta biblioteca y su expurgo en alguna medida explican el proceso de comunicación con la ciencia y técnica europea hasta finales del siglo XVIII. El expurgo de 1790 sólo afectó a una mínima parte del valioso fondo científico de la Academia de Matemáticas de Barcelona, pero era la premonición del comienzo del siglo XIX y el hundimiento del alto nivel alcanzado en la Ilustración. En buena parte, el pánico de Floridablanca con motivo de la Revolución Francesa iniciaba un movimiento anti-ilustrado en España que acabará con las expectativas despertadas en el siglo XVIII.

Bibliografía

CAPEL, H. *et al.* (1988), *De Palas a Minerva: la formación científica y la estructura institucional de los ingenieros militares en el siglo XVIII*, Barcelona, Serbal.

RIERA PALMERO, J. (1975), «L'Acadèmia de Matemàtiques a la Barcelona il·lustrada (1715-1800)», *Actes del II Congrés Internacional d'Història de la Medicina Catalana*, Barcelona, [s. n.], 73-128.

L'ENSENYANÇA DE L'ASTRONOMIA A BARCELONA. PERÍODE 1589-1964

M. ASSUMPCIÓ CATALÀ POCH;¹ TRINI CADEFÀU SURROCA²

¹ DEPARTAMENT D'ASTRONOMIA I METEOROLOGIA, UNIVERSITAT DE BARCELONA.

² IES PERE BORRELL, PUIGCERDÀ.

Paraules clau: *astronomia, cosmografia, estudis superiors a Barcelona (segles XVI al XX)*

Teaching of Astronomy in Barcelona (period 1589-1964)

Summary: *This is an advance of a study that we are doing about the teaching of Astronomy in Barcelona from 1589 to 1964.*

Key words: *astronomy, cosmography, superior schools in Barcelona*

Donem un avanç de l'estudi que estem fent sobre l'ensenyança de l'astronomia a Barcelona durant el període que va de 1589 a 1964, ensenyança vinculada principalment a quatre institucions: la Universitat, el Col·legi de Cordelles, la Reial Acadèmia de Ciències i Arts i la Junta de Comerç amb l'Escola de Nàutica.

En virtut d'un privilegi del rei Jaume II de l'1 de setembre de 1300 i una butlla del papa Bonifaci VIII, s'estableix a Lleida el primer estudi general amb ensenyances que podem considerar ja universitàries, i es prohibeix que en cap més lloc de Catalunya es puguin impartir aquests ensenyaments. Com a resultat d'aquesta política restrictiva,

fins a la darrereria del segle xv no hi hagué a Barcelona altres ensenyaments de rang universitari que els que es donaven en convents i escoles particulars.

El rei Martí l'Humà, tot i l'oposició dels consellers, aconseguí la fundació a Barcelona d'un Estudi de Medicina i Arts, al qual concedí el 1401 les mateixes prerrogatives que al de Montpeller, fundat l'any 1289.

Aquest Estudi va funcionar d'una forma autònoma durant tot el segle xv. En arts, entre altres matèries, s'estudiaven els texts d'astronomia manejats pels astrònoms de l'època: *L'Esfera* de Sacrobosco, que s'utilitzà com a llibre de text fins a finals del segle xvi a totes les universitats europees, i un «Compendi» de Robert de Grosseteste, els quals constituïen una síntesi bastant aconseguida de les obres d'astronomia de Fargani, Battani i Alhacen, conegudes a través de les versions arabigollatines realitzades a Espanya (Vernet, 1978).

Després de moltes vicissituds i de privilegis atorgats per un rei i revocats per un altre, arribem l'any 1533 a l'establiment definitiu dels estudis universitaris sota el regnat de Carles I. Poc a poc, en aquests estudis es van inaugurant diferents càtedres, i l'any 1559 es converteixen en un estudi general de totes les facultats. Eren totalment sotmesos a l'autoritat de la ciutat i del seu consell, i conegueren una època d'extraordinari esplendor, tenint-hi càtedra diversos erudits de fora del país. El 1589 s'introdueix una càtedra en Aritmètica i Cosmografia, precisament quan a la Universitat de Salamanca es dona cabuda opcional, en els programes d'astronomia al sistema copernicà, la qual cosa fa suposar que a Barcelona s'explicaria també Ptolemeu i Copèrnic a elecció dels oients, com es feia a Salamanca (Romañá, 1944).

Els estudis generals, en constants modificacions, visqueren fins al començament del segle xviii, quan la reforma universitària transferí tots els estudis superiors a Cervera. Això va propiciar que, davant la impossibilitat de tornar a tenir universitat a Barcelona, la ciutat es dotés de tot un seguit de noves institucions d'ensenyament. D'entre aquestes, trobem el Col·legi de Cordelles, creat l'any 1593, sota la protecció reial, per Miquel de Cordelles, complint l'encàrrec testamentari del seu oncle, el canonge Jaume de Cordelles, el qual el 1572 n'havia redactat els estatuts. Estava situat a la Rambla, al costat del Col·legi de Betlem dels jesuïtes, als quals els oferiren la direcció. Es formà una comunitat de jesuïtes, independent de la de Betlem, constituïda per disset professors que ocupaven les càtedres en Gramàtica i Retòrica, Filosofia Escolàstica-Suarista, Filosofia Moral, Geografia i Llengua Francesa.

Quan la universitat fou traslladada a Cervera, a Cordelles hi subsistí l'ensenyament de filosofia, i l'any 1757 hi fou creada la Càtedra en Matemàtiques, encarregada al jesuïta Tomàs Cerdà, el qual, entre 1756 i 1765, impartí matemàtiques aplicades i física experimental: mecànica, òptica i astronomia. A la Real Academia de Historia de Madrid es conserven diversos manuscrits, que no va arribar a publicar, entre els quals figura un «Tratado de astronomía» (1760) que va explicar a Barcelona, el contingut del qual ha sigut estudiat per Lluís Gassiot (Gassiot, 1995).

Amb l'expulsió dels jesuïtes l'any 1767, el bisbe Climent cedí la direcció del Col·legi de Cordelles al rector del Seminari Tridentí o Col·legi Episcopal de Barcelona. Llavors, a causa de l'existència dels drets de patronat, sorgiren conflictes i, tot i que la docència fou encomana-

da a seglars, el col·legi va anar perdent prestigi fins que de les classes de ciències se'n feu càrrec la institució fundada l'any 1764 amb el nom de Conferencia Físico-matemàtica Experimental per un grup de deixebles de Tomàs Cerdà, a la qual més endavant una reial cèdula de Carles III li atorgà el títol de Reial, i per Reial Cèdula del 12 de desembre de 1770 fou elevada a Real Academia de Ciencias Naturales y Artes, la qual es quedarà, de moment, amb la dotació i l'aula de matemàtiques de la Real Conferencia. L'any 1796 se li cedeix l'edifici que, reconstruït el 1887 per l'acadèmic Domènec i Estapà, ocupa la institució que l'any 1892 adoptà el nom de Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona (Iglesias, 1964).

A l'octubre de 1803 Agustí Canellas, recent ingressat a l'Acadèmia, es va oferir per donar-hi gratuïtament classes de cosmografia, la qual cosa se li va concedir. Al mes següent d'haver-les iniciat, demanà que li comprassin una esfera armil·lar. Era matemàtic i astrònom, pertanyia a l'orde dels trinitaris calçats i havia estudiat a l'Escola de Nàutica de Barcelona. Publicà *Elementos de Astronomía Náutica* (Barcelona, 1816), text que va esdevenir de referència durant anys. A més d'ensenyar cosmografia a l'Acadèmia, també ho feia al convent dels trinitaris on vivia (Puig-Pla, 2001). En ser designat, el 1806, director de l'Escola de Nàutica de la Junta de Comerç de Barcelona, fou nomenat titular de la Càtedra en Matemàtiques i Cosmografia Joan Gerard Fochs, que era canonge de la catedral de Barcelona, i ocupà aquesta Càtedra fins que va morir l'any 1821 (Barca, 1993). Quan va morir Fochs, l'Acadèmia va nomenar catedràtic en Cosmografia Pere Martir Armet, el qual per impartir les seves lliçons seguia l'obra de Benet Bails *Elementos de Matemáticas, tomo VIII, Astronomía Física* (Madrid, 1772), que introdueix de ple l'obra de Newton. L'Acadèmia fou clausurada des del desembre de 1824 fins al desembre de 1833 a causa de les seves activitats durant el període constitucional, però les classes de matemàtiques i cosmografia continuaren a càrrec de Gallarda i Armet en els locals de la Junta de Comerç (Barca, 1996).

En aquesta època es donaven també classes d'astronomia al Col·legi Benedictí de Sant Pau del Camp, com ho prova l'encàrrec que el seu abat Joan de Safont fa al constructor d'instruments científics Francesc Arau d'una esfera copernicana, que comprenia les òrbites d'alguns cometes, per a ús didàctic. El 1835, en virtut de la desamortització de Mendizábal, Safont es veu obligat a abandonar aquestes classes que acull l'Acadèmia, la qual aprofita aquest esdeveniment per crear deu càtedres més, entre elles la d'Astronomia, de la qual s'encarregaria Onofre Jaume Novellas, que s'havia format a l'Escola de Nàutica de la Junta de Comerç, on fou deixeble de Canellas, al qual succeí com a catedràtic, exercint una important tasca docent tant en matemàtiques com en astronomia (Barca, 2005).

Després de laboriosíssimes negociacions dutes a terme per l'Ajuntament de Barcelona, pendents sempre de les oscil·lacions de la política, el 1845 es va restablir definitivament la Universitat de Barcelona com a única a Catalunya. L'any 1857 la Llei Moyano crea les facultats de ciències.

La nova estructuració de l'ensenyament afectà l'activitat docent de l'Acadèmia. Alguns professors van passar a donar classes a la Universitat, altres alternaren les de l'Acadèmia amb

les de la Universitat, com Llorens Preses, que durant quatre cursos fou encarregat de matemàtiques i de geografia astronòmica i física (Vernet, 1978; Puig-Pla, 2005).

Cap al 1880, Eduardo Lozano y Ponce de León, catedràtic en Física i professor d'astronomia de la Universitat de Barcelona, va fundar, junt amb d'altres, la Sociedad Protectora de las Ciencias, que tenia com a objectiu completar els ensenyaments que no s'impartien a les universitats de l'Estat. L'Acadèmia va allotjar les classes de diverses càtedres creades per iniciativa d'aquesta societat, de les quals la primera fou la d'Astronomia, que va ser atorgada a Eduard Fontserè, qui en aquell moment era ajudant de Ponce de León a la Universitat. Quan Fontserè es fa càrrec d'aquests ensenyaments, la Càtedra esdevé el principal focus acadèmic en el camp de l'astronomia a Catalunya. Les classes es van prolongar durant uns dotze anys i hi van assistir un nombre apreciable del que eren o serien més endavant importants personalitats científiques: Comas i Solà, Paulí Castells, Esteve Terradas, etc. (Roca, 1995).

L'any 1874, la Universitat de Barcelona estrena l'edifici que ara en diem *edifici històric*, bussejant en l'arxiu del qual he deduït que l'any 1867 existia l'assignatura de cosmografia que s'impartia a la Facultat de Filosofia i Lletres, formant part de l'assignatura «Geografia astronómica y física». No és fins al novembre de 1877 que s'encarrega la cosmografia a Joaquín Riquelme Laín-Calvo, catedràtic en Geometria Analítica i encarregat de geodèsia, el qual sol·licita al Ministeri de Foment que l'assignatura de cosmografia passi a formar part de les ensenyances de la Facultat de Ciències. L'astronomia queda, a partir de 1878, adscrita als ensenyaments de matemàtiques i física de la Facultat de Ciències. Després de canviar de nom i de professors varies vegades, el febrer de 1898 és nomenat catedràtic en Cosmografía y Física del Globo Ignacio Tarazona y Blanc, la incorporació del qual suposa un canvi radical en l'ensenyança de l'astronomia, i li dona un impuls tal que permetrà a successives generacions assolir un alt nivell dins la comunitat astronòmica internacional. Acumula a la Cosmografia la Càtedra en Astronomía Esférica y Geodesia, explica seguint el text *Astronomía esférica* de F. Brunov (1869) traduït al castellà, promou la fundació de l'Observatori Astronòmic de la Facultat de Ciències i aconsegueix la instal·lació al jardí de la Universitat d'un telescopi equatorial Grubb de 12 cm d'obertura i 1,72 m de distància focal. El 1906 passa a la Universitat de València, permutant amb Àngel Berenguer, que continua amb la mateixa política fins que es jubila l'any 1931. El 1932 li tornen a Fontserè la Càtedra en Geodèsia i Astronomia que havia guanyat per oposició l'any 1899, a la qual s'acumula la docència de geofísica. Fontserè encarrega la docència de l'astronomia i geodèsia a Joaquín Febrer Carbó, que ja l'exercia de professor auxiliar des de 1921, i ell es queda amb la de meteorologia i geofísica. Febrer, que l'any 1945 va guanyar per oposició les càtedres d'Astronomía General y Topografía i Astronomía Esférica y Geodesia, va exercir de professor a la Universitat de Barcelona fins a la seva jubilació l'any 1963. Des del 1945 al 1960 va estar encarregat de les pràctiques Juan J. de Orús Navarro, que va guanyar per oposició les mateixes càtedres que Febrer havia deixat quan es va jubilar. Del 1960 al 1964 les pràctiques anaren a càrrec de qui subscriu.

Bibliografia

- BARCA, F. X. (1993), «La Càtedra de Matemàtiques de la Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona (1766-1870). Més de cent anys de docència de les Matemàtiques», *Actes de les II Trobades d'Història de la Ciència i de la Tècnica*, Barcelona, SCHCT, 91-105.
- (1996), «Els ensenyaments de la Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona: una alternativa a la Universitat», *Actes de les IV Trobades d'Història de la Ciència i de la Tècnica*, Barcelona, SCHCT, 35-44.
- (2005), *Onofre Jaume Novellas i Alavau (Torelló, 1787- Barcelona, 1849). Matemàtiques i astronomia durant la revolució liberal*, Barcelona, SCHCT, 69 p. (Col·loquis d'Història de la Ciència i de la Tècnica; 4)
- GASSIOT, L. (1995), «El P. Tomàs Cerdà S. J. i la introducció del pensament newtonià a Barcelona», *Actes de les III Trobades d'Història de la Ciència i de la Tècnica*, Barcelona, SCHCT, 247-251.
- IGLESIAS, J. (1964), «La Real Academia de Ciencias Naturales y Artes en el siglo XVIII», *Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona* [Barcelona], vol. 36, p. 707.
- PUIG-PLA, C. (2001), «Nàutica, geodèsia i cartografia a la Catalunya de començaments del segle XIX. Les aportacions d'Agustí Canellas (1765-1818)». [Article que s'inscriu dins del projecte «Tècnica, ciència e industrialització en la Catalunya contemporànea (1700-1975)» del Ministeri de Ciència i Tecnologia (BHA 2001-1393)]
- (2006), «Activitat astronòmica i meteorològica de Llorens Preses al segle XIX», *Actes de la Primera Jornada d'Història de l'Astronomia i de la Meteorologia*, Vic, SCHCT, 109-118.
- ROCA, A. (1995), «Eduardo Fontserè i Riba (Barcelona 1870-1970)», *Ciència i tècnica als Països Catalans: una aproximació biogràfica als darrers 150 anys*, Barcelona, Fundació Catalana per a la Recerca, 861-908.
- ROMAÑA, A. (1944), «La difusió del sistema de Copèrnic», *Euclides*, **IV**, 35-36, 6-8.
- UNIVERSITAT DE BARCELONA, Arxiu Històric.
- VERNET, J. (1978), «Un acadèmic de la Reial Acadèmia de Ciències de Barcelona i la Ciència a la Barcelona romàntica (regnat d'Isabel II)», *Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona* [Barcelona], 792, vol. 44, 7, 167-187.

QUADRATURA I TRISECCIÓ A LA BARCELONA VUITCENTISTA

FRANCESC X. BARCA SALOM
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA.

Paraules clau: *matemàtiques, quadratura del cercle, trisecció de l'angle, Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona, Junta de Comerç de Catalunya, segle XIX*

Squaring and trisecting in the XIX century in Barcelona

Summary: *The doubt surrounding the resolution of three classical problems of Greek geometry (doubling the cube, trisecting an angle and squaring the circle) that had puzzled mathematicians for centuries was cleared up in the XIX century. Nevertheless during this time, some enthusiasts endeavoured to solve squaring the circle or trisecting an angle with ruler and compass and presented their findings at different scientific institutions. This paper examines the reports presented at the Royal Academy of Arts and Sciences of Barcelona and at the Board of Commerce of Catalonia in order to gain some insight into the diffusion of scientific discoveries between the enthusiasts and the academicians.*

Key words: *mathematics, squaring the circle, trisecting an angle, Royal Academy of Arts and Sciences of Barcelona, Board of Commerce of Catalonia, XIX century*

Els tres problemes especials de la geometria grega

La ciència grega ens va llegar tres problemes que van ocupar en major o menor mesura l'interès dels matemàtics i dels aficionats a les matemàtiques al llarg dels segles: la duplicació del cub, la quadratura del cercle i la trisecció de l'angle. Al segle XIX, Pierre Wantzel va provar que només admetien solució amb les eines euclidianes aquells problemes els resultats dels quals fossin expressables mitjançant funcions algebraïques quadràtiques (Lapparent, 1895: 133-135). Així, tant la tri-

secció com la duplicació resultaven irresolubles amb regla i compàs perquè la seva solució depenia d'una equació de tercer grau. La quadratura, en canvi, era un problema d'una altra natura, ja que estava lligat al número π . El 1761, Lambert ja havia provat la irracionalitat de π i al 1882 Lindeman va demostrar la transcendència del nombre π (Puig Adam, 1958: 297-302; Baker, 1979: 5-8; Jones *et al.*, 1992:115-153). Des d'aleshores havia de ser evident que no era possible la resolució dels tres problemes amb regla i compàs.

Els primers intents de la quadratura del cercle cal anar a buscar-los en un altre problema similar, la quadratura de les lúnules que va fer creure que la quadratura del cercle era possible. Per la mateixa època, el sofista Antifó i el socràtic Brisó van fer els primers intents. Un segle més tard, Hípies d'Elis (c. 450 aC) va inventar la quadratriu que Dinostat (c. 350 aC) va utilitzar per quadrar el cercle (Loria, 1987: 74-94; Eves, 1983: 506-526). Arquimedes també va fer un altre intent de quadrar el cercle aplicant l'espiral (Arquimedes, 1910-1913; 1960). Tots aquests indicis apunten que els grecs ja eren conscients que el problema no era resoluble amb regla i compàs (Knorr, 1986; Kline, 1992; Heath, 1956; Rey Pastor & Babiní, 1985; Hobson, 1969).

Tot i això, els intents de quadrar el cercle no es van aturar. Al segle XVII, per exemple, es va desfermar una agra polèmica entre Thomas Hobbes (1588-1679), que creia haver-ho resolt, i John Wallis (1616-1703), que defensava el contrari (Jesseph, 1999).

Quadrar el cercle a Barcelona en el segle XIX

Per bé que els treballs de Lambert i de Wantzel posaven sobre la pista que els problemes no eren resolubles amb regla i compàs, alguns aficionats a les matemàtiques van tractar infructuosament de trobar-hi solució. També a Barcelona, durant el segle XIX, es va donar aquest fenomen no solament per la quadratura, sinó també respecte a la trisecció.

A Barcelona, a la primera meitat del segle XIX, l'absència d'universitat va ser coberta per dues institucions: La Reial Acadèmia de Ciències i Arts i la Junta de Comerç. Més tard, amb la restauració de la Universitat de Barcelona entre 1838 i 1842 i la creació de l'Escola Industrial el 1951, la situació acadèmica es va anar normalitzant (Nieto-Galan & Roca-Rosell, 2006: 273-288).

Va ser precisament en aquelles institucions prèvies a la universitat on es van dirigir els aficionats a les matemàtiques per presentar els seus treballs sobre quadratura i trisecció. La feina d'analitzar-los va correspondre bàsicament als professors de matemàtiques de les càtedres que aquelles institucions sustentaven.

En els arxius de la Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona i de la Junta de Comerç hem localitzat referències a sis treballs sobre la quadratura que cronològicament es poden classificar en tres períodes: 1) anteriors a la dominació absolutista; 2) posteriors a la dècada ominosa; 3) debat a la premsa entre diversos acadèmics. El quadre següent resum allò que és més essencial d'aquests treballs: quins eren els quadradors, quin valor de π proposaven i quina resposta van donar els acadèmics.

Quadradors	Raó de la circumferència al diàmetre	Resposta d'acadèmics
Anteriors a la dominació absolutista		
Pablo Vallauze	$\frac{63}{20} = 3,15$	Informe d'Agustí Canellas
Desconegut		Informe de Sanponts sobre una refutació de Pere Màrtir Armet
Caetano Marchetti Tomassi	$3 \frac{1102327469}{760326588} = 3,134583573$	Informe de Joan Gerard Fochs adreçat al marquès de Llupià
Posteriors a la dècada ominosa		
M. de Almd ^a . Margard ^e	$3 \frac{1}{8} = 3,125$	Informe d'Onofre Novellas i Francesc Claret
Leoncio Agües	3,1625	Memòria de Laur Clariana
Debat a la premsa entre diversos acadèmics		
José Fola Igúrbide	3,14211356239...	Diversos articles a la premsa de Lauro Clariana, José Doménech Estapá i Miguel Marzal Bertomeu

Anteriors a la dominació absolutista

D. Pablo Vallauze, geòmetra de la ciutat d'Oviedo, va presentar, probablement entre 1804 i 1806, la memòria de la qual en fa un informe Agustí Canellas.¹ Aquest informe critica la proposta de Vallauze d'utilitzar la raó del diàmetre a la circumferència de 20/63, és a dir, $\pi = 63/20$. Canellas va trobar les longituds d'unes figures que haurien de ser inferiors i superiors, respectivament, al cercle, i va arribar a la conclusió que la major d'elles és menor que la circumferència. Cosa que provava que la raó donada per Vallauze és falsa per excés.

L'actitud de Vallauze era de gran petulància i el portava a creure que la seva solució era la més exacta, rigorosa, infal·lible i incontestable. L'arrogància de Vallauze va motivar Canellas a suggerir a l'Acadèmia que no donés cap resposta.

El 1815 va anar a parar a les mans de Pere Màrtir Armet una memòria sobre la quadratura del cercle elaborada per algú que no hem pogut identificar. Armet va analitzar aquest escrit i va concloure que no era correcte. Aquesta conclusió li va permetre elaborar l'informe de refutació que va enviar a Francesc Sanponts, el qual va redactar un altre

1. Dictamen d'Agustí Canellas sobre «La quadratura del círculo y razón del diámetro a la circunferencia», de Pablo Vallauze. Arxiu de la Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona (RACAB), 156.4 (CF 27).

informe i el va presentar a l'Acadèmia. En ell elogiava la feina d'Armet i el proposava com a acadèmic.²

Aquest informe es refereix a un treball sobre quadratura sorgit a partir d'un problema pràctic consistent a construir un sac de metralla que sigui capaç d'allotjar sis bales.

El problema d'artilleria a què fa referència Armet, construir un cercle que contingui set cercles menors, no és un altre que la versió plana del problema de l'empaquetament d'esferes. Juan Navarro Loidi, reconegut historiador de la tecnologia militar i col·lega de congressos i trobades, ha estat qui m'ha posat sobre la pista d'aquesta conclusió. Després, sols he hagut d'estirar del fil per veure que l'origen d'aquest problema es remunta, amb tota seguretat, als inicis de l'artilleria, però la seva formulació matemàtica s'enceta al segle XVI, quan Walter Raleigh (1554-1618) va demanar al matemàtic Thomas Harriot si coneixia un mètode senzill per calcular el nombre de bales de canó que es podien apilar. Harriot va escriure a Johannes Kepler, el qual, després de fer alguns experiments, va arribar a la conclusió que la disposició més eficient era la cúbica de cares centrades, la mateixa que feien servir els venedors de fruites per apilar taronges o els artillers per apilar bales sobre la coberta d'un vaixell. Aquest plantejament és conegut com la conjectura de Kepler (Auroux, 2000; Bachoc, 2003; Demarthon, 1998). Ha calgut esperar al 1998 perquè Thomas Hales presentés una temptativa de demostració amb l'ús de l'ordinador que ha rebut l'aprovació per a publicar la prova de la conjectura a la prestigiosa revista *Annals of Mathematics* (Hales, 2005: 1065-1185).

El tema de l'empaquetament d'esferes és un problema d'una gran transcendència i que té una gran aplicació en el camp de la informàtica. Serveix de fonament als codis que detecten i corregeixen errors i que es fan servir en l'emmagatzematge d'informació en discos compactes i per a comprimir informació que després serà enviada arreu.

El marquès de Llupià va lliurar a Joan Gerard Fochs, entre 1818 i 1820, un quadern escrit per un italià, Caetano Marchetti Tomassi, en què suposadament es resolva la quadratura. No es conserva aquest quadern, sinó només l'informe de Fochs.³

El fet de no disposar ni del treball de Tomassi ni de les figures de l'informe de Fochs fan pràcticament impossible l'anàlisi d'aquest manuscrit. No obstant això, Fochs posa de manifest que el manuscrit determina de manera errònia les arrels quadrades incommensurables, de manera que l'operació, $\sqrt{98}-7$, que dona aproximadament 2,89949, Tomassi la fa exacta i igual a $2 \frac{17}{18}$.

Aquestes simplificacions donen lloc a una raó de la circumferència al diàmetre de $3 \frac{102327469}{760326588}$, valor de $\pi = 3,134583573$, que no convenç Fochs, ja que li sembla menys

2. Expedient personal de Pere Màrtir Armet. Arxiu RACAB.

3. Treball elaborat per Joan Gerard Fochs titulat: «Informe sobre la disertación o sea tratado del Sr Caetano Marchetti Tomassi sobre la cuadratura del círculo». Arxiu RACAB, 156.5 (CF 27).

exacte encara que les aproximacions que havien fet alguns matemàtics del segle anterior, com l'astrònom Edmond Halley (1656-1743) o el professor d'astronomia John Machin.⁴

Posteriors a la dècada ominosa

El 20 de setembre de 1846, un tal M. d'A. M., que es presentava com a autor de l'obra *Tesoro de geometría*, va lliurar a la Junta de Comerç un text en què anunciava no solament haver quadrat el cercle, sinó també haver obtingut la rectificació de la circumferència.⁵

La resposta de la Junta de Comerç va consistir a passar-ho als dos professors que impartien matemàtiques: Onofre Jaume Novellas, que era catedràtic de Matemàtiques, i Francesc Claret, que impartia aritmètica i geometria pràctica a la càtedra de Càlcul i Escriptura Doble (Barca, 2005).

Tant Novellas com Claret eren conscients que el problema era irresoluble i molt probablement sabien que el 1761 Lambert havia provat la irracionalitat de π i que a conseqüència d'això el problema havia perdut interès. Tant era així que l'Académie de Sciences de París no atenia aquesta mena de treballs (Jacob, 2005: 101). Els professors de la Junta de Comerç sabien que cap govern atorgava premis per aquesta qüestió i que aquesta creença era més aviat un rumor popular sense cap fonament. Tanmateix, afirmaven no haver pogut analitzar l'obra perquè l'autor no l'havia enviat, probablement perquè estava en l'espera de la millor oferta, o sigui, del millor postor.

El 15 de gener de 1849, l'autor d'aquest treball va tornar a enviar a la Junta de Comerç el text de la demostració de la quadratura acompanyat de cinc làmines que complementaven el seu treball. No tenim cap constància que arribés a les mans de Novellas i, encara que hagués estat així, és molt probable que no hi hagués pogut donar resposta, ja que al maig d'aquell any va caure malalt i a l'agost es va morir.⁶

El manuscrit del 1849 està signat per M. de Almd^a. Margard^e i duu a terme una construcció amb regle i compàs consistent a traçar un cercle de 8 unitats de diàmetre, un quadrat inscrit de diagonal 8 i un quadrat circumscrit de costat 8. L'autor construeix un quadrat intermedi recorrent a la construcció d'uns triangles isòsceles auxiliars. Aquest plantejament recorda, en línies generals, l'antiga quadratura atribuïda a Brisó, i resulta ser un procediment utilitzat per diversos quadradors en el segle XVIII. Marie Jacob, en un llibre

4. Aquestes simplificacions eren habituals. Per exemple, La Frainaye va obtenir un valor de $\pi = \frac{256}{81}$ utilitzant la igualtat $\sqrt{a} = \frac{a}{8}$ (Jacob, 2005: 94).

5. Arxiu Junta de Comerç, lligall CI, 1, 503-510.

6. «La cuadratura del círculo y la circulación del cuadrado —o sea— La reducción del círculo a un cuadrado, y de este a un círculo, de la misma área» de M. de Almd^a Margard^e. Arxiu Junta de Comerç, lligall CL, 3-9.

publicat recentment, recull quatre treballs de quadratura similars que parteixen d'un quadrat de costat 8 del qual mesuren els quadradets en què és dividit.⁷

Els resultats numèrics de la quadratura de M. d'A. M. són determinats solament mitjançant la graduació de la línia central del dibuix, la qual esta dividida en 10 parts. A aquesta línia se n'han superposat d'altres dividides en 4 parts i d'altres en 8 parts, totes elles disposades com si d'un nònius es tractés.

Però el valor de π aconseguit per l'autor d'aquesta memòria era, de fet,

$$\pi = \frac{(4\sqrt{2}+4\sqrt{2\sqrt{2}-1}-4)^2}{16} = 3,120193736$$

com hem pogut comprovar resolent el problema per geometria analítica, i no el de 3,125, que és el que l'autor dona per bo.

El 21 de gener de 1885, Laur Clariana va presentar una memòria a l'Acadèmia dedicada al que ell denomina *un escàndol matemàtic*, la publicació d'un opuscle sobre la quadratura del cercle per Leonci Agües.⁸

Dues són les publicacions realitzades per Leonci Agües sobre la quadratura: *La cuadratura del círculo* (Agües, 1884) i *Relación de la circunferencia al diámetro* (Agües, 1885) relligada al final de la revista el *Porvenir de la Industria*.

Cansat de no ser escoltat, Agües va optar per enviar aquest text a la Reial Acadèmia de Ciències Exactes, Físiques i Naturals de Madrid. La presentació d'aquesta memòria a l'Acadèmia de Madrid, juntament amb la publicació dels resultats són els fets que més va irritar Laur Clariana i el van conduir a llegir la memòria sobre aquest tema en una sessió de la Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona. A més, la resposta de l'Acadèmia de Madrid fou més tèrbola i molt poc contundent. Tanmateix, ni l'Acadèmia de Madrid ni Laur Clariana eren coneixedors que Lindemann ja havia provat la transcendència del nombre π (Garma & Lusa, 1995: 548).

Clariana recull algun dels errors d'Agües. Així doncs, confon l'àrea de l'hexàgon amb el seu semiperímetre i fa servir igualtats com aquesta:

$$\pi = \frac{\text{Superficie}}{4\sqrt{\text{Superficie}}} = \frac{1}{16} \text{ Superficie}$$

Quan va acabar la lectura a l'Acadèmia de la memòria de refutació, es va suscitar un intens debat entre els acadèmics. Tots ells subscrivien l'essencial del raonament de Clariana,

7. Marie Jacob defensa que la figura del quadrat inscrit en un cercle i el quadrat intermedi es troba inicialment en el text del jesuïta il·lustrat francès Pardies *Éléments de Géométrie*, el qual l'utilitza per a definir el problema de la quadratura. Aquest dibuix deuria alguna influència entre els quadradors com Nicolas Isambart, Fabre, el cavaller Causans i Liguier, que l'empraren per a tractar d'aconseguir un valor de $\pi = 3,125$ (Jacob, 2006: 158-162).

8. Arxiu RACAB, 84.18 (CF 28).

però discrepaven en l'actitud. La posició moderada considerava que convenia evitar la polèmica amb l'autor i per això es va acordar que l'Acadèmia es quedés al marge.⁹

Debat a la premsa entre diversos acadèmics

El 4 de novembre de 1897, l'Acadèmia va acordar de manera formal no acceptar cap treball més sobre quadratura:

Igualmente fueron aprobados los dictámenes emitidos por la Comisión permanente de matemáticos que se agregó al académico perteneciente a la de Astronomía y Geodesia Sr. Doménech y Estapá acerca de unos problemas geométricos publicados por D. Leandro de San Germán y de la obra publicada por D. Jose Fola e Igúrbide titulada «La Nueva Ciencia Geométrica».

A propuesta de la misma comisión quedó acordado que, al igual que han establecido otras academias, no se admitan en lo sucesivo para su informe todos aquellos trabajos que, como los relativos a la determinación exacta de π , movimiento continuo y demás análogas, se refieran a problemas declarados insolubles por la Ciencia siendo por tanto inútiles cuantos esfuerzos intelectuales a los mismos se dediquen. Confiose la ejecución de este acuerdo a la Presidencia, dejando a su discreción el consultar o no en cada caso las Comisiones permanentes a quienes pudiera competir el asunto.¹⁰

Aquesta decisió venia motivada per la publicació de dos treballs: un de Leandro de San Germán sobre la trisecció de l'angle (San Germán, 1897) i l'altre l'obra titulada *Nueva ciencia geométrica* de l'autor teatral José Fola Igúrbide (Fola, 1897), que tractava, entre altres coses, de la quadratura del cercle. Tanmateix, la decisió es prenia una mica massa tard, ja que arribava 122 anys després que l'Académie de Sciences acordés quelcom semblant i 15 anys després que Lindemann provés la transcendència de π .

Tot va començar quan José Fola, un autor teatral reconegut i aficionat a les matemàtiques, va enviar la seva obra a l'Acadèmia.¹¹ No va rebre cap resposta. No obstant això, la publica-

9. Acta de la Junta General de 21 de gener de 1885. *Libro de Actas de Juntas Generales. 19 de octubre 1884 - 15 diciembre 1890*, Arxiu RACAB.

10. Acta de la Junta General d'11 de febrer de 1885. *Libro de Actas de Juntas Generales. 19 de octubre 1884 - 15 diciembre 1890*, Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona.

11. José Fola Igúrbide (?-1918) havia publicat el 1886 un drama en tres actes titulat *Teresa* i el 1895, la comèdia *El mundo que nace*, que es va estrenar en el teatre El Dorado de Barcelona el 12 de juny de 1895. Posteriorment, va publicar i estrenar diverses obres teatrals. No sabem l'origen del seu interès per les matemàtiques, però pot ser per influència del seu germà Apolinar, capità de carrabiners originari de Sòria però establert a València i molt afeccionat a les matemàtiques. Tant és així que va arribar a ser acadèmic de la Real Academia de Ciencias Exactas y Naturales de Madrid. L'altre participant en la polèmica, el pare escolapi Eduard Llanas (1843-1904), tenia formació científica i havia estat director del Real Colegio de San Antón i del Colegio de Guanabaca a Cuba (Bernalte & Llombart, 1992).

ció al *Diario de Barcelona* d'un article escrit per un escolapi i professor de matemàtiques, Eduard Llanas (1843-1904), va forçar a intervenir els acadèmics més combatius. El primer a replicar va ser Josep Domènech i Estapà (1858-1904) (Viñas, 1987: 145; Bernalte & Llombart, 1992).

Durant el mes d'octubre d'aquest 1897 el debat va saltar del *Diario de Barcelona*¹² a un altre diari que feia poc que es publicava, *La Vanguardia*.¹³ El to de la polèmica es va anar aixecant amb acusacions, desqualificacions i atacs personals. No obstant això, Josep Domènech i Estapà, Laur Clariana i Miquel Marzal Bertomeu en cap cas esmenten ni Lindemann ni la transcendència de π , cosa que hauria servit per tancar definitivament la polèmica. Però ni els quadradors ni els acadèmics en tenien notícia (Garma & Lusa, 1995: 549).

La trisecció de l'angle

L'altre problema irresoluble que va afectar l'Acadèmia de Ciències de Barcelona en el segle XIX va ser el de la trisecció. A diferència dels altres dos primers problemes, en el cas de la trisecció és possible resoldre certs casos particulars com, per exemple, l'angle de 90°. Però és impossible trobar un mètode general per dividir un angle arbitrari en tres parts iguals utilitzant únicament aquelles eines euclidianes.

Tanmateix, la resposta al problema de la trisecció la va donar un procediment que, tot i ésser conegut, no era resoluble amb regla i compàs: la *neuseis* (Heath, 1981; Eves, 1983).

La trisecció va poder ser abordada amb el recurs a corbes mecàniques. Nicomedes va aplicar la concoide; Hípies d'Elis, la quadratriu; Arquimedes, l'espiral, i Apol·loni, les còniques. Arquimedes va proposar un mètode que era al més semblant possible a una resolució amb les eines euclidianes si no fos perquè aquí també s'emprava la *neuseis* (Pappus, 1982: 206-233).

Trobem alguns intents de resolució al llarg dels segles. Un dels més curiosos és el que va tenir lloc el 1835 amb el recurs a un estri: el Tomahawk (Eves, 1983: 512). La demostració, el 1837, de Pierre Laurent Wantzel (1814-1848) hauria hagut de significar el final d'aquesta història, ja que la trisecció de l'angle és un problema de tercer grau en què, si a $3\alpha = \varphi$, aleshores resulta que (Puig Adam, 1958):

$$4 \cos^3 \frac{1}{3} \varphi - 3 \cos \frac{1}{3} \varphi - \cos \varphi = 0$$

12. *Diario de Barcelona*, 5 d'octubre de 1897, 11.530-11.532; 6 d'octubre de 1897, 11.573; 8 d'octubre de 1897, 11.662-11.663. També a *La Publicidad*, 7 d'octubre de 1897, 3.

13. *La Vanguardia*, 13 d'octubre de 1897, 5; 15 d'octubre de 1897, 4; 16 d'octubre de 1897, 4; 19 d'octubre de 1897, 4; 20 d'octubre de 1897, 4; 21 d'octubre de 1897, 4; 22 d'octubre de 1897, 4-5; 24 d'octubre de 1897, 4; 24 d'octubre de 1897, 4; 26 d'octubre de 1897, 4. També al *Diario Mercantil*, 29 d'octubre de 1897, 3; 1 de novembre de 1897, 1; 8 de novembre de 1897, 3.

Però no va ser així. El 1863, l'acadèmic Baltasar Cardona va presentar una memòria titulada «Ensayos elementales sobre la trisección de un arco». Leandro de San Germán Malet va publicar tres treballs sobre la trisecció (San Germán, 1886, 1897, 1899) i José Fola Igúrbide va tractar aquest tema a *La nueva ciencia geométrica* (Fola, 1897). Finalment, el 1911, Jeroni Anyé Casanovas va publicar el fulletó *Trisección del ángulo rectilíneo. Su teoría y resolución* (Anyé, 1911).

Trisecar a Barcelona en el segle XIX

Baltasar Cardona i Escarrabill havia nascut a Manresa el 1828, s'havia format inicialment al Seminari Conciliar de Vic, va obtenir el batxiller en ciències a la Universitat de Barcelona que el va facultar per a ser professor de primer i de segon ensenyament. També assolí la formació de mestre d'obres i d'agrimensor (Elias de Molins, 1889). El 16 d'abril de 1862 va ser escollit acadèmic de la Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona i el 1866 va fer-se càrrec interinament de la càtedra de Matemàtiques d'aquesta institució. Al novembre de 1863 va llegir, de torn, la memòria titulada «Ensayos elementales sobre la trisección de un arco». ¹⁴

La seva actitud davant el problema de la trisecció era d'extrema prudència, de manera que no queda prou clar si estava convençut de la possibilitat de resolució de la trisecció de l'angle amb regle i compàs o es plantejava presentar el recurs a altres formes no vàlides amb les eines clàssiques. Les dues solucions presentades no aconsegueixen trisecar l'angle amb només regle i compàs, sinó que fan recurs a còniques o a la inserció, dos procediments força coneguts a l'antiguitat clàssica.

Aquesta va ser l'única trisecció presentada a l'Acadèmia i llegida com a memòria en la qual, a jutjar pel que diu l'acta de la sessió, no va donar lloc a cap observació per part dels acadèmics assistents. ¹⁵ Aquesta actitud dels acadèmics evidencia que encara no havien perdut l'esperança que el problema de la trisecció pogués ser resolt algun dia.

Leandro de San Germán va néixer a Barcelona el 1832 i quan tenia 25 anys es va matricular a la Universitat de Barcelona d'una assignatura solta de física amb el professor Antoni Rave. ¹⁶ Va ser l'assistència en aquesta classe el que el va incitar a estudiar el problema de la trisecció. El fet d'aconseguir, el 1861, algunes triseccions particulars com la de 90° o 180° el va animar a continuar. Més tard, el 1888, va fer un recull de problemes i fórmules que també va publicar i, finalment, entre 1892 i 1898 va dedicar-se a estudiar la trisecció de l'angle de 60°. Aquest darrer treball, que va presentar a l'Acadèmia, fou rebutjat com els anteriors.

San Germán era conscient que la trisecció amb regle i compàs sols era possible en alguns casos particulars. Aquesta peculiaritat li semblava un indicatiu que hi havia encara esperances de trobar una solució general.

14. Expedient personal. Arxiu RACAB i Arxiu Universitat de Barcelona.

15. Acta de la RACAB de 29 de gener de 1863. Llibre d'actes de maig 1858 a abril 1871, p. 64. Arxiu RACAB.

16. Expedient personal, Arxiu Universitat de Barcelona.

L'obra de José Fola Igúrbide *La nueva ciencia geométrica* va generar un gran escàndol per la quadratura, però va passar totalment desaparebuda per la trisecció que també resolva. A principi del nou segle un capità d'enginyers, Pompeu Martí, del qual tenim notícies gràcies a la *Revista Tecnológico Industrial*, va escriure un breu article que tractava de la corba Fola: «la curva en cuestión que el autor supone inventada por el Sr. Fola no es más que la cuadratriz» (J. S., 1900).

Finalment, uns anys més tard, ja en el segle xx, Jeroni Anyé Casanova, capità de la marina mercant i professor de nàutica, encara que no de l'Escola de Nàutica de Barcelona, on no va ser ni alumne, va presentar a l'Acadèmia un opuscle sobre la trisecció titulat «Trisección del ángulo rectilíneo, su teoría y resolución». La resposta de l'Acadèmia va ser clara i contundent: les resolucions de problemes d'aquest tipus no eren acceptades en aquesta institució.

Per a resoldre la trisecció, Anyé recorre a regles graduats i a estris similars al Tomahawk. A més, algunes de les resolucions es basen en la famosa *neuseis*, inserir segments d'una dimensió determinada, com ja s'havia fet des de l'època clàssica (Anyé, 1911).

Conclusions

Els treballs sobre la quadratura i la trisecció que involucraren directament o indirectament la Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona posen de manifest un problema que plana en tots ells: la difusió de les descobertes científiques. Abans de finals del segle xix hi ha tres troballes fonamentals que afecten la resolubilitat dels tres problemes especials de la matemàtica grega. Dues afecten el nombre π i, de retruc, la quadratura: la prova de la irracionalitat que va tenir lloc el 1761 i la de la transcendència, el 1882. L'altra afecta més directament la trisecció i la duplicació. És la demostració del grau, algebraicament parlant, que podien tenir els problemes per a poder ser resolts amb regla i compàs.

El desconeixement dels treballs de Lambert entre els acadèmics barcelonins a principis del segle xix va portar, com a conseqüència, els dictàmens de Canellas i l'informe de Fochs. La ignorància dels treballs de Lindemann, a la fi del segle, va ocasionar la impugnació de Clariana i tota la polèmica en la premsa pel cas del llibre de José Fola. En canvi, el coneixement de la irracionalitat de π a mitjan segle va comportar la resposta de Novellas i de Claret, en la qual queda evidenciat que es tenia notícia de les actuacions de l'Acadèmia de Ciències de París en casos similars i que l'agafaven com a referència. La posició adoptada a finals de segle per l'Acadèmia de Ciències de Barcelona de no admetre cap treball relatiu a aquests problemes té molt a veure amb la influència de la institució homòloga francesa, tot i que amb un retard de més d'un segle.

Ara bé, en el cas de la quadratura hi havia desconeixement de les descobertes més recents, però la resposta de l'Acadèmia va ser en tot moment correcta. En el cas de la trisecció, la situació va resultar molt més peculiar, ja que hi va haver un acadèmic que va presentar una memòria de trisecció, uns trenta anys després dels treballs de Wantzel, i no va rebre cap rèplica ni cap crítica.

La poca difusió de troballes, com la de Wantzel, es pot deure, entre altres factors, a qüestions intrínseques del mateix autor. Wantzel va morir molt jove i sols va publicar un article sobre aquesta temàtica. També es pot deure a la poca difusió del mitjà en què es fa la publicació. Wantzel ho publica en el *Journal de Mathematiques* de Liouville, revista a la qual l'Acadèmia de Ciències de Barcelona no se subscriu fins uns trenta anys després que l'article veiés la llum. Un darrer factor pot ser l'aïllament del lloc receptor. En el moment de la troballa, l'Acadèmia acabava tot just de sortir d'un període de clausura i totes les energies se centraren a recompondre les activitats i en la docència, per tal de facilitar la prompta restauració de la Universitat.

La naturalesa del problema de la trisecció també és un altre factor a tenir en compte perquè ni els aficionats ni els acadèmics perdessin l'esperança que finalment podria ser resolta la trisecció amb les eines euclidianes. El cas de la memòria de Cardona n'és l'exemple més clar, ja que no sols ell sinó tots els altres acadèmics que l'escoltaren no reaccionaren en contra.

Finalment, la quadratura va ser l'espurna que va portar l'Acadèmia a no admetre cap treball d'aquest tipus inclosa la trisecció i, arran d'això, quedaren al marge tots els altres treballs posteriors, que són pocs, pel que fa a la quadratura, però uns quants més respecte a la trisecció.

Bibliografia

- ARXIU DE LA REIAL ACADÈMIA DE CIÈNCIES I ARTS DE BARCELONA (RACAB), 156.4 (CF 27).
- AGÜES, L. (1884), *La cuadratura del círculo*, Barcelona, Tipografía La Academia.
- (1885), *Relación de la circunferencia al círculo*, Barcelona, Establecimiento Tipográfico de los Sucesores de Narciso Ramírez y Cía.
- ANYÉ CASANOVAS, G. (1911), *Trisección del ángulo rectilíneo: Su teoría y resolución*, Vilassar de Mar, Imprenta Collet.
- ARQUIMEDES (1910-1913), *Archimedes Opera Omnia*, Leipzig, Heiberg.
- (1960), *Les Oeuvres Complètes d'Archimède*, Liège, Vaillant-Carmanne.
- AUROUX, D. (2000), *Tas d'oranges, cristaux et empilements de sphères*, CNRS, École Polytechnique. <<http://www-math.mit.edu/~auroux/papers/beaubourg-notes.pdf>>
- BACHOC, C. (2003), *Cercles et sphères*. <<http://www.math.u-bordeaux.fr/~bachoc/Mathenjean.pdf>>
- BAKER, A. (1979), *Transcendental number theory*, Cambridge, University Press.
- BARCA SALOM, F. X. (2005), *Onofre Jaume Novellas i Alavau (Torelló, 1787 - Barcelona, 1849). Matemàtiques i astronomia durant la Revolució Liberal*, Barcelona, SCHCT. (Col·lecció d'Història de la Ciència i de la Tècnica; 4)
- (2006), «La actitud de cuadradores y académicos en Barcelona durante el siglo XIX», *Arbor*, **718**, 219-236.
- BERNALTE, A.; LLOMBART, J. (1992), «Els matemàtics professionals barcelonins en una polèmica sobre la quadratura del cercle (1897)». A: CAMARASA, J. M. et al. (coord.), *Actes de les I Trobades d'Història de la Ciència i de la Tècnica*, Barcelona, SCHCT, 223-234.
- DEMARTHON, F. (1998), *Kepler avait raison*. <<http://www.infoscience.fr/articles/>>
- ELIAS DE MOLINS, A. (1889), *Diccionario biográfico y bibliográfico de escritores y artistas catalanes del siglo XIX*, Barcelona, [s. n.].
- EVES, H. (1983), *An introduction to the history of mathematics*, Nova York, C. B. S. College Pub.
- FOLA IGÚRBIDE, J. (1897), *La nueva ciencia geométrica*, Barcelona, J. Romá.
- GARMA PONS, S.; LUSA MONFORTE, G. (1995), «Laur Clariana i Ricart. L'assimilació de la Matemàtica del segle XIX». A: CAMARASA, J. M.; ROCA ROSELL, A., *Ciència i tècnica als Països Catalans: Una aproximació biogràfica als darrers 150 anys*, Barcelona, Fundació Catalana per a la Recerca, 523-564.
- HALES, T. C. (2005), «A proof of the Kepler conjecture», *Annals of Mathematics*, **162**, 1065-1185.
- HEATH, T. (1956), *The thirteen books of Euclid's elements*, Nova York, Dover.
- (1981), *A history of Greek mathematics*, Nova York, Dover.
- HOBSON, E. W. (1969), *Squaring the circle*, Cambridge, Cambridge University Press.
- J. S. (1900), «La curva de Fola – Estudio y aplicaciones geométricas de esta curva por D. Pompeyo Martí; capitán de ingenieros», *Revista Tecnológico Industrial*, 245-247.
- JACOB, M. (2005), «Interdire la quadrature du cercle à l'Académie: une décision autoritaire des lumières?», *Revue d'Histoire des Mathématiques*, **11**, 89-139.
- (2006), *La quadrature du cercle. Un problème à la mesure des Lumières*, Poitiers, Fayard.
- JESSEPH, D. M. (1999), *Squaring the circle: The War between Hobbes and Wallis*, Chicago, University Press.
- JONES, A.; MORRIS, S. A.; PEARSON, K. R. (1992), *Abstract algebra and famous impossibilities*, Nova York, Springer-Verlag.
- KLINE, M. (1992), *El pensamiento matemático de la antigüedad a nuestros días*, Madrid, Alianza Universidad.
- KNORR, W. (1986), *The ancient tradition of geometric problems*, Boston, Birkhäuser.
- LAPPARENT, A. (1895), «Wantzel». A: ÉCOLE POLYTECHNIQUE, *École Polytechnique: livre du centenaire (1794-1894)*, vol. I, Paris, Gauthier-Villars, 133-135.

LORIA, G. (1987), *Le Scienze Esatte nell'Antica Grecia*, Milà, Cisalpino-Goliardica.

NIETO-GALAN, A.; ROCA-ROSELL, A. (2006), «Scientific education and the crisis of the university in 18th century Barcelona». A: FEINGOLD, M.; NAVARRO-BROTONS, V., *Universities and Science in the Early Modern Period*, Dordrecht, Springer.

PAPPUS D'ALEXANDRIE (1982), *La Collection Mathématique*, París, Blanchard.

PUIG ADAM, P. (1958), *Curso de geometría métrica*, Madrid, Nuevas Gráficas.

REY PASTOR, J.; BABINI, J. (1985), *Historia de la matemática*, Barcelona, Gedisa.

SAN GERMÁN MALET, L. (1886), *Ensayos elementales sobre la trisección de un arco*, Barcelona, Imprenta y Litografía de los Sucesores de Ramírez y Cía.

— (1897), *Problemas geométricos: División exacta de circunferencia y arcos particulares sin tanteo*, Barcelona, Henrich y C^á.

— (1899), *Geometría elemental: Problema de la trisección del ángulo*, Barcelona, Henrich y C^á.

VIÑAS RIERA, J. (1987), «El zero i l'infinit: la geometria a Barcelona al tombant del segle». A: INSTITUT D'ESTUDIS CATALANS (1987), *Cinquanta anys de ciència i tècnica a Catalunya*, Barcelona, Institut d'Estudis Catalans, 135-148.

**HOMENATGE A LINNÉ
I BUFFON**

LA DIFUSIÓN DE LAS IDEAS LINNEANAS EN LA ESPAÑA DE LA ILUSTRACIÓN

ANTONIO GONZÁLEZ BUENO
UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID.

Palabras clave: *Carl Linné, botánica, España, siglo XVIII*

The Spread of Linnean Ideas in the Enlightened Spain

Summary: We analyzed the process by means of which the Linnaean theories are introduced in Spain. We paid special attention to the centers where, during second half of century XVIII, Botany was taught; we take care of the disposition of its plantations, the used books and the allegiance shown by the professors one or another nomenclature system. Our route is consciously centralist, because we understand that the introduction of the Linnaean theories in Spain is strongly tie to a certain action of government. Our approach begins in the Court, after the arrival to this one of Pehr Löfling, continues by the peninsular periphery, is entered in the virreinales territories and, from the center of these, it reaches the margins of American earth.

Key words: *Carl Linné, Botany, Spain, XVIII century*

1. Introducción: de la historia al mito

Pocos naturalistas han gozado de la popularidad que, en su tiempo, y en los siglos posteriores, disfrutara el sueco Carl Linné. Su acusada personalidad, unida a los muchos honores disfrutados en vida, han llevado a una idealización de su obra, a convertirle en un mito; para él se crearon los apodosos de «príncipe de los botánicos», «nuevo Adán» o «Plinio del norte», su efigie está presente desde en los billetes del Banco de Suecia hasta en los sellos para uso postal; su nombre es emplea-

do como reclamo publicitario de productos de la más variada índole, desde la agencia oficial de turismo sueco hasta una marca de ropa vaquera.¹

Como todos los mitos, su figura y su obra acostumbran a verse desvirtuados, como si su imagen nos llegara a través de la visión que proporcionan los espejos deformantes. Sumamente ambicioso, poseedor de una vasta capacidad de trabajo, supo dar respuesta a un problema planteado en su juventud: el establecimiento de un nuevo sistema con el que clasificar la naturaleza. *Deus creavit, Linnaeus dispusuit*; este adagio recoge con precisión el talante linneano frente a la naturaleza. Sus profundas ideas religiosas, su espíritu organizativo y un marcado carácter egocéntrico dieron como resultado una clasificación jerárquica del mundo vivo, estrictamente artificial y aparentemente sencilla y cerrada.

Sin ánimo de minimizar su importante contribución a la nomenclatura biológica o a los conceptos de género y especie, hay que reconocer que sus presupuestos teóricos sobre la clasificación no son avanzados para su época; su pensamiento se encuentra aferrado a las viejas doctrinas defendidas desde la Grecia clásica, preocupadas por ofrecer un modelo organizativo de la naturaleza, sencillo de aplicar, que permitiera ordenar la variabilidad natural en un sistema estanco, donde no existe correlación entre los diferentes espacios reservados para cada uno de los grupos que integran el modelo.

Estamos ante un sistema que, ante todo, se preocupa por ordenar el mundo natural, no por entenderlo; Carl Linné intentará ofrecer soluciones prácticas que faciliten la identificación, aunque con ello se alejará de proponer generalizaciones sobre el mundo natural, una cuestión sobre la que ya trabajaban otros naturalistas. Él no participó del espíritu social de su época.

Para Linné la Naturaleza se sostiene sobre dos pilares: *dispositio* [clasificación] y *denominatio* [nomenclatura], y el fundamento de la nomenclatura es la clasificación; por ello, el método de clasificación ocupa, en su pensamiento, el lugar más destacado.

Carl Linné fue un hombre anclado en el pasado, el final de una época; él supo recoger y sintetizar las formulaciones planteadas por quienes le antecedieron, desde Andrea Cesalpino a Joseph Pitton de Tournefort, dándoles una nueva coherencia, pero sus propuestas sistemáticas nacieron agonizantes, cuando ya se gestaban los nuevos sistemas de clasificación natural. Una lectura atenta de su obra, no sólo la relacionada con la sistemática o la taxonomía, también en la que se recogen sus pensamientos religiosos, nos presenta una mentalidad con una visión oscura del mundo, más próxima a un arcaico pensador barroco que a una mente ilustrada.

Las grandes aportaciones de Carl Linné deben buscarse, por un lado, en la separación de la función diagnóstica de la denominativa; esto es, la creación de un «nombre índice» al que

1. Sobre Carl Linné hay una extensa literatura; destacamos, entre otros, los estudios de B. D. Jackson (1923), E. Álvarez López (1947), A. J. Boerman (1953), W. T. Stearn (1957), F. A. Stafleu (1971), G. Broberg (1980), W. Blunt (1982), D. Alvar-gonzález (1992), A. González Bueno (2001) y G. Broberg (2006).

podiera acoplarse, cuando fuera necesario, la descripción del ser vivo y, por otro lado, en el establecimiento de un lenguaje técnico preciso, definido por la elaboración de frases diagnósticas, no excesivamente largas, con un estilo prefijado y carente de verbos. En definitiva, en un período donde los estudios sobre el medio natural, tanto los estrictamente taxonómicos como los aplicados, se encontraban en expansión, Carl Linné supo dotarlos de los elementos técnicos que permitieron su eclosión.

2. Ciencia y política en la España de las Luces

La nueva forma de denominar a los seres vivos mediante una estructura binomial, más simple pero mucho más críptica que la polinomial hasta entonces empleada, habría de resultar llamativa en los ambientes ilustrados; su sencillez, basada en la idea de «nombres índice», habría de atraer a aquellos colectivos interesados en la utilidad o aplicación, y no en la descripción o clasificación, lo que hizo que su empleo se generalizara en textos destinados a cirujanos, médicos, farmacólogos y agricultores; se desligan, así, los trabajos taxonómicos y sistemáticos de los esencialmente aplicados.

Además, como los nombres tienen función de índice no precisa el empleo de elementos diagnósticos y pueden adoptarse apodos de fantasía, lo que permite dedicar la nueva planta o el animal descrito al protector o al amigo, nada más adecuado en una sociedad donde, para medrar, es preciso estar cerca de la Corona y, si se carece de título nobiliario, se hace necesario disponer de elementos justificativos de tan alto privilegio.

Las metáforas empleadas por Carl Linné para explicar su sistema de clasificación tuvieron una alta aceptación entre sus contemporáneos; la utilización de elementos fáciles de observar (estambres y pistilos en el caso de las plantas) y la sencillez del proceso clasificatorio le convirtieron en una útil herramienta de trabajo, especialmente entre el amplio grupo de aficionados procedentes de la nobleza o de las clases dirigentes, que se iniciaron en la botánica y, en menor medida en la zoología, en el Siglo de las Luces. No hay duda de que Carl Linné supo popularizar el estudio de los seres vivos y que sus sistemas de clasificación y nomenclatura contribuyeron grandemente a ello.

España no quedó al margen de esta tendencia. Tras la instauración de la dinastía borbónica, y como una de las políticas renovadoras emprendidas por la nueva casa, figura el desarrollo de nuevas disciplinas de carácter científico, en un intento de acabar con el modelo estrictamente escolástico imperante en las universidades. Dentro de este contexto debe entenderse el apoyo prestado, desde la Corona, al estudio de la botánica; el interés de los ilustrados españoles ha de considerarse, en sus inicios, como una actitud política más que científica (González Bueno & Puerto, 1988; Puerto & González Bueno, 1995).

Los franceses Bernard Abolin, boticario real, y Louis Riqueur, jefe de la farmacia militar, pertenecientes al séquito de Felipe V (1683-1746), cultivaron sus propios jardines botánicos, pero éstos fueron lugares para el ornato y lucimiento ante la Corte, no centros de estudio o de aclimatación. Este gusto por los jardines botánicos tuvo una cierta implantación

entre los cortesanos españoles, deseosos de imitar la moda francesa exhibida por la nueva dinastía.

La creación de jardines privados se generaliza entre la nobleza cortesana española del siglo XVIII. Esta élite social, siempre deseosa de servir a la Corona, no dudará en manifestar su aceptación —e incluso la más férrea de las defensas— ante las reformas propiciadas por los órganos de poder. Su apoyo al desarrollo de nuevas iniciativas, el estudio del medio natural entre ellas, se entiende más como un proceso de adscripción a una decisión política, que a un razonamiento teórico sobre los principios científicos de una disciplina.

Fue el marqués de Grimaldi, embajador de la Corona española ante la Corte sueca, quien negoció la contratación de Pehr Löfling, uno de los discípulos de Carl Linné, para difundir las teorías de su maestro entre los naturalistas españoles.

La presencia de Pehr Löfling (1729-1756) en España se explica bien dentro del proyecto reformista emprendido por la Corte borbónica: el estudio de la naturaleza era una herramienta clave para el inventario, y posterior explotación, de las riquezas naturales, además de una pieza básica para el desarrollo de la agricultura (Ryden, 1957; Pelayo, 1990; Pelayo & Puig Samper, 1992).

Es evidente que en el pensamiento de Carl Linné estaba presente no sólo el deseo de satisfacer a la Corte española, también el de acceder a las producciones naturales, sometidas aún a un férreo control. No en vano escribirá en la introducción al *Iter hispanicum...* de su discípulo:

De las partes meridionales de Europa era poco ó nada lo que yo sabía á tiempo que ya me eran conocidas las producciones naturales de las Indias mas remotas. Este fue el motivo por el que solicité, mediante el influxo de mis amigos, introducirme con el Exc. Sr. Marques de Grimaldi, Embaxador de S. M. Católica en nuestra corte, y suplicar que me fuese permitido enviar uno de mis discípulos á recorrer España. No bien había entablado yo mi pretension, quando el Señor Teniente Radbaud me dió á entender de parte de S. E. que S. M. Católica deseaba tener á su servicio un Botánico que hubiese estudiado conmigo; casualidad que al pronto me llenó de admiracion... (Asso, 1801: 282)

3. La penetración de las teorías linneanas en la Corte de España

José Hortega (1703-1761), en un informe solicitado por el ministro José Carvajal y Lancaster (1696-1754), fechado en junio de 1751, meses antes de la llegada de Pehr Löfling, el discípulo de Linné, a España, escribirá:

Concluyo, asegurando a V. E. que con Minuart, Quer, Barnades y Vélez, puede V. E. establecer en la Corte un Jardín Real Botánico, o una escuela de Botánica, y por consi-

guiente introducir en nuestra España este útil, y delicioso estudio [...] trabajarán los españoles por un lado, mientras que el Botanista Sueco Pedro Loeffling desempeña por otro las grandes cosas que ofrece...²

Cuando Pehr Löfling llegó a España, en el otoño de este mismo 1751, el ambiente es propicio a la introducción de las nuevas teorías linneanas, pero nuestro país se encuentra falto de botánicos dispuestos a interesarse por ellas (González Bueno, 1990; Puig Samper, 1993).

Joseph Quer (1695-1764), prototipo de ilustrado, poco formado en el ámbito científico pero deseoso de colaborar en el proceso reformador propiciado por la dinastía borbónica, no aceptará el sistema linneano, antes bien, lo criticará abiertamente (Pascual, 1970). El motivo de su crítica es personal: Carl Linné comentó en su *Bibliotheca botanica* (Amsterdam, 1736) el atraso en que se encontraba el estudio de los vegetales en España y Joseph Quer retomó sus palabras para presentar una apología de la ciencia española. Pehr Löfling le conoció bien, y en carta a su maestro lo definió como un hombre interesante, pero más *ad ostentationem quae verae scientiae causa*.³

Tampoco Joan Minuart (1693-c. 1771/1772) habría de utilizar el sistema linneano (Camarasa, 1986); formado junto a Joseph Quer, bajo los principios de la escuela botánica italiana, su obra sigue los principios tournefortianos no por motivaciones nacionalistas como las mantenidas por Joseph Quer, sino por pura incapacidad física; cuando Joan Minuart conoció a Pehr Löfling contaba ya 58 años y no estaba en condiciones para emprender cambios en sus concepciones clasificatorias.⁴

2. Joseph Hortega a Joseph Carvajal Lancaster. Madrid, 15.06.1751. Archivo General de Simancas [AGS], Estado, leg. 7896 (Riera, 1981: 100).

3. «D. Joseph Quer es un hombre interesante, pero más *ad ostentationem que verae scientiae causa*. Tiene un estudio bastante bonito pero su carácter me resulta más rígido que los otros, aunque la razón quizás sea que todavía no puedo conversar bien con él, ya que no habla latín [...] El señor Quer es absolutamente tournefortiano y no quiere apenas oír hablar de otras cosas...» Pehr Löfling a Carl Linné. «Res privatae». Madrid, 4.11.1751. Linnean Society, Correspondencia linneana, vol. 9: 398-399 (Pelayo, 1990: 125-126).

4. «El señor Minuart ha fomentado la botánica aquí en España; es un hombre muy bueno, a mi me quiere de todo corazón, como si fuera su propio hijo. [...]. Él entiende vuestro método, señor Archiatra, pro lamenta que su vista, por su avanzada edad, ya no le acompaña en la investigación de cosas tan finas como son estambres y pistilos. Dice a menudo que le habría gustado conocer su método cuando era más joven y sus fuerzas eran tan grandes como su voluntad [...]. Sé que al señor Minuart le gusta más la verdad que los halagos y adulaciones, pero prefiero callármelo. Sin embargo, me satisface saberlo [...]. Tiene una preciosa colección de plantas que poco a poco estudiaré., informándole a Vd. sobre ella. Ya que de ahora en adelante viviré en su casa, donde una habitación ha sido alquilada para mi por la persona que del señor Carvajal recibió la orden de facilitarme las cosas...» Pehr Löfling a Carl Linné. Madrid, 4.11.1751 (Pelayo, 1990: 125-126).

En octubre de 1755 se inauguró en Madrid el Real Jardín Botánico; como primer catedrático se nombró a Joseph Quer, la plaza de segundo profesor sería ocupada por Joan Minuart. A tenor de los comentarios de Pehr Löfling, no cabe pensar que el método linneano se impusiera en España a través de los primeros profesores que dirigieron esta institución.

Las obras de acondicionamiento del Jardín de Migas Calientes, la institución regia destinada a la enseñanza de la botánica, habían comenzado en 1747. Pese a su inauguración efectiva poco después de la visita de Löfling a la Corte, sus plantaciones no estuvieron finalizadas hasta 1778; entonces pudo contemplarse su estructura: doce grandes cuadros ordenados según el sistema de Tournefort, pues éste era el modelo seguido para la enseñanza pública, iniciada en 1757 (Colmeiro, 1875; Añón, 1987). El mismo sistema que, desde años atrás, venía utilizando Cristóbal Vélez en las clases de botánica impartidas en el jardín botánico del Colegio de Boticarios de Madrid, iniciadas en el mes de mayo de 1751.⁵

Pero la estancia de Pehr Löfling en Madrid no fue baldía; el sueco trabó amistad con otros botánicos de la Corte, en especial con José Ortega⁶ y Cristóbal Vélez,⁷ en cuya casa vivió; el primer día de noviembre de 1751, recién llegado a Madrid, P. Löfling escribió a su maestro:

Vm. no podrá creer lo bien recibidas que han sido sus obras por acá, de las cuales antes de mi llegada no se tenía noticia alguna. La breve descripción de los caracteres en el sistema les ha contentado mucho; de modo que yo solo por esta novedad hubiera sido bien venido...⁸

5. En junta general del 1.05.1751 el Colegio de Boticarios de Madrid nombra a Cristóbal Vélez, a la sazón secretario del Colegio, para que se ocupe de las lecciones y demostraciones de plantas según el sistema de Tournefort, todos los domingos, a la hora que crea más cómoda para facilitar la asistencia de los mancebos de boticas y los boticarios colegiados; las lecciones dieron inicio el 4 de mayo (cf. Muñoz Calvo & González Bueno, 1986). El propio Löfling transmitirá la información a Linné: «El Collegio Pharmacopéo Regio le ha encargado la tarea de enseñar botánica a la juventud, N. B. según el método de Tournefort, correctamente recogido en el diario del Colegio que me ha enseñado [...] Sin embargo dice que se trata más bien de contentar a sus colegas que tan impresionados están por este método, pero él en todo caso seguirá el que le plazca, haciendo sólo mención a los géneros y especies de Tournefort...» Pehr Löfling a Carl Linné. Madrid, 4.11.1751 (Pelayo, 1990: 125-126).

6. «... el Sr. Ortega [...] es el más afamado de todos. Tengo el gusto de servirme de su librería á todas las horas...» Pehr Löfling a Carl Linné. Madrid, 28.07.1752 (Asso, 1801: 336).

7. «D. Cristóbal Vélez es aún más joven, de unos cuarenta años, y tiene una hermosa biblioteca de botánica. Su *Flora Matritensis* está escrito según el método de Tournefort, pero haré lo que pueda para atraerle hacia otras ideas [...] Su sistema le gusta especialmente por los caracteres tan nítidos...» Pehr Löfling a Carl Linné. Madrid, 4.11.1751 (Pelayo, 1990: 125-126). «Conozco que elogiándolo se le puede llevar adonde uno quiera...» Pehr Löfling a Carl Linné. Madrid, 13.03.1752 (Asso, 1801: 172).

8. Madrid, 1.11.1751 (Pelayo, 1990: 126).

Y apenas tres días después, en carta bajo leyenda «res privatae», hará una petición explícita para granjearse los favores de los botánicos de la Corte:

Si Vd. encontrara alguna forma para mí de promover nuestra causa aquí, escribiendo algún artículo u otra cosa que también me pueda recomendar a mí, desearía de todo corazón que me lo hiciera saber, ya que el tournefortianismo reina con tanta fuerza aquí...⁹

Y con la diligencia y la política que le era habitual, el maestro supo encontrar, entre las propias plantas remitidas por su discípulo, representantes de cuatro nuevos géneros con los que honrar a los botánicos de la Corte: *Ortegia* L., *Queria* L., *Minuartia* L. y *Velezia* L. El halago fue la forma habitual utilizada por la escuela linneana para granjearse la amistad de aquéllos cuyo apoyo o protección resultaba necesaria para la divulgación de sus doctrinas; desde luego esta táctica no fue una excepción en la Europa ilustrada, antes bien, parece la norma habitual de comportamiento.

Mientras, Pehr Löfling intenta catequizar, no sin dificultad, a los botánicos madrileños en las doctrinas de su maestro; los libros de Carl Linné —y sus teorías— harán una entrada triunfal en el puerto de Cádiz, su *Bibliotheca botanica*, *Fauna suecica*, *Flora suecica*, *Fundamenta botanica*, *Systema Naturae* y algunas obras más eran adquiridas, en Leyden, en 1752, por Joseph Nájera, con destino al Real Colegio de Cirugía de Cádiz, por decisión de Pedro Virgili. La opción de Pedro Virgili debe entenderse dentro de la propia utilidad del sistema de nomenclatura linneano, no tanto desde la reflexión teórica que podía suponer su aceptación. Pehr Löfling conocería personalmente a Pedro Virgili, durante su estancia gaditana de finales de 1753, previa a su embarque hacia tierras americanas. De él escribirá a Carl Linné:

Este Don Pedro Virgili es grande amigo de Don Joseph Ortega, por cuyo medio tendrá Vd. noticia de todo cuanto envíe y Vd. quiera saber. Es hombre de luces, y de un talento sobresaliente, muy amante de las ciencias y de los que las cultivan [...] Es lástima que no sea Botánico; aunque su afición á las ciencias le ha movido á poner un jardín botánico en el Colegio [de Cirugía de Cádiz]. Me ha consultado varias veces sobre el cultivo de varias yervas medicinales... (Asso, 1802: 325)

No nos quedan muchos datos de este jardín gaditano; sabemos de su instalación en 1751, de su ordenación en función del carácter medicinal del vegetal y de la identifica-

9. Madrid, 4.11.1751 (Pelayo, 1990: 160). El propio Pehr Löfling matizará, meses después, este comentario; en carta a Carl Linné, fechada en Madrid, a 13.03.1752, en alusión a la descripción del género «Minuartia» [sic por *Cervaria*] que el sueco atribuye a Joan Minuart, escribirá: «se excusa el Sr. Minuart diciendo, que él los explicó [los caracteres] según el método de Tournefort, quando no tenía noticia del sistema de Vmd., que no se conoció aquí hasta los años de 1739 y 1740...» (Asso, 1801: 166-167).

ción de las plantas, en 1752, mediante un centenar de «estacas de cidro»; meses después, cuando lo viera Löfing, aún era poco más que un proyecto apenas bosquejado. De lo que no cabe duda es de que se trataba de un jardín enfocado hacia la enseñanza de la botánica medicinal; desde agosto de 1755, se encontraba a su frente un antiguo colegial gaditano, Francisco Ruiz, formado *ex-professo*, en el Jardín de París (Bustos Rodríguez, 1983; Galán Ahumada, 1988).

La utilidad de la nomenclatura botánica, y su general difusión europea debieron ser los elementos clave que llevaron a Pedro Virgili a optar por el sistema linneano frente al de Tournefort imperante en la Corte. Pero el Jardín de Cádiz es apenas un espejismo; la enseñanza de la botánica en él se enfocaba hacia lo medicinal, aunque nos consta que se enseñaron los principios de la sistemática linneana; al menos así se desprende de los comentarios de José Celestino Mutis, quien asegura haber aprendido los rudimentos del método linneano en Cádiz, y haberse «perfeccionado» en él en Madrid, de manos de Miguel Barnades.

Miguel Barnades (+1771), catedrático de Botánica en el Real Jardín desde la muerte de Joseph Quer, en 1764, había estudiado en Montpellier, junto a F. Boissier de Sauvages (1706-1776), y fue buen conocedor de las doctrinas linneanas aunque no fiel seguidor de ellas.¹⁰ En los escritos de Barnades está bien patente la impronta de la escuela botánica francesa; sus *Principios de Botánica...* (Madrid, 1767) son una acertada síntesis de las teorías botánicas, en la que incorpora la terminología científica linneana junto a las teorías clasificatorias francesas más avanzadas. El texto es de una actualidad teórica indiscutible; no obstante carece de claves para la determinación de los vegetales, por lo que la práctica botánica en el Real Jardín de Madrid seguiría siendo tournefortiana hasta bien avanzado el siglo XVIII; Casimiro Gómez Ortega (1741-1818), sucesor de M. Barnades en la primera cátedra del Real Jardín, tradujo y adaptó unas *Tabulae Botanicae... in Institutiones Tournefortensis tradita...* (Madrid, 1773; 1783) para uso de los alumnos de esta institución.

En la correspondencia remitida por Casimiro Gómez Ortega a Carl Linné, éste se nos presenta como un botánico convencido de la filosofía expuesta por el sueco en sus escritos y atento a la difusión del método linneano (González Bueno & Ruiz Ochayta, 1985). Resulta difícil interpretar cómo este «devoto admirador» de C. Linné decide versionar las tablas tournefortianas y, apenas dos años después, publicar un *Curso elemental... de botánica* (Madrid, 1785; 1795; Parma, 1788; México, 1788) fiel a los principios linneanos. La justifica-

10. La crítica que de su persona y obra hace Antonio Capdevilla en carta a Albercht von Haller, fechada en Tovarra, a 15.06.1769, es atroz: «Miguel Barnades, Profesor Real de Botánica en Madrid, hombre ingrato y acaparador [...] en su primera parte de sus *Principia Botanices* [...] en unos pasajes alaba a Usted y a Linneo, en otros los menosprecia sobremanera, este mediocre conocedor de la doctrina de Tournefort, que no entiende su gran doctrina e insigne erudición en Botánica, ni la de Linneo. Los ignorantes blasfeman, beato apóstol [...]. El Jardín Real (vulgo Aguas calientes), ubicado a orillas del Manzanares [...] es inmenso, bien dispuesto, pero no se ha terminado por la incompetencia de Barnades...» (Barona *et al.*, 1996: 91).

ción que precede a su edición de las *Tabulae...* (Madrid, 1783) sólo prueba una falta de reflexión sobre la filosofía botánica:

[El sistema de Tournefort] se considera de mas facil inteligencia para los principiantes, haciéndose el segundo [el linneano] muy recomendable para los más doctos y adelantados en el Arte...

Antonio Palau (1734-1793), segundo catedrático de Botánica en el Real Jardín mientras C. Gómez Ortega ocupaba la primera cátedra, sí fue un modelo de asimilación de las teorías linneanas; a él se debe una *Explicación de la filosofía y de los fundamentos botánicos de Linneo...* (Madrid, 1778) seguida de una voluminosa *Parte práctica de botánica, del caballero Carlos Linneo...* (Madrid, 1784-1788. 8 tomos).¹¹ Ángel Gómez Ortega (1772-1809), sobrino de Casimiro y alumno de su tío en el Real Jardín, tradujo e hizo imprimir los *Fundamentos botánicos de Carlos Linneo...* (Madrid, 1788) (Basante, 1982) y el propio C. Gómez Ortega dio a las prensas, en 1792, una versión de la *Philosophia botanica...* linneana, de acuerdo con la adaptación que de ella hiciera J. Andrea Murray (Madrid, 1792). Es posible que no fueran éstos los únicos traductores de Carl Linné al castellano. En la correspondencia remitida por Antonio Capdevila i Gili (n. 1722) a Albert von Haller (1708-1777), éste se reconoce, al menos desde la primavera de 1771,¹² como traductor de las obras del naturalista sueco; no parece que éstas vieran los tórculos de la imprenta.

11. La Imprenta Real aún disponía de ejemplares de esta obra a la venta a fines del primer tercio del xix; la *Gaceta de Madrid* correspondiente al 25.04.1833 anuncia su venta con la siguiente apostilla: «En el sabio reinado del Sr. D. Cárlos III se propagó en España el gusto á las ciencias naturales por el convencimiento de lo mucho que contribuyen á las prosperidad de las naciones; y como no necesite el estudio de ella mas que de ser conocido para que se emprenda con irresistible entusiasmo, las han cultivado los españoles con sumo empeño y adelantamientos muy apreciables. Si Linneo es el padre filosófico de la botánica, Palau y Verdera es digno hijo suyo; del mismo modo que la presente obra es de primera necesidad para los que pretendan conocer los prodigios del reino vegetal. Esta bella edición, ejecutada por orden superior en la Imprenta Real de Madrid en 1784, consta de 9 tomos en 8º marquilla, que se venden por 270 rs.; advirtiéndose que en obsequio de los jóvenes que se dedican á esta ciencia, se despachará suelto el tomo 9º. que comprende el sistema de los vegetales, á 22 rs. en rústica» (cf. pág. 222).

12. En carta de Antonio Capdevila a Albercht von Haller, fechada en Bonillo el 3.05.1771, éste le comunica: «Hicimos hispana la *Philosophia Botanica* de Carlos Linneo, y ahora proyectamos traducir al castellano o español, su *Genera et Species Plantarum...*» (Barona *et al.*, 1996: 97) y poco después, desde Chinchilla, en la festividad de San Mateo de 1772: «La he traducido al castellano [la *Philosophia Botanica* de Linné] y la he dedicado al excelentísimo conde de Aranda; si quisiera correr con los gastos de edición, saldría a la luz; si no pudiera ser, se la enviaré al ilustre Linneo para que aprenda el fecundísimo idioma de los españoles...» (Barona *et al.*, 1996: 99). En 17.08.1776, desde Lillo, «He concluido las traducciones de la Filosofía i Generos del célebre Linneo, ahora tradusco las Especies...» (Barona *et al.*, 1996: 103); por cierto que, en este mismo escrito, no pierdo oportunidad de criticar a los catedráticos del Real Jardín: «Los Profesores Reales de Botánica conocen pocas hierva, enseñan por Tournefort, El 1º es D. Casimiro Ortega, el 2º D. Antonio Palau...» (Barona *et al.*, 1996: 102). La misma información transmitirá Antonio Capdevila a Gregorio Mayáns, en carta fechada, en Toledo, el 5.04.1778 (Peset, 1972: 262).

Pese a la utilización práctica del sistema tournefortiano, el Real Jardín de Madrid presentó, desde su nueva plantación en los prados de Atocha, inaugurada en 1781, una estructura de plantación científica acorde con el sistema de C. Linné. Dividido en tres planos, escalonados en ascenso desde la verja del paseo del Prado, cada uno de éstos se hallaba partido en cuadros: dieciséis en el plano bajo, en dos series iguales; catorce en el plano medio, en series de seis y ocho cuadros, y doce en el plano central, en dos series iguales. A éstos se añadían otros dos más situados a ambos lados del invernadero. Los dieciséis cuadros del plano bajo y los de la serie de ocho del plano medio fueron utilizados para contener las plantas ordenadas de acuerdo con las veinticuatro clases del sistema linneano; los seis cuadros del plano medio fueron utilizados para cultivar plantas medicinales hasta 1801, y con posterioridad sirvieron para mostrar la ordenación de A. J. Cavanilles. Ambas escuelas, la linneana pura —en veinticuatro cuadros— y la remodelada por Cavanilles —en quince cuadros— pervivieron en la distribución del Real Jardín hasta 1848, en que se optó por reformar la estructura de los cuadros, adoptándolas al sistema decandolliano.

El desarrollo teórico del sistema clasificatorio linneano, en nuestro país, fue llevado a cabo por Antonio José Cavanilles (1745-1802), quien desde 1801 ocupó la dirección del Real Jardín; éste elaboró unos avanzados *Principios de botánica*, publicados junto a las *Descripciones de plantas ... [que] demostro en las lecciones públicas del año 1801* (Madrid, 1802); en ellos se nos muestra un linneano convencido, al que la reflexión le lleva a proponer algunas críticas; con ellas definió un nuevo sistema de clasificación artificial que, si bien es cierto que aporta poco de interés, tiene el mérito de provenir de una reflexión sobre el método de trabajo empleado, algo novedoso en el ámbito de los estudios botánicos realizados en nuestro país (González Bueno, 2000).

4. Las teorías de Linneo en la periferia de la Corte española

La situación de otros jardines y naturalistas, alejados de la Corte, es similar a la esbozada para el jardín madrileño, modelo de actividad y organización para el resto de los instalados en el territorio sujeto al dominio de la Corona española, donde los textos redactados por los catedráticos del Real Jardín se imponen como sistema de enseñanza; es el caso del Jardín de la Regia Sociedad de Sevilla, del Jardín Botánico de Cartagena o del Colegio de Cirugía de la Armada en Barcelona.

Aun cuando en las *Reales Ordenanzas...* con que Felipe V dota, en 1737, a la Regia Sociedad de Medicina y otras Ciencias de Sevilla, se prevé la existencia de un jardín botánico con un responsable al frente, las primeras plantaciones no tendrán inicio hasta la primavera de 1777; se ocupará de ellas Antonio Ramos, un boticario granadino discípulo de Cándido María Trigueros (Barras de Aragón, 1918). La disposición de las plantas sigue, según indican los memoriales, «el orden de D. Casimiro Gómez Ortega» pero, en la práctica, se mantiene la propuesta tournefortiana, tanto en la ordenación del espacio como en la propia nomenclatura.

Apenas un centenar de plantones tiene esta primera instalación de 1777, todos de carácter medicinal. El Jardín de la Regia Sociedad de Sevilla arrastrará una lánguida existencia hasta que se hará cargo de él Pedro Abat, en octubre de 1786 (Barras de Aragón, 1932; Murillo, 1935). Este botánico de origen catalán, formado en Montpellier, renovará la estructura del viejo jardín para adaptarlo, en sus contenidos y estructura, a la propuesta linneana, pero Sevilla hubo de esperar hasta los comienzos de la década de 1790 para disfrutar de un jardín botánico organizado de acuerdo a la clasificación de Linné (Hermosilla, 1970; López Díaz & Moreno Toral, 1999).

El Jardín de Cartagena se inaugura en noviembre de 1787; la enseñanza en él impartida es mimética con el de Madrid; su biblioteca inicial queda prácticamente reducida a los sesenta ejemplares del *Curso de botánica elemental...* redactado por Casimiro Gómez Ortega, además de algunos volúmenes de Joseph Quer y Antonio Palau. No obstante, pronto comenzarán a adquirirse obras de Carl Linné; *Genera plantarum*, *Fundamenta Botanica*, *Bibliotheca botanica* y *Systema Naturae* se encontrarán en sus estantes en los inicios de 1788. La disposición de las plantas en el jardín sigue, desde sus inicios, como ocurriera en el del Pardo de Madrid, una disposición linneana, reservándose un amplio espacio para las especies de virtud medicinal (Ferrándiz Araújo, 1990).

En Valencia, la introducción del sistema linneano aparece vinculada a la adopción del Plan Blasco por su universidad, en 1786. No obstante, en los libros de instrumentos de la Universidad del Turia queda noticia de que, ya en 1772, José Albertós Sanz, catedrático de Teoría en la Facultad de Medicina, recomendaba la *Philosophia botanica* de Carl Linné para instruir a los estudiantes de medicina en la enseñanza de esta ciencia y, en la década de 1780, Tomás de Vilanova, catedrático de Aforismos en la misma facultad, se nos presenta como un fiel seguidor de las doctrinas linneanas (Sendra, 1998).

No cabe pensar, por ello, que el empleo de la nomenclatura linneana se generalizara en la enseñanza botánica impartida en la Universidad de Valencia. De hecho, en las oposiciones celebradas en junio de 1788 para dotar la cátedra de Botánica en aquella universidad, siguió empleándose el sistema nomenclatural polinomial en los ejercicios de determinación de las plantas. De los opositores concursantes, sólo Vicente Lorente empleó la nomenclatura linneana; unas oposiciones que se rigieron por el *Curso elemental de botánica...* redactado por Casimiro Gómez Ortega, convertido, en este último cuarto del siglo XVIII, en la referencia obligada para quien quisiera vincularse a algún puesto de carácter oficial. La plantación del Jardín Botánico de Puçol, al menos en 1792, cuando lo visitara Antonio José Cavanilles, estaba dispuesta según el orden linneano. El jardín de la universidad, realizado bajo las directrices del Plan Blasco, no fue inaugurado hasta los comienzos del XIX. Su estructura, en la que influyó decisivamente Antonio José Cavanilles, se atuvo al método linneano (González Bueno, 2000).

Los botánicos catalanes se mostraron, como los franceses, especialmente reacios a adoptar la sistemática linneana. Desde luego, las obras del naturalista sueco fueron conocidas

—y apreciadas— por Josep Salvador i Riera (1690-1761). Pere Barrère (1690-1755) le remitió, en mayo de 1755, los *Fundamenta Botanica* (Amsterdam, 1736), la *Bibliotheca botanica* (Amsterdam, 1736) y una edición del *Systema Naturae*, «qui est excellent pour apprendre l'histoire naturelle que j'aime plus que tous les autres ouvrages de Linnaeus...» (Camarasa & Amigó, 1993: 97), a la par sabemos del interés de este Salvador por procurarse un ejemplar del *Species plantarum* (Estocolmo, 1753) apenas un par de años después de que éste saliera de imprenta. Algunos naturalistas, ligados siempre a la escuela botánica de Montpellier, recibieron enseñanzas de Antoine Gouan (1733-1821), máximo defensor del sistema linneano en Francia (Camarasa, 1989: 61-92). Sabemos de la defensa realizada de las doctrinas linneanas en el foro de algunas instituciones científicas barcelonesas, la Real Academia de Ciencias y Artes (Jordi, 1989), y aún en su predecesora, la Real Conferencia Físico-Experimental, de la que formó parte Benito Paltor, uno de los médicos que habían acompañado a Pehr Löfling durante su estancia en el Orinoco. El jardín del Colegio de Cirugía de Barcelona sigue, en la nomenclatura de las plantas, la estructura binomial, al menos en las adquiridas al herbolario José Peix en diciembre de 1790 (Gaspar, 1994); una breve nota de este herbolario, corresponsal de Antonio Palau, fechada en marzo de 1786, informa de la llegada a Barcelona de un paquete de libros linneanos, con indicación de sus precios (Camarasa, 1989: 75-76).

Los botánicos mallorquines siguen, en su formación, un proceso similar a los catalanes. Joan Cursach i Arquimbau (1759-1832), alumno de Antoine Gouan en Montpellier, dio a las prensas un *Botanicus medicus ad medicinae alumnorum usus*, una obra en dos volúmenes (Maó, 1791) dedicada a las plantas medicinales menorquinas, el primero de ellos con un catálogo florístico ordenado de acuerdo a la sistemática linneana (Cardona, 1985).

Aragón contó con el jurista Ignacio Jordán de Asso (1742-1814), formado entre los científicos holandeses durante su estancia en el consulado de España en Amsterdam, autor, entre otras obras, de una *Synopsis stirpium... Aragoniae* (Amsterdam, 1779), quizás la primera flora publicada de acuerdo con la metodología linneana por un botánico hispano. En 1797 se fundó, en Zaragoza, un jardín botánico patrocinado por la Sociedad Económica Aragonesa de Amigos del País, su dirección fue encomendada al boticario Pedro Gregorio de Echeandía quien siguió, en su enseñanza, las directrices emanadas desde el Real Jardín de Madrid (Martínez Tejero, 1997).

En la década de 1780 se crean, en ocasiones sólo sobre el papel, algunos otros jardines botánicos: los de Pamplona, Granada, Salamanca, Segovia, Reinosa, y algunos otros, gracias a los esfuerzos emprendidos por las sociedades económicas de amigos del país; en ellos, el interés agrícola prevaleció sobre el trabajo florístico (García González & Rodríguez García, 1978; Puerto, 1988).

Los estudios zoológicos conocieron un desarrollo más lento en nuestro país; sólo la ictiología tuvo cierto desarrollo. Los trabajos de José Cornide Saavedra (1734-1808) sobre las pesquerías gallegas tienen influencia de los textos de Pehr Artedi, Antoine Gouan y, por su-

puesto, de los capítulos ictiológicos del *Systema Naturae* (Leiden, 1735) linneano; su *Ensayo de una historia de los peces y otras producciones marinas de las costas de Galicia...* (Madrid, 1788) se presenta «[a]rreglado al sistema del caballero Carlos Linneo». El mismo sistema de ordenación lleva el *Catálogo... que representan los animales y monstruos el Real Gabinete* (Madrid, 1784-1786) realizado por Juan Bautista Bru. Ignacio Jordán de Asso fue autor de una *Introductio in Oryctographiam, et Zoologiam aragoniae* (Amsterdam, 1784), de especial interés por sus comentarios paleontológicos, y de una «Introducción á la Ichthyologia oriental de España» aparecida en el volumen de los *Anales de Ciencias Naturales* correspondiente a 1804. No obstante, el peso de la sistemática linneana en zoología fue mucho menor que en botánica; el predominio de la escuela francesa, con el conde de Buffon a su cabeza, tuvo mayor influencia.

5. Las teorías de Linneo en los virreinos americanos

La botánica, con su moderno lenguaje linneano, se nos presenta como un elemento especialmente útil en la política borbónica, y como tal será empleada para lograr la reforma sanitaria. Además se convertirá en pieza imprescindible del ambicioso programa de inventario y comercialización de las riquezas coloniales coordinado por Casimiro Gómez Ortega durante el último cuarto del siglo XVIII. Por ello, la introducción del sistema linneano —de su forma de nombrar y clasificar a los vegetales y animales— correrá pareja a la marcha de las reales expediciones botánicas en el territorio americano. En los virreinos americanos la introducción del sistema linneano está vinculada al programa de las expediciones científicas (González Bueno, 2006).

La creación de un jardín botánico en México, donde se enseñara la botánica de acuerdo con los principios linneanos, al modo en que se practicaba en el Real Jardín de Madrid, está presente en los documentos previos a la propia aprobación de la expedición novo-hispana. Las motivaciones que inducen a Martín de Sessé a sugerir tal actuación, en el enero de 1785,¹³ entran, de lleno, en la reforma sanitaria que, desde la nueva institución, ha de emprenderse en la administración del Tribunal del Protomedicato mexicano. En definitiva, la transposición del modelo seguido en la Corte al territorio virreinal de México.

La idea primigenia de Martín de Sessé fue construir el jardín botánico mexicano en los terrenos del Colegio de San Pedro y San Pablo, pero ésta y otras opciones posteriores no tuvieron el plácet de la administración virreinal; la ubicación finalmente aceptada fue un espacio situado cerca del Real Hospital de Naturales, conocido como Potrero de Atrampa. Allí funcionó un jardín botánico al modelo europeo; sus plantones quedaron, desde 1790, al

13. Cf. carta de Martín de Sessé a Casimiro Gómez Ortega. La Habana, 30.01.1785, donde expresa el deseo de establecer, en Nueva España, «Cathedra de Botanica con Jardín, a que convida el fértil e inculto terreno que hay dentro de Palacio contiguo a la Universidad...» y una academia de medicina análoga a la existente en la Corte (Archivo del Real Jardín Botánico, Madrid [ARJB], leg. V,1,1,1).

cuidado de Jacinto López, quien actuará como jardinero mayor, enviado desde la Corte por Antonio Porlier, el ministro de Indias. Para la enseñanza de la botánica se acondicionó una casa próxima, cedida por el arquitecto mayor de la ciudad, Ignacio Castreña, en cuyo pequeño jardín Vicente Cervantes dispuso los elementos precisos para la realización de los trabajos prácticos (Moreno, 1988). Fue aquí donde comenzaron a impartirse, en la tarde del 2 de mayo de 1788,¹⁴ las primeras enseñanzas de botánica linneana en la América hispana, plenamente acordes con lo dictado en el «Reglamento...» y el «Plan de Enseñanza...» que habrían de regir en el jardín botánico mexicano. Una enseñanza mimética con la desarrollada en el jardín madrileño, en cuya formulación legal ha de verse la pluma de Casimiro Gómez Ortega.¹⁵

Las élites criollas quisieron ver en la implantación de un modelo de clasificación impuesto desde Europa una vejación más a sus tradiciones culturales; al frente de ellas se situó el presbítero José Antonio Alzate, paladín de la causa anti-linneana desde las páginas de la *Gaceta de Literatura* editada en México (Peset, 1987: 21-139; Moreno, 1989). La polémica no debe entenderse en términos internalistas, no se discute la validez técnica del nuevo sistema; el enfrentamiento tiene claros tintes ideológicos. Con la introducción del sistema linneano, el grupo criollo liderado por José Antonio Alzate cree ver un rechazo más a sus sistemas tradicionales de nombrar y conocer la utilidad de los vegetales, quizás más útiles para el ámbito territorial novo-hispano, pero ciertamente alejados de la universalidad de la ciencia:

Perdóneme la memoria el célebre Linneo si digo que sus profundos conocimientos más han perjudicado al verdadero conocimiento de las plantas que nos han hecho felices ¿De qué sirve haber formado o establecido un nuevo idioma, si por él no adquirimos los conocimientos relativos a las virtudes de las plantas, que es lo que nos importa? ¿De qué sirve reducir tal o tal planta a tal género, a tal especie, si posee virtudes muy opuestas a las que por apariencia deben comprenderse en cierta clase asignada?... (Alzate, 1788 *vide* Moreno, 1989: 3)

14. Ese día Vicente Cervantes pronunció la lección inaugural; habría que esperar al 5 de mayo de ese mismo 1788 para que dieran comienzo las clases regladas; de todo ello daría cuenta Martín de Sessé a Antonio Porlier, ministro de Indias, en oficio fechado el 27.05.1788 (ARJB, leg. V,11,22).

15. Para la enseñanza se hizo imprimir, en 1788 y por las mismas prensas que se ocupaban de editar la *Gaceta de México*, la parte teórica del *Curso elemental...* redactado por Casimiro Gómez Ortega, utilizado en el Real Jardín de Madrid: *Curso elemental de botánica, teórico, dispuesto para la enseñanza del real Jardín botánico de Madrid, de orden del rey nuestro señor por el Dr. Casimiro Gómez Ortega y d. Antonio Palau Verdera. Parte teórica. De orden de su Exca... México*, Felipe de Zúñiga y Ontiveros, 1788. El texto es reimpresión de la edición madrileña de Antonio de Sancha (1785). Acerca de la impresión de esta obra informa Martín Sessé en carta a Casimiro Gómez Ortega fechada el 27.03.1788 (ARJB, leg. V,1,1,21).

La relación de los discentes formados en las aulas del jardín botánico mexicano es extensa y revela, bien a las claras, el enraizamiento que, pese a las polémicas surgidas con el presbítero Alzate y otros prohombres del virreinato, tuvieron estas enseñanzas (Aceves, 1987; 1993).

Como no podía ser de otro modo, las tradiciones locales —de las que los nombres vulgares y los usos populares son parte sustancial— acabaron integrándose con el nuevo lenguaje universal linneano, en un maridaje que perdura hasta nuestros días. El polemista José Antonio Alzate acabó aceptando la nueva sistemática y divulgándola —junto a las disputas generadas entre los miembros de la real expedición— desde las páginas de su *Gaceta de Literatura*. En ella encontraron acomodo los discursos pronunciados por Vicente Cervantes en los inicios de los cursos 1793 y 1794, junto a las discusiones mantenidas entre José Longinos y el propio Vicente Cervantes y sus discípulos en torno a la correcta interpretación de los aforismos linneanos.

El modelo clónico de jardín mexicano clonó, a su vez, en los intentos institucionales generados durante los viajes de la real expedición, tanto en Guatemala (Taracena, 1983; Maldonado, 1996) como en La Habana (Puig Samper & Valero, 2000); estructuras de corta vida, apenas diseñadas sobre el papel, cuyo principal atractivo reside en intentar reproducir en la periferia de la periferia los mismos modelos que la metrópoli diseñó para sus territorios coloniales.

En el virreinato del Perú Carl Linné entró de las manos de los botánicos, españoles y franceses, que conformaron la real expedición a aquel territorio (Estrella, 1993), pero la difusión de su sistema no se produjo a través de la enseñanza reglada de la botánica —como sí ocurrió en México—, sino por mediación de la Sociedad Académica de Amanates del País de Lima y, en particular, de la revista que éstos editaron, el *Mercurio Peruano*. No son pocos los artículos de cariz botánico e impronta linneana aparecidos en las páginas de esta revista. Bajo la firma de Aristio —José Hipólito Unanue (Woodhan, 1970)—, se publicó, en las páginas del *Mercurio Peruano* correspondientes a 1791, una «Introducción a la descripción científica de las plantas del Perú», modelo de asimilación de los principios linneanos, a la que siguieron otras memorias sobre el tabaco o la coca, construidas —en lo que a la formulación taxonómica respecta— según las ideas del «príncipe de los sexualistas». Las páginas del *Mercurio Peruano* editadas en 1794 incluyen una memoria sobre la «Necesidad de una historia natural científica», firmada por el padre González Laguna, un alegato más sobre la conveniencia de utilizar los sistemas linneanos de clasificación y nomenclatura para el inventario de la naturaleza peruana (González Laguna *vide* Clément, 1998: 93-114).

Ciertamente el modelo diseñado desde la Corte para difundir estas enseñanzas en el Perú no fue éste, sino el mismo ensayado en México: la creación de una cátedra de Botánica en la que, a la vez que se enseñaba la nueva ciencia, se adiestraba a individuos útiles para poder remitir a la metrópoli información sobre la naturaleza colonial y su posible explotación. Y todo ello sin mayor carga económica para el real erario, por correr los gastos del profesor a

cargo de las arcas de la universidad en que realiza sus funciones docentes.¹⁶ Pero Lima está muy alejada de la Corte, y las decisiones del Soberano tardan en llegar, y mucho más en cumplirse, en particular cuando hay intereses profesionales y personales encontrados. Aunque creada por una real orden de 1787,¹⁷ la cátedra de Botánica no sería fundada en Lima hasta los comienzos de 1796 (Estrella, 1989). Las enseñanzas botánicas impartidas en el Real Colegio de San Fernando, adscrito a la Universidad de San Marcos, siguen la misma estructura de clases teóricas y prácticas implantada en el Real Jardín de Madrid, y la docencia se realiza ateniéndose, de manera estricta, a los planteamientos del sistema linneano; para la enseñanza práctica se fundó, en 1808, un jardín anejo al Real Colegio, cuya dirección era inherente a la cátedra de Botánica.

En Nueva Granada, la introducción del sistema linneano, como tantas otras novedades científicas y técnicas, estuvo ligada a la figura de José Celestino Mutis. El contacto epistolar entre Carl Linné y José Celestino Mutis se inició a través de Clas Alströemer, un discípulo del naturalista sueco, a quien Mutis conoció en Cádiz durante la estancia en esta ciudad del joven sueco, en cuyo puerto había desembarcado a mediados de 1760, coincidiendo con Mutis cuando éste se disponía a partir a Nueva Granada.¹⁸ Pero el naturalista gaditano ya conocía los métodos y la filosofía de C. Linné, aprendida durante las clases recibidas en el Real Colegio de Cirugía de San Fernando, en particular las dictadas por Francisco Ruiz entre 1755 y 1758, posteriormente «pulidos [...] en compañía del celebre doctor Barnades».¹⁹

A comienzos de junio de 1761 José Celestino Mutis recibirá una nota, escrita de mano de Carl Linné cuatro meses atrás, en la que además de agradecerle el prometido envío de colecciones americanas, se interesa por la descripción y costumbres de las hormigas americanas; se inicia así una discontinua correspondencia, en la que no serán pocos los envíos a Upsala de materiales novo-granadinos.²⁰

16. «Deseoso también su Magestad de que se radiquen y propaguen por medio de la enseñanza los conocimientos de Botánica o Historia natural (lo que podrá lograrse sin gravamen del Real Erario) quiere que mediante en la Universidad Literaria de esa capital habrá o debe haber una Cátedra de simples ó de Materia medica para lo que se necesita el conocimiento de las yervas se confiere sin perjuicios de tercero al Botanico Agregado a cuyas órdenes ha de estar el Dibujante, con la obligación de enseñar Botánica theórica y práctica y de continuar las exploraciones, Herbarios, Dibujos y remesas que se le encarguen...» (Cf. Borrador de la Real Orden de 18.03.1787, dirigida, desde El Pardo, al superintendente subdelegado de la Real Hacienda de Lima (Archivo del Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid (AMNCN), Expediciones, doc. 120).

17. Cf. Borrador de la Real Orden de 18.03.1787 (AMNCN, Expediciones, doc. 120).

18. Quizás por mediación del cónsul sueco en Cádiz, Enmanuel Swedenbourg (1688-1772), como señala José Antonio Amaya (1999).

19. Así lo reconocerá José Celestino Mutis en el memorial elevado a Carlos III, desde Santa Fe, con fecha de 26.06.1794 (reproducido por Hernández Alba, 1968, vol. 1: 31-43).

20. Este contacto epistolar se reduce a cinco cartas de Carl Linné a José Celestino Mutis, remitidas entre febrero de 1761 y mayo de 1774, y unas trece cartas de Mutis al sueco, enviadas, no siempre con éxito, entre julio de 1761 y febrero de 1777 (Cf. Amaya, 1999: 109-116).

Los materiales remitidos por José Celestino Mutis a Carl Linné influyeron, y de manera notable, en la propia obra del naturalista sueco. Y el botánico gaditano fue, sin duda, uno de los más fieles seguidores de la filosofía linneana; de acuerdo a estos principios concibió su monumental *Flora de Bogotá*, en la que la sola representación gráfica del vegetal habría de bastar, pues de texto apenas nos han llegado unos bosquejos preparatorios.²¹ Consciente de la importancia del análisis de las estructuras florales en la sistemática linneana, formó a un dibujante, Francisco Javier Matis, para que, de manera especial, se dedicara a tan delicada tarea (Díaz-Piedrahita, 2000).

Nada puede oponerse a la formación linneana de José Celestino Mutis. Pese a conocer los sistemas naturales —en su nutrida biblioteca se encontraba el *Genera plantarum...* de Antoine-Laurent de Jussieu (París, 1789)—, su adscripción al sistema clasificatorio de Carl Linné —y con él el de toda la expedición botánica— se mantuvo viva hasta los últimos años de su vida. Y poco más podemos añadir al desarrollo de la botánica linneana en Nueva Granada.

La proyección social de los principios linneanos quedó limitada a los miembros de la expedición, a sus discípulos más próximos, y sólo en la medida en la que éstos fueron transmitidos por una persona tal celosa de sus conocimientos como fue José Celestino Mutis (Restrepo, 1993).²² El devenir de esta expedición, tan distinta a las otras organizadas desde la Corte, tan asentada en el propio virreinato que la vio nacer, no habría de conllevar ni la reforma de la organización sanitaria ni la introducción de la enseñanza de la botánica en las cátedras universitarias.²³

Corolario

La nomenclatura binomial y la sistemática linneana hacen su entrada en nuestro país de manos de algunos, pocos, estudiosos de las plantas, más interesados en la utilización de los vegetales que en el estudio metódico de la botánica. En algunos centros de enseñanza, como

21. En el Archivo del Real Jardín Botánico de Madrid (leg. III, 4, 1-486) se conservan 672 folios donde se compendian todas las descripciones botánicas debidas a la pluma de Mutis: 315 bajo nombre científico y 29 más precedidas de un interrogante; se añaden a éstas 72 relaciones de plantas (57 bajo sólo nombre vulgar y 14 en las que únicamente consta el encabezamiento con el nombre científico). La descripción más antigua incluida entre los papeles de la *Flora de Bogotá* está fechada el 19.11.1760; Mutis mantuvo vivo el proyecto hasta los últimos días de su vida; falleció el 11.09.1808. La ordenación de sus materiales responde, inequívocamente, al modelo linneano.

22. Acerca del «carácter patrimonial» de los saberes en el pensamiento mutisiano, es significativo el siguiente párrafo, procedente de uno de sus escritos al virrey-arzobispo Antonio Caballero Góngora, fechado el 3.01.1789: «Traeré a mi lado tres sobrinos míos, que a mis expensas se están educando, y a quienes podré manejar con los derechos que sobre ellos me ha dado la naturaleza, para depositar en ellos por herencia mis tales cuales conocimientos en Historia Natural, Medicina y Astronomía...» (transcrito en G. Hernández Alba, 1968, vol. 1: 438).

23. José Celestino Mutis sí elaboró algunas propuestas reformadoras de planes de estudios, en particular para la enseñanza de la medicina, dentro de unas pautas que recuerdan, en mucho, la enseñanza impartida por los reales colegios de cirugía de la metrópoli (Quevedo, 1992).

el gaditano Colegio de Cirugía de la Armada, bajo la dirección de Pedro Virgili, o en la Universidad de Valencia, incluso con anterioridad al Plan Blasco, ya se enseñaba bajo los principios linneanos.

No obstante, éstas serán meras ilusiones en un país anclado en la práctica tournefortiana. La presencia de Pehr Löfving en la Corte poco influyó en la generalización del sistema linneano entre los botánicos que tendrían que regir los estudios del Real Jardín madrileño; habrá que esperar a una segunda generación, formada en Italia y Francia, para que este método fuera imperante en las aulas españolas.

La publicación del *Curso elemental de botánica...*, redactado por Casimiro Gómez Ortega, aun cuando mantenga algo de eclecticismo doctrinal, supuso la definitiva generalización de estas teorías en todas las cátedras españolas, metropolitanas y americanas, en las que la botánica tuvo cabida.

Las tierras americanas conocieron el método y la sistemática linneana al albur de las expediciones enviadas por la metrópoli —Perú y Nueva España—, u organizadas desde la propia colonia —Nueva Granada— bajo el reinado de Carlos III. Su introducción en aquellas tierras, en especial en la Nueva España, no estuvo exenta de polémica. Las directrices emanadas desde la Corte para propiciar la enseñanza y divulgación de un modelo racional, acomodado a la mentalidad científica imperante en la Europa de la época, fueron siempre las mismas: creación de nuevas instituciones, miméticas con las establecidas en Madrid y, desde ellas, emprender las mismas reformas administrativas procuradas desde la Corte. No cabe pensar en un afán altruista por parte de las mentes metropolitanas; la creación de estas cátedras de botánica responde a la doble necesidad de formar discípulos diestros —afines a los intereses de la Corona— en el inventariado de las riquezas naturales de su respectivo ámbito territorial, y adecuar los caducos sistemas organizativos sanitarios a las nuevas propuestas borbónicas.

Lamentablemente, la introducción de estas nuevas teorías se produjo de manera coyuntural, en parte promovida como una acción de gobierno, falta de la necesaria reflexión teórica, lo que provocó una aceptación acrítica, más sujeta a la moda que al convencimiento de su utilidad. Ello conllevó, en ocasiones, a una forzada convivencia entre las teorías de Tournefort y Linné. Deberemos esperar hasta el tránsito al siglo XIX para, de la pluma del abate Cavanilles, encontrar textos en los que se reflexione y profundice sobre el valor de estas teorías.

Bibliografía

- ACEVES PASTRANA, P. (1987), «La difusión de la ciencia en la Nueva España en el siglo XVIII: la polémica en torno a la nomenclatura de Linneo y Lavoisier», *Quipu*, **4**, 357-385.
- (1993), *Química, botánica y farmacia en la Nueva España a finales del siglo XVIII*, México, UAM.
- ÁLVAREZ LÓPEZ, E. (1947), «De la *Philosophia Botanica* de Linneo a algunos temas fundamentales de la biología», *Anales del Jardín Botánico de Madrid*, **8**, 5-87.
- ALVAR GONZÁLEZ, D. (1992), *El sistema de clasificación de Linneo*, Oviedo, Pentalfa.
- AMAYA, J. A. (1999), *Mutis, apôtre de Linné en Nouvelle-Grenade. Histoire de la botanique dans la vice-royauté de la Nouvelle-Grenade (1760-1783)*, Barcelona, Institut Botànic.
- AÑÓN, C. (1987), *Real Jardín Botánico de Madrid: Sus orígenes. 1755-1781*, Madrid, Real Jardín Botánico (CSIC).
- ASSO, I. (1801-1802), «Observaciones de historia natural hechas en España y en América por Pedro Loeffling; traducidas del sueco, segun la edición de Carlos Linneo», *Anales de Ciencias Naturales*, **3**, 278-315 (1801); **4**, 155-191, 334-339 (1801); **5**, 82-104, 296-341 (1802).
- BARONA, J. L.; GÓMEZ, X.; MICÓ, J. A.; SOLER, A. (1996), *La correspondencia entre A. Von Haller y Antonio Capdevila*, Valencia, Seminari d'Estudis sobre la Ciència.
- BARRAS DE ARAGÓN, F. (1918), «El botánico D. Antonio Ramos, fundador del Jardín de la Real Sociedad de Médica de Sevilla», *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, **18**, 449-462.
- (1932), «Actividad científica de la Sociedad de Medicina y Ciencias de Sevilla en el siglo XVIII», *Anales de la Universidad de Madrid (Ciencias)*, **1** (1), 32-44.
- BASANTE POL, R. M. (1982), «Notas biográficas del Dr. D. Angel Gómez Ortega», *Anales de la Real Academia de Farmacia*, **48**, 627-638.
- BLUNT, W. (1982), *El naturalista: Vida, obra y viajes de Carl von Linné (1707-1778)*, traducción de M. Crespo, Barcelona, Serbal.
- BOERMAN, A. J. (1953), «Carolus Linnaeus. A psychological study», *Taxon*, **2** (7), 145-156.
- BROBERG, G. (ed.) (1980), *Linnaeus. Progress and prospects in the Linnean research*, Pittsburgh, Hunt Institute for Botanical Documentation.
- (2006), *Carl von Linne*, traducción de F. Mena González, Ödeshög, Svenzka Institutet.
- BUSTOS RODRÍGUEZ, M. (1983), *Los cirujanos del Real Colegio de Cádiz en la encrucijada de la Ilustración (1748-1796)*, Cádiz, Universidad de Cádiz.
- CAMARASA, J. M. (1986), *El botànic Joan Minuart (1693-1768)*, Sant Celoni, Impremta Bilbeny.
- (1989), *Botànica i botànics dels Països Catalans*, Barcelona, Enciclopèdia Catalana.
- CAMARASA, J. M.; AMIGÓ, J. J. (1993), «Salvadorrianae. I. La correspondència de Pere Barrère i Volar (Perpinyà 1690-1755) amb Josep Salvador i Riera conservada a la biblioteca Salvador de l'Institut Botànic de Barcelona», *Collectanea Botanica* [Barcelona], **22**, 73-104.
- CARDONA, M. A. (1985), «El coneixement florístic de l'Illa de Menorca», *Butlletí de la Institució Catalana d'Història Natural*, **50**, 125-133.
- CLÉMENT, J. P. (1997-1998), *El Mercurio peruano, 1790-1795*, Frankfurt, Vervuert, 2 v.
- COLMEIRO, M. (1875), «Bosquejo histórico y estadístico del Jardín Botánico de Madrid», *Anales de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, **4**, 211-345.
- DÍAZ-PIEDRAHITA, S. (2000), *Matís y los dos Mutis: Orígenes de la anatomía vegetal y de la sinanterología en América*, Bogotá, Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. (Colección Enrique Pérez Arbeláez; 14)
- ESTRELLA, E. (1989), «Introducción histórica. La expedición de Juan Tafalla a la Real Audiencia de Quito (1799-1808) y la *Flora Huayaquilensis*». En: TAFALLA, J. J., *Flora Huayaquilensis sive descriptiones et icones plantarum huayaquilensium secundum systema linneanum digestae*, ed. de E. Estrella, Madrid, ICONA, CSIC, XIII-CVI.
- (1993), «Introducción del sistema linneano en el Virreinato del Perú». En: LAFUENTE, A.; ELENA, A.;

ORTEGA, M. L. (ed.), *Mundialización de la ciencia y cultura nacional*, Madrid, Universidad Autónoma de Madrid, Doce Calles, 341-348.

FERRÁNDIZ ARAÚJO, C. (1990), *Real Jardín Botánico de Cartagena*, Murcia, Ayuntamiento de Cartagena, Academia Alfonso X el Sabio.

GALÁN AHUMADA, D. (1988), *La farmacia y la botánica en el Hospital Real de Marina de Cádiz*, Madrid, Naval.

GARCÍA GONZÁLEZ, A. F.; RODRÍGUEZ GARCÍA, V. (1978), «Proyectos de jardines botánicos para aclimatar plantas americanas en Andalucía: 1780-1800». En: *Actas del I Congreso de Historia de Andalucía. III. Andalucía moderna (siglo XVIII)*, Córdoba, Monte de Piedad y Caja de Ahorros, 229-238.

GASPAR GARCÍA, M. D. (1994), «El Jardín Botánico y el Real Colegio de Cirugía de Barcelona (1784-1793)», *Medicina & Historia* [Barcelona, Fundación Uriach], **51**.

GONZÁLEZ BUENO, A. (1990), «Penetración y difusión de las teorías botánicas en la España Ilustrada». En: FERNÁNDEZ, J.; TASCÓN, I. (ed.), *Ciencia, técnica y estado en la España ilustrada*, Zaragoza, Ministerio de Educación y Ciencia, 381-395.

— (2000), «Antonio José Cavanilles y el Jardín Botánico». En: ALBIÑANA, S. (coord.), *Cinc siglos en un día*, Valencia, Universitat de València, 89-92.

— (2001), *El príncipe de los botánicos: Linneo*, Madrid, Nivola.

— (2006), «Plantas y luces: la botánica de la Ilustración en la América hispana». En: KOHUT, K.; ROSE, S. V. (ed.), *La formación de la cultura virreinal. III. El siglo XVIII*, Frankfurt, Vervuert, 107-128.

GONZÁLEZ BUENO, A.; PUERTO, F. J. (1988), «Ciencia y farmacia durante la Ilustración». En: SELLÉS, M.; PESET, J. L.; LAFUENTE, A. (ed.), *Carlos III y la ciencia de la Ilustración*, Madrid, Alianza, 127-140.

GONZÁLEZ BUENO, A.; RUIZ OCHAYTA, M. I. (1985), «La introducción de la filosofía linneana en la botánica española: actitud de Casimiro Gómez Ortega», *Boletín de la Sociedad Española de Historia de la Farmacia*, **36** (141-142), 15-39.

JACKSON, B. D. (1923), *Linnaeus (afterwards Carl von Linné): The history of his life*, Londres, H. F. and G. Witherby.

HERMOSILLA MOLINA, A. (1970), *Cien años de medicina sevillana*, Sevilla, Diputación Provincial.

HERNÁNDEZ ALBA, G. (comp.) (1968-1975), *Archivo epistolar del sabio naturalista don José Celestino Mutis*, Bogotá, Instituto Colombiano de Cultura Hispánica, 4 v.

JORDI GONZÁLEZ, R. (1989), «Los discursos botánicos del boticario barcelonés Francisco Morer, pronunciados en la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona (9-5-1787 / 13-11-1799)», *Circular Farmacéutica*, **301**, 29-44.

LÓPEZ DÍAZ, M. T.; MORENO TORAL, E. (1999), *La aportación hispalense a la botánica ilustrada. El jardín de plantas medicinales de la Regia Sociedad de Medicina de Sevilla*, Sevilla, Real Academia de Medicina de Sevilla.

MALDONADO POLO, J. L. (1996), «La expedición botánica a Centroamérica (1795-1799): la flora de Guatemala». En: MOCIÑO, J. M., *Flora de Guatemala*, ed. de J. L. Maldonado, Madrid, Doce Calles, 17-136.

MARTÍNEZ TEJERO, V. (1997), «Botánica y química: su instauración como disciplinas académicas en Aragón». En: ECHEANDÍA, P. G., *Función pública de abertura de las cátedras de Botánica, y Química, que celebró la Real Sociedad Aragonesa...*, ed. de Vicente Martínez Tejero, Zaragoza, Institución Fernando el Católico, 9-33.

MORENO, R. (1988), *La primera Cátedra de Botánica en México*, México, UNAM, Instituto de Investigaciones Históricas.

— (ed.) (1989), *Linneo en México: Las controversias sobre el sistema binario sexual. 1788-1798*, México, UNAM.

MUÑOZ CALVO, S.; GONZÁLEZ BUENO, A. (1986), «Contribución del Colegio de Farmacéuticos de Madrid al desarrollo de la Botánica española en el siglo XVIII». En: MARTÍN FERRERO, P. (ed.), *Actas del Simposium CCL aniversario nacimiento de Joseph Celestino Mutis*, Cádiz, Diputación de Cádiz, 291-296.

MURILLO, F. (1935), «La Sociedad Regia de Medicina y demás Ciencias de Sevilla y el botánico D.

- Pedro Abat y Mestre», *Boletín de la Academia Nacional de Farmacia*, **4**, 53-80.
- PASCUAL, R. (1970), *El botánico José Quer (1695-1764), primer apologista de la ciencia española*, Valencia, Instituto de Historia de la Medicina.
- PELAYO, F. (ed.) (1990), *Pehr Löfling y la Expedición al Orinoco. 1754-1761*, Madrid, Sociedad Estatal Quinto Centenario.
- PELAYO, F.; PUIG SAMPER, M. Á. (1992), *La obra científica de Pehr Löfling en Venezuela*, Caracas, Lagoven.
- PESET, J. L. (1978), *Ciencia y libertad: El papel del científico ante la independencia americana*, Madrid, CSIC.
- PESET, V. (1972), *Mayans y los médicos*, Valencia, Ayuntamiento de Oliva. [Epistolario]
- PUERTO, F. J. (1988), *La ilusión quebrada: Botánica, sanidad y política científica en la España ilustrada*, Barcelona, Serbal/CSIC.
- PUERTO, F. J.; GONZÁLEZ BUENO, A. (1995), «La militarización de la flora: jardines botánicos en la España ilustrada». En: BALAGUER, E.; GIMÉNEZ, E. (ed.), *Ejército, ciencia y sociedad en la España del Antiguo Régimen*, Alicante, Instituto de Cultura Juan Gil-Albert, 459-471.
- PUIG SAMPER, M. Á. (1993), «Difusión e institucionalización del sistema linneano en España y América». En: LAFUENTE, A.; ELENA, A.; ORTEGA, M. L. (ed.), *Mundialización de la ciencia y cultura nacional*, Madrid, Universidad Autónoma de Madrid, Doce Calles, 349-359.
- PUIG SAMPER, M. Á.; VALERO GONZÁLEZ, M. (2000), *Historia del Jardín Botánico de La Habana*, Madrid, Doce Calles.
- QUEVEDO, E. (1992), «José Celestino Mutis y la Medicina». En: SAN PÍO ALADRÉN, M. P. (coord.), *Mutis y la Real Expedición Botánica del Nuevo Reyno de Granada*, vol. 1, Bogotá, Madrid, Villegas, Lunwerg, 53-75.
- RESTREPO, O. (1993), «Naturalistas, saber y sociedad en Colombia». En: RESTREPO, O.; ARBOLEDA, L. C.; BEJARANO, J. A., *Historia natural y ciencias*, Bogotá, Colciencias, 17-327.
- RIERA, J. (1981), *Medicina y ciencia en la España ilustrada: Epistolario y documentos, I*, Valladolid, Universidad de Valladolid. (Acta Histórico-Médica Vallisoletana; XII)
- RYDEN, S. (1957), *Pehr Löfling en Venezuela (1754-1756)*, Madrid, Península.
- SENDRA MONCHOLÍ, C. (1998), «La enseñanza de la botánica en la Valencia del último tercio del siglo XVIII. El caso de Vicente Alfonso Lorente Asensi (1758-1813)», *Cronos*, **1** (1), 113-133.
- STAFLEU, F. A. (1971), *Linnaeus and the linneans, the spreading of their ideas in systematic botany, 1735-1789*, Utrecht, Oosthoek.
- STEARNS, W. T. (1957), «An introduction to the *Species Plantarum* and cognate botanical works of Carl Linnaeus». En: LINNAEUS, C., *Species Plantarum. A facsimile of the first edition, 1753*, ed. de W. T. Stearn, vol. 1, Londres, Ray Society, 1-176.
- TARACENA ARRIOLA, A. (1983), *La expedición científica al reino de Guatemala*, Guatemala, Universidad de San Carlos.
- WOODHAN, J. E. (1970), «The influence of Hipolito Unanue on Peruvian Medical Science, 1789-1820: a Reappraisal», *The Hispanic American Historical Review*, **50**, 693-714.

QUÈ ÉS LA ILLUSTRACIÓ? A PROPÒSIT DEL COMTE DE BUFFON

MARTÍ DOMÍNGUEZ

DIRECTOR DE LA REVISTA *MÈTODE*. JARDÍ BOTÀNIC DE LA UNIVERSITAT DE VALÈNCIA, UNIVERSITAT DE VALÈNCIA.

Paraules clau: *comte de Buffon, Il·lustració, sapere aude, divulgació científica*

What is Enlightenment? With respect to the Count of Buffon

Summary: *This text analyses the role played by the Count of Buffon, both as writer and style setter. At the same time the author values whether the main characteristic of Enlightenment is the Kantian sapere aude or the dissemination of knowledge. Finally, he calls into question the overuse of the term «enlightened» to refer to the eighteenth century Spanish erudites.*

Key words: *count of Buffon, Enlightenment, sapere aude, popularization of science*

Immanuel Kant, en el seu opuscle titulat *Què és la Il·lustració?*, resumeix la Il·lustració amb la fórmula *sapere aude*, que ens diu que significa: «atreveix-te a veure les coses tal com són i no com te les han ensenyat o com les pensa la majoria; busca i defensa la veritat que tu, personalment i individualment, has trobat; confia en les forces del teu enteniment i passa pel sedàs de l'experiència i de la crítica tot el que et proposen els altres que penses i faces». I és ben cert que la Il·lustració és aquest dret al lliure pensament, a passar pel sedàs de l'experiència els fets i a refutar tot allò que no s'haja confirmat d'una manera empí-

rica. La Il·lustració defensa per sobre de tot el dret a buscar i defensar la veritat que cadascú ha cregut descobrir, sempre i quan aquesta se sustente sobre fets i no sobre dogmes o creences. També Moses Mendelssohn, contemporani de Kant, escrivia el 1784, contestant a aquesta mateixa pregunta, que «les llums semblen referir-se a un coneixement racional i a un saber fer que permet una reflexió raonable sobre les coses de la vida humana».

I, tanmateix, aquestes definicions —o manera de valorar la Il·lustració— em semblen incompletes. Perquè és cert que la Il·lustració o el conreu de les llums (o la *Aufklärung*, de la qual Goethe va ser potser el millor exponent) està impregnada de racionalisme, d'aquest desig clarificador, de posar ordre i concert al coneixement humà, i de destriar allò que és substancial del que és trivial i obscur. Però, d'alguna manera, aquesta és l'actitud pròpia de tot conreu científic, i és el que ha esperonat tantes i tantes biografies d'investigadors al llarg dels segles: la recerca de la «veritat», la confiança d'arribar algun dia —per emprar les paraules de Mendelèiev, del qual enguany es commemora el centenari de la seua mort— «a un món ple de ciència, indústria i germanor i amiat amb la naturalesa».

I, tanmateix, la Il·lustració té lloc principalment al segle XVIII, i resulta difícil parlar d'il·lustrats en èpoques anteriors i posteriors. Potser proliferen més els epígons, però això és conseqüència del retard de l'arribada d'aquest moviment (com ara a Espanya, Itàlia o Alemanya). En el segle XVIII es produeixen per primer cop les circumstàncies favorables per a un embranzida popular del coneixement. Com ha explicat Martine Comberousse (1999), ens trobem per primera vegada en la història de la humanitat amb un equilibri entre la modernització de la impremta i l'augment de lectors, amb un públic alfabetitzat amatent a les descobertes i amb el desig de saber. I, si per una banda aquest públic delerós donarà lloc al naixement de la novel·la (des de Richardson i Diderot fins al *Werther* de Goethe i l'arrencada del romanticisme), també originarà una pruija pel coneixement que farà que un projecte de l'envergadura de l'*Enciclopèdia* de Diderot i D'Alembert siga un èxit. És el que Frédéric Charbonneau (2006), en el seu llibre *L'art d'écrire la science*, titlla com la *metamorfosi del savi*.

Tan sols això, aquest deler de saber, explica l'èxit dels textos de popularització de la ciència. Quan Voltaire, després del seu llarg exili a Londres, va tornar a París, es va quedar sorprès que «tothom comença a fer el geòmetra i el físic». En els salons es discuteix sobre física i matemàtiques (sobre Pascal, Descartes, Copèrnic i Galileu), i el gran dinamitzador d'aquesta moda és Bernard de Fontenelle, el secretari de l'Acadèmia Francesa i autor dels *Entretiens sur la pluralité des mondes*, un entretingut llibre de divulgació de la física copèrnica. En el pròleg s'explica el mètode de treball emprat: «He volgut tractar la filosofia de manera que no fóra filosofia; he intentat conduir-la fins un punt que no fóra ni massa àrida per a la gent normal ni massa senzilla per als savis. Es pot fer buscant el punt en el qual la filosofia és profitosa per a tothom». La ciència es pot divulgar, pot resultar atractiva per a tothom, tan sols requereix una certa habilitat literària i un mínim de paciència per part del lector. «Tan sols demane a les dames per a tot aquest sistema filosòfic, la mateixa aplicació que cal posar a la princesa de Clèves, si es vol seguir bé la intriga, i obtindre el màxim pla-

er», insisteix Fontenelle. D'aquesta manera, amb els seus treballs va popularitzar la ciència per a les «dames», i va crear un ampli públic lector (format, és clar, també per homes), delerós de saber més del coneixement científic del món.

Sens dubte, com diu Jean de Viguerie (1995), la primera generació de les Llums ha rebut de Fontenelle aquest tarannà llibertí. És a dir, el gust de plaure, la pruija de triomfar fora de l'àmbit estricte de l'especialitat, l'afany d'incidir sobre la societat i fer-se sentir. El científic es fa escriptor i l'escriptor, científic («tothom fa el geòmetra»). I, en aquest sentit, potser el millor escriptor-científic del segle XVIII haja estat el comte de Buffon. L'autor de la *Història natural* encarna a la perfecció aquesta metamorfosi del savi.

Buffon i la història de la *Història natural*

No crec que siga una exageració dir que Buffon és el divulgador científic més important del segle XVIII. Ni Fontenelle, ni Maupertuis, ni l'abat Pluche, ni els escrits naturalístics de Rousseau o Voltaire, poden competir amb l'impacte dels quaranta-quatre volums de la *Histoire naturelle*. Réaumur acusava Buffon, i el seu col·laborador Louis Daubenton, d'emprar segones fonts i no els resultats de la pròpia experiència: «Sé que han fet molts extractes de naturalistes i de viatgers, però no sé que hagen observat ells mateixos», deia l'autor de les *Mémoires sur les insectes*. I té part de raó, però en la postil·la també hi ha un punt d'enveja i de rivalitat. Per a Buffon, l'observació es tractava d'un assumpte secundari, sobretot si les fonts que s'empraven eren fiables i segures. Entre altres coses, perquè la *Història natural* no aspira a presentar descobertes exclusives, sinó a fer un balanç del que ja se sap i traure'n les conclusions. A l'igual que la *Histoire générale des voyages* de l'abat Prévost, que és una compilació del que els viatgers han vist, Buffon inicia una tasca pareguda, però en aquest cas amb una sòlida empremta filosòfica, amb el desig de traure conclusions sobre el funcionament de la natura i el lloc que hi ocupa l'home.

Els tres primers volums, publicats l'any 1749, els consagra a la història de la terra i de l'home. Com diu Jacques Roger (1989), de seguida els filòsofs el reconeixen com un dels seus (cosa que no es podia dir amb tanta seguretat de Réaumur). Buffon encapçala el volum dedicat a l'home amb aquesta advertència: «Per gran que siga l'interès que tenim a conèixer-nos, quasi gosaria a dir que el nostre propi ésser és el que menys coneixem». I, en efecte, ens descobreix tot al llarg de centenars de pàgines la nostra naturalesa, casos sorprenents com els siamesos, malformacions teratològiques, els costums dels pobles sobre la circumcisió, la castració, la virginitat, el matrimoni... Però la part que més sobta els lectors —fins a l'extrem de fer que la primera edició de tres mil exemplars s'exhaurira en una setmana— és la dedicada a la generació, i especialment a la descripció dels espermatozous, amb fragments tan suggerents com aquest:

Vaig fer traure de les vesícules seminals d'un home mort violentament, el cadàver del qual encara era calent, tot el licor que hi havia en elles; i posant-lo en un vidre de re-

llogte tapat, vaig prendre'n amb un escuradents una gota prou gruixuda, i la vaig posar en el portaobjectes d'un excel·lent microscopi doble.

El comte de Buffon —com abans faria Leeuwenhooek— es pren la precaució d'assenyalar que la seua investigació no interfereix amb la seua fertilitat, i que aquells espermatozous que es veuen en les làmines són els d'un altre, en aquest cas els d'un ajusticiat. En aquesta descripció de l'home és on Buffon mostra el que serà el seu estil literari, i que els lectors després buscaran amb afany en els volums següents de la *Història natural*. En la forma narrativa, s'hi troba una seguretat inusual, una facilitat retòrica inesperada; no es tracta exclusivament d'un text científic, però tampoc no cau en facilitats exultants que caracteritzarien alguns dels epígons, com Bernardin de Saint-Pierre o el mateix Jean-Jacques Rousseau. Buffon parla amb naturalitat dels assumptes més espinosos o dels més lírics, amb una gran capacitat per a la descripció, i sempre mantenint una elegància i unes maneres impecables.

El 1757, Buffon va començar a publicar els volums dedicats als quadrúpedes. En la introducció, tranquil·litza el lector; es parlarà d'animals, però també hi haurà filosofia i literatura:

Com que els detalls de la *Història natural* no són interessants més que per a aquells que s'apliquen únicament a aquesta ciència i com que en una exposició tan llarga com aquesta de la Història particular de tots els animals regna necessàriament massa uniformitat, hem pensat que la majoria dels nostres Lectors ens agrairia que de tard en tard tallel el fil d'aquest mètode que ens limita amb discursos en els quals fem una reflexió sobre la Naturalesa en general i tractem els seus efectes en conjunt.

I així és, Buffon trenca aquesta «uniformitat» de la història natural introduint descripcions molt personals i literàries dels animals. Si Daubenton és «l'observador» (qui fa les feixugues descripcions morfològiques), Buffon exerceix de filòsof i artista, qui embelleix «el mètode que ens limita» i el fa atractiu i simpàtic per a qualsevol lector. Amb descripcions plenes d'encuny literari, com aquesta del gos:

Més dòcil que l'home, més abjecte que qualsevol altre animal, no sols el gos s'ins-trueix en poc de temps, sinó que fins i tot s'adapta als moviments, a les maneres, a tots els comportaments d'aquells que el manen; pren el to de la casa en què viu; com altres criats, és superb entre els grans i rústic en el camp: sempre seguint el seu mestre i atent tan sols als seus amics, no fa cap atenció a la gent indiferent, i es declara obertament en contra d'aquells que, per la seua condició, no estan fets més que per importunar...

És una percepció subjectiva inserida hàbilment en un corpus científic objectiu i contrastat. Buffon diu la seua, opina, cau en la digressió, en el comentari càustic o graciós, com ara

quan escriu de la girafa: «un dels més grans animals i que, sense ser nociu, és al mateix temps un dels més inútils», o quan s'excedeix en les descripcions dels amors dels pardals:

Hi ha pocs ocells tan ardents, amb tanta força en l'amor com el teuladí; l'han vist copular vint vegades seguides, sempre amb la mateixa ànsia, la mateixa trepidació, la mateixa expressió del plaer; i, tot i que sembla estrany, la femella sembla cansar-se abans d'un joc que hauria de fatigar-la menys que al mascle, si bé pot causar-li menys plaer, perquè no hi ha preliminars, no hi ha manyagues, no hi ha varietat; molta petulància sense tendresa, moviments sempre apressats, tot just indicatius d'una necessitat de satisfacció per la pròpia satisfacció. Compareu els amors dels coloms amb els dels teuladins i veureu tots els matisos que van d'allò físic fins a allò moral.

Però tot això podria fer pensar que Buffon tergiversa la ciència. És cert que de vegades el seu punt de vista sobre la natura és molt personal; tanmateix, el gran mèrit de Buffon és d'haver-se fet llegir, d'haver animat la gent a empassar-se descripcions naturalístiques —restringides a un públic molt concret— per tal de trobar aquestes pinzellades plenes de gràcia. I en aquest discurs introdueix el seu parer, de vegades força innovador i arriscat, com ara quan explica la proximitat de l'home amb l'orangutan:

[...] un simi que sap dur armes, que empra pedres per atacar i pals per defensar-se i que, per altra banda, és més paregut a l'home que el *pitec*, perquè a més de no tenir cua [...] té una mena de semblant que s'aproxima al de l'home, per aquesta raó els habitants del seu país no han dubtat a associar-lo a l'espècie humana amb el nom d'Orang-utang, que significa «home silvestre», no és efectivament més que un animal, però un animal tan singular que l'home no el pot contemplar sense entrar dins d'ell mateix, i sense estar convençut que el cos no és la part més essencial de la seua naturalesa...

Buffon ens adverteix que el cos no és la part més substancial de la nostra naturalesa. Perquè si ens limitem a ell, morfològicament no som més que simis. Unes idees que conrearàn després altres filòsofs (entre ells, el seu deixeble Jean-François Lamarck, com ha assenyalat Agustí Camós en la seua introducció de la *Filosofia zoològica*) i que, d'alguna manera, s'anticipen a l'obra de Charles Darwin. Per això, com indica Ernst Mayr (1982), Buffon és, junt amb Aristòtil i Darwin, l'estudiós dels organismes vius amb major èxit i influència de tots els temps.

El discurs sobre l'estil

Buffon és —i ho sap— un bon escriptor. Goethe confessaria: «Vaig nàixer el 1749, aquell any que foren publicats els tres primers volums de l'obra de Buffon: i done molta importància a aquesta coincidència». Jean-Jacques Rousseau el consideraria el seu mestre lite-

rari («c'est la plus belle plume de son siècle»), del qual no sols imitaria l'estil sinó també la forma de treballar per analogies (com ha explicat Starobinsky (1964)). Després de l'èxit dels seus primers volums de la *Història natural*, Buffon és elegit a l'Acadèmia Francesa, i en el discurs de recepció evita el tema científic, com potser haguera estat el més habitual, i es decanta per una matèria que ha d'interessar tots els acadèmics, però que alhora reclama tot el seu esforç: l'art d'escriure. Com diu René Nollet (1912), Buffon deliberadament trenca la tradició de l'Acadèmia de fer un discurs intranscendent i fàcil, a vessar de llocs comuns, i s'aplica seriosament a explicar la seua manera de veure l'escriptura. Crec que es tracta d'un dels textos més interessants del segle XVIII; al davant dels acadèmics (Fontenelle, Marivaux, Montesquieu...), els explica el seu mètode literari:

L'estil no és més que l'ordre i el moviment que posem als pensaments. Si els encadenem estretament, si els premem, l'estil es torna ferm, nerviós i concís; si els deixem, l'estil serà difús, pobre i engavanyat. Per a escriure correctament, cal conèixer exhaustivament el tema sobre el qual es vol dissertar: escriure bé és al mateix temps pensar bé, sentir bé, i entregar-se bé.

Escriure és ordre, claredat, estructurar amb correcció el text. Cal posar la mateixa dedicació en totes les parts del text, evitar les pàgines irregulars, la manca d'unitat estilística. Amb aquest comentari critica particularment Montesquieu i la manca d'estil de *L'esprit de les lleis*.

Sense aquest ordre els autors que escriuen com parlen, tot i que parlen molt bé, escriuen malament; els que s'abandonen a la seua imaginació, agafen un to que no poden sostenir; els que escriuen en diferents moments fragments deslligats no aconsegueixen mai reunir-los sense transicions forçades; en una paraula, hi ha moltes obres fetes amb fragments, i molt poques realitzades d'una sola peça.

No es pot escriure com es parla (una clara al·lusió a Diderot), ni tampoc es pot crear des de l'atzar: l'estil requereix disciplina, seguir els passos preestablerts, ser fidel a allò que es volia dir.

Res més lluny de la gràcia que el desig de posar pertot arreu fets i idees enginyoses; res no és més contrari a la llum que ha de fer una obra que aqueixes espurnes obtingudes a força de fer colpejar els mots els uns contra els altres, i que tan sols ens sorprenden durant alguns segons per a deixar-nos després en les tenebres. Lluny d'admirar-los, els compadim pel temps que han perdut buscant noves combinacions de síl·labes, per a no dir més que el que tothom diu. Aquest defecte és propi dels esperits cultivats, però estèrils: tenen mots en abundància, però cap idea.

Escriure bé requereix ser senzill en la forma, humil, evitar un to petulant, posar-ho tot per resultar clar. Aquest comentari sembla dirigit a Jean-Jacques Rousseau, que abusa de les exclamacions, dels apòstrofs, del to encés, de les interjeccions.

Les obres ben escrites són les úniques que passaran a la posteritat, perquè la singularitat dels fets o dels descobriments no és garantia d'immortalitat. L'estil no pot ni furar-se, ni transportar-se, ni alterar-se: si és elevat, noble, sublim, l'autor serà igualment admirat en tots els temps, perquè sols la veritat és perenne, i, fins i tot, eterna. L'estil és el mateix home.

Per a Buffon és l'habilitat literària el que fa una obra immortal, més que les descobertes o les observacions noves (com s'ha vist que li recriminava Réaumur). I el que és indubtable és que si avui es llegeixen encara fragments de la *Història natural*, si un ample recull figura a *La Pléiade* junt amb els prohoms de la literatura francesa, no és per les descobertes científiques, sinó bàsicament per la puresa de l'idioma. Per l'excel·lència del seu estil.

A propòsit de què és la Il·lustració?

La Il·lustració, doncs, no sols és aquest *sapere aude*, no sols és aquest pas del sedàs de l'experiència i de la crítica, sinó que també duu aparellada una forma, una publicitat, una actitud pública i, en alguns casos, de combat ideològic. És la unió de la ciència i de la literatura per a fer publicitat d'una idea justa i gosar canviar el món. Molts d'aquests filòsofs patiren en les seues carns les conseqüències del seu protagonisme públic i alguns anaren a presó (Voltaire, Diderot), o foren perseguits (Montesquieu, Jean-Jacques Rousseau), o es veieren forçats a presentar una retractació (Helvetius o el mateix Buffon). La perillositat de les Llums no rau sols en les noves idees, sinó també en la forma atractiva i popular de presentar-les.

Sovint s'oblida aquesta característica fonamental. En aquest sentit, crec que s'abusa de l'etiqueta d'il·lustrat per a referir-se a savis o erudits del segle XVIII espanyol (com ara Gregori Mayans, Cavanilles, Pérez Bayer, Jovellanos, Juan Bautista Muñoz, Juan Pablo Forner...). La major part d'ells no practicaren la divulgació, i quan ho feren —com ara Cavanilles— fou molt a repèl (Domínguez, 2005). Tampoc està massa clar que tots ells conrearen el *sapere aude*, però això ja és una altra història. Ací tan sols volia assenyalar que tot aquest xim-xim pro il·lustrat que s'ha estès per les nostres terres (amb la creació fins i tot d'un Museu de la Il·lustració a València) resulta prou desenfocat i ben allunyat del tarannà de les Llums.

Al capdavall, l'estil fa la Il·lustració. I aquest estil consisteix bàsicament a difondre el saber. En una *mise en scène* ni massa àrida per a la gent normal ni massa senzilla per als savis. Es pot fer, com ens advertia l'amable Fontenelle, buscant el punt en el qual la filosofia és profitosa per a tothom.

Bibliografia

CHARBONNEAU, F. (2006), *L'art d'écrire la science: Anthologie de textes savants du XVIII^e siècle français*, Rennes, Presses Universitaires de Rennes.

COMBEROUSSE, M. (1999), *Histoire de l'information scientifique et technique*, Paris, Nathan Université.

DOMÍNGUEZ, M. (2005), «Observacions sobre Cavanilles en París». A: *El llegat de Cavanilles*, València, Ciutat de les Arts i les Ciències, Generalitat Valenciana.

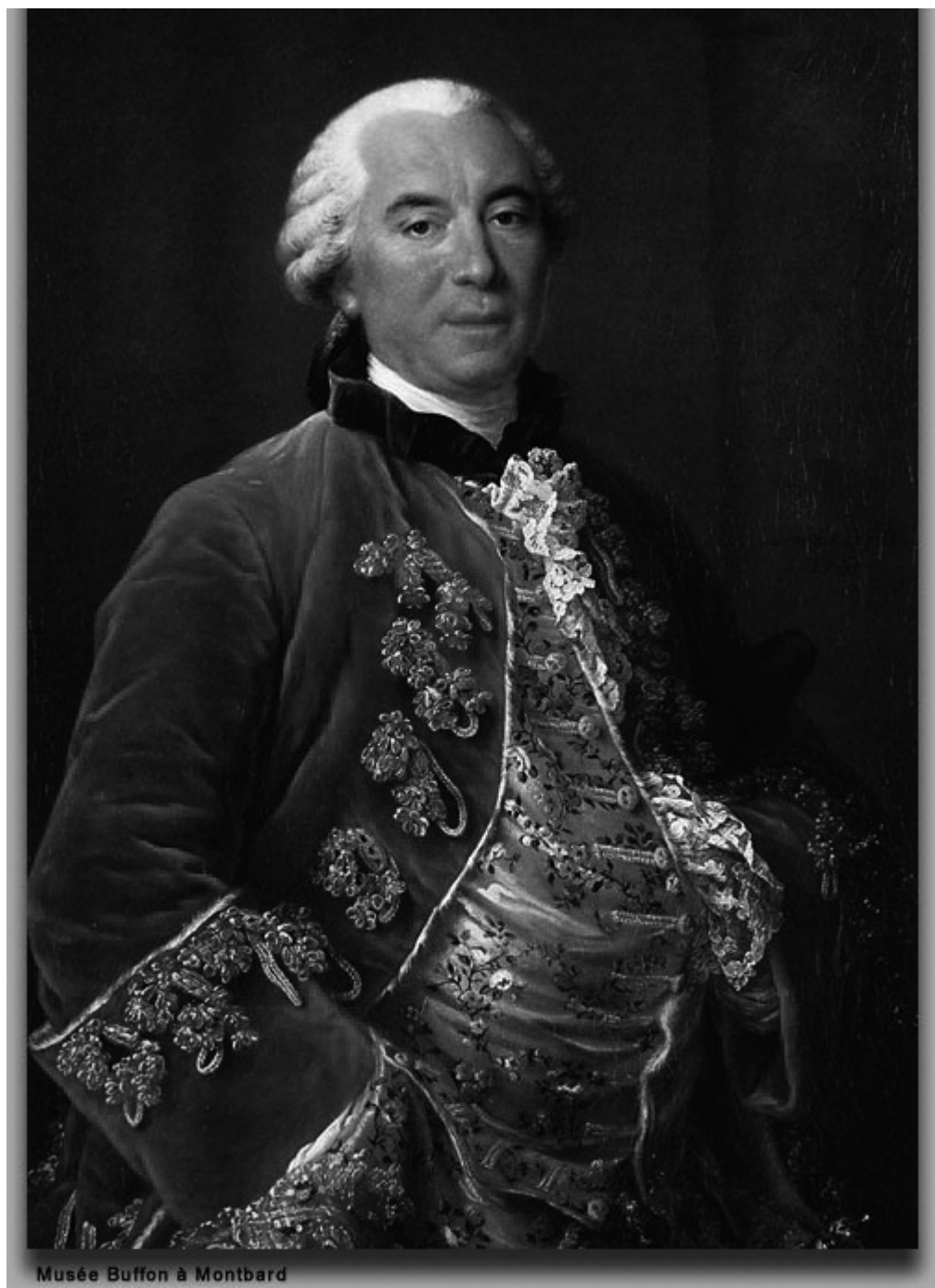
MAYR, E. (1982), *The growth of biological thought: Diversity, evolution, and inheritance*, Cambridge, Massachusetts, Harvard University Press.

NOLLET, R. (1912), *Introduction et notes au «Discours sur le style»*, Paris, Librairie Hachette.

ROGER, J. (1989), *Buffon, un philosophe au Jardin du Roi*, Paris, Fayard.

STAROBINSKI, J. (1964), «Rousseau et Buffon». A: *J. J. Rousseau et son oeuvre: Problèmes et recherches*, Paris, Librairie Klincksieck.

VIGUERIE, J. de (1995), *Histoire et dictionnaire du temps des Lumières*, Paris, Bouquins, Robert Laffont.



LINNÉ A LES AULES: EL SISTEMA SEXUAL DE LES PLANTES A L'ESCOLA D'AGRICULTURA I BOTÀNICA DE BARCELONA

PASQUAL BERNAT

CENTRE D'ESTUDIS D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA (CEHIC), UNIVERSITAT
AUTÒNOMA DE BARCELONA.

Paraules clau: *Joan Francesc Bahí, Barcelona, botànica, Carl Linné, segle XIX*

Linnaeus in the classroom: the sexual system of the plants at the School of Agriculture and Botany of Barcelona

Summary: In this article educational activity of the School of Agriculture and Botany of Barcelona during 1815 to 1821 is explained. This work focus on The teaching of the system of classification of plants created by Carl Linné and the role played by Joan Francesc Bahí, first teacher of the School, in the introduction and consolidation of this system in the botanical teaching at that time. In this sense, in this work we study and analyze the didactic tools that Bahí used to teach the linnean theories in Barcelona: his translation into Spanish of the handbook of botany written by Josef Jacob Plenck, a clear linnean work and used as textbook in the School; and the conception of the botanical garden of the School, prepared specifically for teaching the sexual system of plants.

Key words: *Joan Francesc Bahí, Barcelona, botany, Carl Linnaeus, XIXth century*

1. L'ensenyament de la botànica a l'Escola d'Agricultura i Botànica de Barcelona

L'Escola d'Agricultura i Botànica de la Junta de Comerç de Barcelona es creava el 1807 com a conseqüència de la Reial Ordre de 18 de desem-

bre de 1805 en la qual es promulgava la fundació de vint-i-quatre «establecimientos con el principal objeto de ilustrar y fomentar la Agricultura, siendo dirigidos por alumnos del Real Jardín Botánico de Madrid, formados al intento en todos los conocimientos necesarios» (Reial ordre). Es tractava de crear una xarxa de nous jardins botànics especialitzats en la docència agronòmica, dependents del de Madrid, i que s'havien d'instal·lar preferentment a les capitals de província. Tot plegat responia a un projecte clarament centralista, que situava el Jardí Botànic de Madrid en una posició referencial i la resta de jardins, en un nivell subsidiari.

Efectivament, tot seguint les consignes i fent ús de les atribucions que la Reial Ordre que acabem d'esmentar li conferia, l'intendent Blas de Aranza, que per raó del seu càrrec ocupava la presidència de la Junta de Comerç de Barcelona, determinava que la Junta es fes càrrec del jardí que el 1788 havia cedit el marquès de Ciutadilla al Reial Col·legi de Cirurgia i que aquest tenia pràcticament abandonat.¹ Afegia una càtedra (l'Escola d'Agricultura i Botànica) que la Junta havia de dotar amb 12.000 rals anuals i per a la qual ja s'havia nomenat, amb l'aprovació reial, un professor que era Joan Francesc Bahí (1775-1841) (Camarasa, 1989: 104).

Si bé l'Escola havia nascut com a institució que havia de centrar la seva activitat docent en l'ensenyament de noves tècniques i mètodes per millorar la pràctica agrícola, resulta remarcable ressaltar que gairebé la pràctica totalitat de la seva tasca pedagògica es va canalitzar cap a l'ensenyament de la botànica. I això va ser així per la voluntat específica del seu professor i per les circumstàncies històriques que vivia aquesta disciplina.

En aquest sentit, podem afirmar que la generació de botànics a la qual va pertànyer Joan Francesc Bahí, i en la qual podem incloure noms com els d'Augustin-Pyramus de Candolle (1778-1841), Alexander von Humboldt (1769-1859) o Mariano Lagasca (1776-1839), va ser —com molt encertadament ha dit Josep Maria Camarasa— una generació de botànics preromàntics que constantment es van haver de moure a cavall entre les concepcions heretades de la Il·lustració, que prioritzaven l'estudi de la botànica com a ciència aplicada al coneixement útil de les plantes tant per a la medicina, l'agricultura o la indústria, i les concepcions provinents de l'idealisme romàntic, que considerava l'estudi de les plantes com una ciència en ella mateixa, i en la qual l'estudi aplicat dels vegetals tenia una importància menor (Camarasa, 1989: 104). Aquesta, a més, és una generació que va lluitar amb insistència per la seva professionalització i el reconeixement institucional de la seva disciplina. En aquest sentit, la creació de facultats de ciències a França i Alemanya a principis del segle XIX no va fer res més que reforçar aquest procés, i va fer possible que aparegués la figura del botànic professional, dedicat exclusivament a la botànica, sense haver de ser res més per a procurar-se les mínimes comoditats. És així com un Candolle va poder esdevenir un botànic professional vivint confortablement instal·lat en la seva càtedra de Montpeller o un La Gasca fent el mateix en el Madrid de principis del regnat de Ferran VII.

Tanmateix, el cas de Bahí presenta alguns matisos diferenciadors que li atorguen una cer-

1. Per a conèixer la història del Jardí Botànic de Barcelona, vegeu Gaspar (1994) i Camarasa (1989).

ta singularitat. Metge en exercici, mai no va poder fer de la botànica la seva dedicació exclusiva, però sí que sempre va veure clara la necessitat del reconeixement institucional d'aquesta ciència. I, en aquest sentit, la seva vehemència a conferir a la botànica la categoria de ciència bàsica indispensable per a la medicina i l'agricultura és una mostra més d'aquest moviment a favor de la definitiva institucionalització de la botànica. Bahí va veure en els arguments utilitaristes la millor estratègia per aconseguir aquest objectiu. No debades, els seus escrits sobre les finalitats de la botànica sempre eren farcits d'una retòrica utilitarista que, amb reiterada recurrència, situava la botànica com a disciplina indispensable per a la formació dels professionals de qualsevol branca sanitària i, sobretot, com a pedra de toc de tot el coneixement agronòmic. Arribats en aquest punt, ens hem de preguntar com es va articular a l'Escola la docència de la botànica i quins van ser els objectius i continguts de l'agenda didàctica de la institució.

Pel que es desprèn de la documentació examinada, els cursos s'impartien en dos períodes diferents al llarg de l'any. En la primera temporada, les classes s'iniciaven a finals de setembre i s'acabaven a finals de novembre; en la segona, s'iniciaven el primer de març i s'acabaven el 30 de juny. I, segons Bahí, això era així «por ser las dos primaveras el tiempo más oportuno para el examen de las plantas e inútil el invierno».² A la tardor les lliçons tenien un contingut plenament teòric i fitogràfic: s'estudiava la morfologia, l'organografia i la sistemàtica de les plantes. En canvi, a la primavera, les classes adoptaven un caràcter eminentment pràctic per intentar aplicar els coneixements adquirits a la fisiologia i la patologia vegetals, així com a la determinació sistemàtica de les plantes i els seus possibles usos agrícoles, medicinals i industrials.

Amb aquesta estructuració didàctica, Bahí pretenia donar sortida a les seves idees pedagògiques sobre la botànica. Nosaltres ens centrarem, ara, en un sol aspecte: l'ensenyament de la nomenclatura i sistemàtica de les plantes.

2. Nomenclatura i sistema sexual de les plantes a l'Escola d'Agricultura i Botànica de Barcelona

El mètode que Linné havia ideat per a classificar el regne vegetal, també anomenat *sistema sexual*, dividia les plantes en vint-i-quatre classes segons el nombre d'estams, i després subdividia cadascuna d'aquestes classes en ordres, segons el tipus de pistil. A més, amb la finalitat de facilitar la memorització i la designació pràctica de les plantes, Linné va introduir els «binomis», que encara utilitzem i en els quals cada espècie s'identifica per un nom genèric i per un adjectiu o substantiu específics. Es tractava d'un mètode artificial, però que gràcies a la seva simplicitat i gran facilitat didàctica va contribuir, en un temps en el qual afluien noves col·leccions de tot arreu, a clarificar el panorama sistemàtic dels vegetals i a facilitar la tasca científica i docent dels botànics.³

2. Vegeu Arxiu de la Junta de Comerç de Catalunya, lligall xxii, f. 640.

3. Per a conèixer la vida i l'obra de Linné, vegeu Frangmy (1991), Blunt (1982) i González (2001).

Malgrat l'estada a Madrid entre 1751 i 1754 de Pehr Löfving (1729-1756), un dels alumnes predilectes de Linné, i que les primeres traduccions castellanes d'obres linneanes apareguren el 1778 (any de la mort del naturalista d'Upsala), podem afirmar que la introducció de la sistemàtica linneana entre els botànics hispans va ser tardana (Camarasa, 1983). Només hem de pensar que la primera traducció al castellà dels *Species Plantarum* va aparèixer el 1789, i que no va ser fins als primers anys del segle XIX, amb el rebuig de Cavanilles als gèneres naturals i la seva adhesió al sistema sexual, i gràcies a la gran influència que el mestratge d'aquest botànic exercia, que Linné no comptà amb un suport unànim (Camarasa, 1983). Va ser precisament en aquest principi de segle, més concretament el 1802, quan Bahí va publicar a Barcelona la traducció del llatí al castellà dels *Elementos* de Plenck (Plenk, 1802), obra linneana per excel·lència, i va aportar així el seu particular granet de sorra a la consolidació del sistema sexual en terres hispàniques.

Jozef Jakob Plenck (1739-1807) era un cirurgià austríac les obres del qual van tenir molta anomenada a la seva època. Va escriure nombrosos manuals de diversos temes de matèria mèdica i de farmacopea que, per la seva claredat expositiva i pel seu enfocament didàctic, van ser molt ben acollits pels responsables de la docència mèdica d'arreu de l'Europa occidental.

Quan Bahí va ser nomenat catedràtic de Botànica del Col·legi de Cirurgia de Burgos el 1799, potser per reforçar la seva docència amb l'autoritat d'un manual que li servís de guiatge en les seves classes, i probablement seduït pels avantatges pedagògics de la marca Plenck, va decidir traduir els *Elementos*. Podem afegir, també, que en aquesta decisió va pesar, i molt, la importància que l'obra donava a l'aprenentatge de la nova nomenclatura botànica, tan essencial per no tan sols comprendre el sistema sexual de les plantes, sinó també el coneixement integral dels vegetals. En aquest sentit, Bahí confessava haver traduït els *Elementos* de Plenck perquè:

Sobre ser más completos los elementos botánicos de Plenck que cualquiera de los españoles, tiene la ventaja de ser muy lacónico el autor en sus definiciones o descripciones; método que ha caracterizado a todas sus obras por aforísticas; teniendo eso particular lugar en la terminología botánica cuyas voces las más veces ellas solas declaran su significado. (Plenk, 1802)

Aquesta posició preeminent en la qual Bahí situava la nomenclatura botànica no era fruit tan sols d'un seu interès particular, sinó que se circumscribia en el corrent d'opinió generalitzat que preconitzava l'adopció de la nova terminologia de la ciència com a pedra de toc de tot el coneixement científic. L'àmbit de la botànica va ser, juntament amb el de la química, el que va parar una més gran atenció a les qüestions lèxiques en una època en la qual s'imposava la necessitat de normalitzar taxonòmicament i terminològicament el llenguatge científic especialitzat (Gómez de Enterría, 1999).

En aquest context, els tractadistes i traductors d'obres botàniques prenen partit per la llengua científica i no dubtaven d'afirmar rotundament la importància que la nova terminologia tenia per al desenvolupament de la disciplina. Un exemple d'aquesta actitud la trobem en el botànic i agrònom francès Henri Louis Duhamel du Monceau (1700-1782), autor de nombrosos tractats de silvicultura i d'agricultura, quan en l'advertiment preliminar de la seva *Physique des arbres*, traduïda al castellà pel catedràtic del Jardí Botànic de Madrid Casimiro Gómez Ortega (1740-1818), exposava:

Es el conocimiento de los vegetales [...] una ciencia tan dilatada que nadie puede emprender habilitarse en ella sin el socorro de aquella parte de la botánica que se llama nomenclatura. En vano se intentaría probar que es inútil; siempre habremos de convenir en que el estudio de la nomenclatura debe proceder al de las demás partes de esta ciencia. [...] La nomenclatura es sin duda la ciencia de los nombres de los vegetales, pero no consiste puramente en enseñarnos sus nombres, sino que debe también conducirnos al conocimiento de las plantas mismas. (Duhamel du Monceau, 1760)

En aquesta mateixa direcció, Antoni Palau i Verdera (1734-1793), introductor del sistema linneà a Espanya i segon professor del Jardí Botànic de Madrid, manifestava la seva convicció que per a esdevenir un bon botànic calia el domini de la nomenclatura, ja que només a partir de la definició i explicació dels termes facultatius resultava possible assolir el coneixement de la naturalesa en totes les seves dimensions (Palau, 1778: s. p.; Gómez de Enterría, 1999: 145). El mateix Plenck en el pròleg dels seus *Elementos* reblava el clau quan sostenia que:

El primer fundamento de la botánica es la terminología o nomenclatura botánica, la cual enseña el describir bien y distintamente cada parte de la planta. Aquella sola facilita y hace cierto el conocimiento de los vegetales. (Plenck, 1802)

Aquesta insistència en la nomenclatura botànica adquiria especial rellevància atès l'imperatiu linneà de fer una bona descripció per a poder determinar amb certesa les espècies vegetals. L'ús adequat dels termes morfològics i anatòmics per a descriure una planta esdevenia bàsic per evitar confusions identificatives. És per això que la traducció al castellà que Bahí va fer dels *Elementos* de Plenck adquiria un paper significatiu en la introducció del sistema linneà a la Península. Es tractava, al mateix temps que s'ensenyava el nou mètode de classificació, de difondre i normalitzar la terminologia que havia de fer possible la seva aplicació pràctica en l'ordenació sistemàtica dels vegetals.

Com ja hem dit anteriorment, Bahí va realitzar la traducció dels *Elementos* de Plenck mentre era a Burgos. No sembla que en aquesta ciutat existissin massa possibilitats d'editar aquest text. Probablement per aquesta raó, Bahí va pensar en el Col·legi de Cirurgia de Bar-

celona com a possible casa editora del seu projecte traductor. Aprofitant l'avinentsa que la Cort es trobava a la capital catalana a la tardor de 1802, i que Antoni de Gimbernat (1734-1816), cap de la Junta Superior de Cirurgia, formava part del seguici reial, Bahí va demanar un permís per a desplaçar-s'hi i intentar propiciar una atmosfera favorable a l'edició. El fruit d'aquestes gestions va ser el veredicta favorable de la Junta Superior de Cirurgia després d'un informe positiu d'Antoni Bas, professor de botànica al Col·legi de Cirurgia barceloní. Gimbernat ordenava al Col·legi de Cirurgia de Barcelona que assumís la publicació, fent-se càrrec de les despeses i gaudint dels rèdits de la venda dels exemplars (López Gómez, 1999: 67-68). El claustre dels cirurgians barcelonins acceptava la decisió i entomava la responsabilitat de la nova empresa editorial gairebé per unanimitat. Del llibre, se'n va fer una edició de mil cinc-cents exemplars, i per decisió de la Junta Superior de Cirurgia esdevenia llibre de text de la classe de botànica de tots els col·legis de cirurgia del país (Massons, 2002: 331; López Gómez, 1999: 67-68). Més tard, el 1815, amb l'inici de les activitats de l'Escola d'Agricultura i Botànica, Bahí també decidia que els *Elementos* es convertissin en el seu llibre de text.

A banda de la traducció del text de Plenck, Bahí incorporava en l'edició un conjunt de textos suplementaris que conferien a l'obra un caràcter de manual botànic més ambiciós que no pas el que havia concebut el mateix Plenck. Bahí iniciava l'obra amb un text propi en el qual es reclamava la importància de la botànica com a ciència bàsica per a disciplines com la medicina i l'agricultura. El nostre home s'unia, així, als esforços dels botànics del seu temps que aprofitaven qualsevol oportunitat per proclamar la botànica com a ciència fonamental i reforçar, d'aquesta manera, el discurs que des de feia temps defensava la concepció de la botànica com a disciplina independent. A aquest text introductori seguia la traducció pròpiament del text de Plenck, en la qual es feia una descripció sistemàtica dels elements morfològics i organogràfics dels vegetals, i una exposició força esquemàtica del sistema classificador de Linné. Tot seguit s'hi afegia un text amb les disposicions que Carles Gimbernat (1768-1834)⁴ havia preparat per a la instal·lació d'un jardí botànic modèlic.

Gimbernat havia escrit aquestes instruccions el 1792 durant una estada d'estudis a la Universitat d'Oxford (Parra, 1993: 32) i sembla que les seves propostes van prendre com a model el jardí botànic d'aquesta ciutat. Després d'esmentar que havia tingut l'oportunitat de visitar els principals jardins d'Anglaterra, reafirmava la importància de la botànica com a font d'utilitats i riquesa dels pobles, atesa la seva relació directa amb l'agricultura i la salut. A grans trets, la proposta de Gimbernat, que Bahí titllava de «pla matemàtic» (Plenck, 1802: 23), consistia a sostenir que els jardins botànics que volien complir amb efectivitat una tasca docent i alhora científica s'havien d'ordenar atenent tres criteris fonamentals: la història natural, la medicina i l'agricultura.

4. Per a conèixer la vida i l'obra de Carles Gimbernat, vegeu Solé (1982) i Parra (1993).

Cadascun d'aquests criteris havia de tenir la seva representació vegetal. La part d'història natural a la qual s'atorgava el rang de botànica pròpiament dita havia de tenir les plantes col·locades segons el sistema de Linné i s'havia de subdividir en tants espais com classes tenia aquest sistema. Aquesta secció, per dir-ho d'alguna manera, era la part més didàctica del jardí. Segons l'experiència mateixa de l'autor, la dificultat que presentava l'assimilació de la part teòrica de la sistemàtica botànica:

[...] se facilita mediante un Jardín botánico arreglado según el sistema de Linneo; porqué en él se hallan reunidas todas las especies que pertenecen a un mismo género, y por consiguiente es fácil acostumbrarse a conocer los caracteres genéricos, cuya determinación me parece ser la parte más difícil en la práctica de la Botánica. (Plenk, 1802: 153)

Bahí, que assegurava no conèixer cap jardí botànic a Espanya que estigués concebut seguint aquestes pautes, considerava el pla científic i metòdic. L'ordre racional que es propugnava era el que el feia coincidir amb el mateix Gimbernat a veure aquesta distribució com la forma més fàcil i eficaç d'ensenyar la botànica. I per aquesta raó, era precisament la part docent la que contenia les plantes agrupades en vint-i-quatre classes segons els criteris del sistema linneà, la que ocupava una major extensió del jardí barceloní, la meitat dels espais reservats per a les plantes. L'altra meitat es distribuïa en parts iguals entre els quadres destinats a la part medicinal i a la part agrícola.

Bahí arrodonia els aspectes formatius i la seva obra amb un escrit del professor francès Jacques Mouton-Fontenille (1769-1837) sobre la millor manera de recollir, dessecar i conservar les plantes en herbaris, per a així poder ser estudiades, analitzades i comparades amb tranquil·litat i en qualsevol moment.

Les pàgines finals de l'obra es dedicaven a un índex dels gèneres i espècies de plantes que apareixien en el text de Plenk, amb la seva traducció al castellà. Per ordre alfabètic es recollien el nom llatí a la columna de l'esquerra i en castellà a la de la dreta. Se citaven més de 1.200 espècies, algunes d'elles també amb el seu nom vulgar.

No sembla que aquesta traducció gaudís de l'aquiescència unànime de la comunitat botànica espanyola. Agustín Juan Poveda (1770-1854), catedràtic de Botànica a Cartagena, la censurà amb contundència. Desqualificava no només la traducció pròpiament dita, sinó que també blasmava els afegitons sorgits de la mateixa ploma de Bahí. La crítica abastava des dels suposats errors gramaticals i ortogràfics, les presumptes errades conceptuals o terminològiques fins al qüestionament de la mateixa conveniència de l'obra. La resposta no es féu esperar. Amb un to incisiu i carregat d'ironia, que conduí el mateix Colmeiro a qualificar la resposta d'«harta destemplanza» (Colmeiro, 1858: 199), Bahí va respondre un per un tots els atacs (Bahí, 1803).

A tall de conclusió, podem afirmar que l'Escola d'Agricultura i Botànica de Barcelona va tenir un paper central en la introducció i la difusió del sistema sexual de les plantes a Es-

panya. I això va ser així en bona part gràcies a l'actitud i actuació del seu primer professor: Joan Francesc Bahí. Amb dos instruments didàctics, els *Elementos* de Plenck i el jardí botànic de la mateixa escola, Bahí institucionalitzà l'ensenyament del mètode linneà i assegurà la seva adopció entre les noves generacions de botànics sorgits de les aules que ell regentava. D'altra banda, la utilització del manual de Plenck com a llibre de text a l'Escola representava també el compromís de Bahí amb l'adopció i propagació de la nova terminologia botànica emanada de les evolucions del mateix paradigma linneà i que equiparaven la botànica amb altres ciències emergents que, com la química, reforçaven la seva singularitat en el fet de posseir un llenguatge propi. Eren aquestes unes directrius pedagògiques que sintonitzaven plenament amb les que marcaven el pas de la docència botànica de la resta d'Europa i de les quals l'Escola de Barcelona havia decidit no desentendre's.

Bibliografia

- BAHÍ FONSECA, J. F. (1803), *Respuesta a la carta inserta en los números 223 y 224 del Diario de Madrid de este año y firmada por Don Agustín Juan, catedrático de Botánica en Cartagena*, Burgos, [s. n.].
- BERNAT, P. (2006), *Agronomia i agrònoms a la Catalunya de la Il·lustració (1766-1821)*, tesi doctoral, Barcelona, Universitat Autònoma de Barcelona.
- BLUNT, W. (1982), *El naturalista: Vida, obra y viajes de Carl von Linné (1707-1798)*, Barcelona, Re-seña.
- CAMARASA, J. M. (1983), «Notes per a una història de la botànica als Països Catalans. La introducció del mètode natural (1789-1843)», *Collectania Botanica*, **14**, 119-132.
- (1989) *Botànica i botànics dels Països Catalans*, Barcelona, Enciclopèdia Catalana.
- COLMEIRO, M. (1858), *La botànica y los botánicos de la península hispano-lusitana: estudios bibliográficos y biográficos*, Madrid, Imprenta y Estenotípia de M. Ribadeneyra.
- DUHAMEL DE MONCEAU, H. L. (1760), *La physique des arbres, l'anatomie des plantes et l'économie vegetale*, París, 3 v. [La traducció castellana va aparèixer el 1772 amb el títol de *Physica de los árboles, en la qual se trata la anatomia de las plantas y la economia vegetal ó sea introducción al tratado general de bosques y montes, con una disertación sobre la utilidad de los métodos botánicos*, Madrid, Joaquim Ibarra, 2 v.]
- FRANGMY, T. (1991), *Linnaeus: The man and his work*, SHP, Canton MA.
- GASPAR GARCÍA, M. D. (1994), *Aparición del Jardín Botánico de Barcelona: Historia, evolución e influencias científicas (1784-1854)*, Barcelona, Fundació Uriach.
- GÓMEZ DE ENTERRÍA, J. (1999), «Las traducciones del francés, cauce para la llegada a España de la ciencia ilustrada. Los neologismos en los textos de botánica». A: LAFARGA, F. (ed.), *La traducción en España (1750-1830): Lengua, literatura, cultura*, Lleida, Universitat de Lleida.
- GONZÁLEZ BUENO, A. (2001), *El príncipe de los botánicos: Linneo*, Madrid, Nivola.
- LÓPEZ GÓMEZ, J. M. (1999), *Una esperanza frustrada: el Real Colegio de Cirugía de Burgos a los doscientos años de su fundación*, Burgos, Fundación Fernán González.
- MASSONS, J. M. (2002), *Història del Reial Col·legi de Cirurgia de Barcelona (1760-1842)*, Barcelona, Fundació Uriach.
- PARRA DEL RÍO, M. D. (1993), *Los «Planos geognósticos de los Alpes, la Suiza y el Tirol» de Carlos de Gimbernat*, Aranjuez, Doce Calles.
- PLENK, J. J. (1802), *Elementos de la nomenclatura botánica y historia sexual de las plantas*, traducció del llatí de Joan Francesc Bahí, Barcelona, Jordi Roca.
- SOLÉ SABARÍS, L. (1982), *La vida atzarosa del geòleg barceloní Carles de Gimbernat*, Barcelona, Reial Acadèmia de Farmàcia de Barcelona.

CAROLI A LINNÉ,
 EQUITIS AURATI DE STELLA POLARI,
 Archiatři Regii, Med. & Botan. Profess. Upsal. Acad. Paris.
 Upsal. Holm. Petropol. Berolin. Imper. Londin. Angl.
 Monsp. Tolof. Florent. Edinb. Bern. Soc.

S Y S T E M A
N A T U R Æ
 PER REGNA TRIA NATURÆ,
 Secundum Classes, Ordines, Genera, Species;
 cum Characteribus & Differentiis.

T O M U S III.

EDITIO DECIMA TERTIA, AUCTA, REFORMATA.

C U R A
 JO. FRID. GMELIN,
 Philos. & Med. Doctor. hujus & Chem. in Georgia Augusta Prof.
 P. O. Acad. Cesar. Naturæ Curiosorum & Electoral. Moguntin.
 Erfordensis, nec non Societ. Reg. Scient. Goettingensis, Physicæ
 Tigurin. & Metallicæ Membri.

LUGDUNI,
 Apud BERNUSET, DELAMOLLIÈRE, FALQUE et Soc.

1796.

1116 13808

LIBRARY OF THE
 FOUNDED 1813
 UNIVERSITY OF MARYLAND.

DOCT: LINNÆI
 METHODUS plantarum SEXUALIS
 in SYSTEMATE NATURÆ
 descripta

A Polyandria
 B Polyandria
 C Polyandria
 D Polyandria
 E Monandria
 F Monandria
 G Monandria
 H Monandria
 I Monandria
 K Monandria
 L Monandria
 M Monandria
 N Monandria
 O Monandria
 P Monandria
 Q Monandria
 R Monandria
 S Monandria
 T Monandria
 U Monandria
 V Monandria
 X Monandria
 Y Monandria
 Z Monandria

G.D.EHRET.
 FECIT & EDIDIT
 Lugd:bat: 1756.

LA PRIMERA EDICIÓ DE LA *HISTOIRE NATURELLE* DE BUFFON A BARCELONA

AGUSTÍ CAMÓS CABECERAN

CENTRE D'ESTUDIS D'HISTÒRIA DE LES CIÈNCIES, UNIVERSITAT
AUTÒNOMA DE BARCELONA.

Paraules clau: *divulgació científica, història natural, Buffon, Lamarck, Barcelona, Catalunya, Espanya, segle XIX*

The first edition of the Buffon's Natural History in Barcelona

Summary: *The Buffon work's were published in Barcelona for the first time between 1832-1836 and it contained 59 volumes and 310 prints. The editor and translator was Antoni Bergnes de las Casas, professor of Greek at the Universitat de Barcelona, liberal and Quaker. Bergnes made an important contribution as a divulgator of science in Catalonia and he had a relevant influence in Spain and other Spanish countries during the XIX century.*

The present edition contains several new contributions after the Buffon death's, including the Lamarck's theory of evolution. Bergnes also published some of this works in the La Abeja, a periodical publication edited by himself. Interestingly, Bergnes also published the translation of the Lamarck's Histoire naturelle des végétaux in La Abeja.

Key words: *scientific diffusion, natural history, Buffon, Lamarck, Barcelona, Catalonia, Spain, XIXth century*

1. Introducció

L'any 1832 sortia al carrer a Barcelona el primer lliurament dels cent deu que constituïrien les *Obras completas de Buffon*, que seria la primera edició de les obres d'aquest gran naturalista feta Catalunya. Al llarg

dels anys següents anirien apareixent els altres lliuraments, fins l'any 1836, en què es completaria l'obra. Uns anys més tard, el 1841, se'n començaria a publicar una segona edició.

El títol complet de l'obra era *Obras completas de Buffon aumentadas con artículos suplementarios sobre diversos animales no conocidos de Buffon por Cuvier. Traducidas al castellano por P. A. B. C. L. y dedicadas A. S. M. la Reina Ntra. Sra. (Q. D. G.)*. Les sigles del traductor corresponen a Antoni Bergnes de las Casas.

La dedicació de l'obra a la reina s'explica perquè s'estava acabant la dècada ominosa i s'obria una porta a l'esperança dels liberals amb el paper que podria tenir la reina Maria Cristina com a regent, mentre la futura Isabel II fos encara una criatura. La dedicatòria a la reina d'una obra fins a cert punt polèmica, que incloïa alguns elements difícils d'acceptar per les posicions catòliques més tradicionalistes, posa de manifest el suport dels liberals a la regència de Maria Cristina i el refús del candidat carlí. L'enfrontament entre aquests dos candidats pel tron d'Espanya a la mort de Ferran VII acabaria desencadenant la Primera Guerra Carlina.

Tal com figura a la primera pàgina de cada volum, l'obra es va imprimir a la impremta d'A. Bergnes, amb l'excepció dels volums 54 i 55, que van ser impresos a la impremta de M. Ryvadeneira y Compañía.

Així doncs, segons figura a l'inici de l'obra, el principal impulsor de l'edició havia de ser Antoni Bergnes de las Casas (1801-1879), ja que era l'amo de la impremta i el traductor. Qui era Bergnes? Quins objectius tenia? Com era l'obra publicada? Com es va fer la traducció? Quins van ser els seus col·laboradors? Per què ho va fer? Quines en van ser les conseqüències?

2. Antoni Bergnes de las Casas

Es tracta d'un personatge important a la Barcelona del segle XIX, i cada cop més reconegut. Podem comprovar-ho en els elogis que recentment li dedicava el professor Jordi Llovet a l'article aparegut al diari *El País* el 24 d'abril del 2007, «La Llum que ens ve del Nord...», on es refereix a aquest personatge com «la fonamental figura d'Antoni Bergnes de las Casas» i, més endavant, «l'insigne Bergnes». Hi feia fins i tot un reconeixement a la seva tasca divulgadora de la ciència, massa sovint no prou valorada, quan en referir-se a la revista *La Abeja*, que dirigí, escriu: «tot i posar sempre un enorme èmfasi en les qüestions relacionades amb les ciències naturals».

Antoni Bergnes de las Casas va néixer a Barcelona l'any 1801 en el si d'una família de les capes mitjanes urbanes barcelonines.¹ De família benestant, el seu pare, Pablo Bergnes Roca, era forner i la seva mare, Rosa de las Casas, pertanyia a una família que formava part del nucli afrancesat de Barcelona i tenia una part de la família resident a França.

1. L'obra biogràfica més important sobre Bergnes és la de Santiago Olives (1947), *Bergnes de las Casas helenista y editor*, Barcelona, CSIC.

Va tenir una bona formació en llengües i filosofia des de la seva infància, que li va permetre dominar molts idiomes a més del castellà i el català, com el francès, l'anglès, l'alemany, l'italià, el llatí, el grec modern i el grec clàssic. Aquest ampli domini de llengües li va permetre accedir a moltes publicacions que es produïen a països com França, Alemanya o Anglaterra, i estar al corrent de les noves idees que es generaven a Europa, especialment en els vessants literari i científic. No obstant això, no va gaudir de cap formació rigorosa en l'àmbit de les ciències naturals i experimentals en la seva infància i joventut, mancança que va lamentar al llarg de la seva vida (Rave, 1880: 662).

Des del punt de vista ideològic era un liberal prou radical a la seva joventut, i l'any 1820 participà en l'assalt del tribunal del Sant Ofici i formà part de la Milícia Nacional Voluntària durant el Trienni Liberal. El 1835, en ple període revolucionari, fou nomenat regidor de l'Ajuntament de Barcelona i entre els anys 1837 i 1840 tornà a formar part de la Milícia Nacional de la Província. Amb els anys, el seu liberalisme es va anar moderant.

Un important viatge per Europa en els anys 1824 i 1825 marcà la seva vida. En aquest viatge estigué a Londres, i potser a París i Alemanya. A Londres va estar en contacte amb exiliats liberals com Josep Melcior Prat (1781-1855). També contactà amb notables personatges de la societat anglesa que tingueren un profund impacte en Bergnes, com Henry Peter Broughan (1778-1868), polític utilitarista, membre de la Society for the Diffusion of Useful Knowledge, i el notable químic William Allen (1793-1864), membre de la mateixa societat i quàquer.

El 1828 va començar l'activitat impressora publicant a l'editorial Torner una primera edició dels dos toms de la *Biblioteca de conocimientos humanos*, i els deu toms del *Diccionario geográfico universal*. El 1830 fundà la seva pròpia editorial que mantingué en activitat fins a 1843, i que gairebé el va portar a la ruïna. Aquest mateix any inicià la seva dilatada activitat docent com a professor de francès a la Junta de Comerç, que més endavant desenvoluparia amb notable èxit a la Universitat de Barcelona.

Entre 1833 i 1835 publicà el primer diari modern de Catalunya, el periòdic liberal *El Vapor*, considerat un dels punts d'arrencada de la Renaixença, en què Carles Aribau va publicar l'*Oda a la pàtria*. El 1836 va ser nomenat acadèmic de la Reial Acadèmia de Bones Lletres de Barcelona.

A partir 1842 començà a donar classes de grec a la restaurada Universitat de Barcelona, institució a la qual dedicaria bona part de la seva activitat fins al final de la vida. El 1847 guanyà la càtedra i el 1857 seria nomenat degà de la nova Facultat de Filosofia i Lletres. Entre 1868 i 1874, durant el Sexenni, seria rector de la Universitat, i deixaria el càrrec l'any 1875. El 1872 va ser nomenat senador. Morí el 1879 a Barcelona.

Dos trets cabdals per a comprendre les múltiples iniciatives que desenvolupà al llarg de la seva vida a Barcelona, foren, d'una banda, les seves conviccions liberals, radicals a la seva joventut i més moderades a la vellesa, i, d'altra banda, la seva vinculació al moviment protestant quàquer.

3. Els objectius de Bergnes quan va publicar l'obra

Al llarg de tota la seva vida mostrà una gran activitat lligada a la divulgació de la ciència. Bergnes compartia amb els sectors liberals europeus del segle XIX la visió segons la qual la difusió de la cultura científica s'havia de convertir en un instrument essencial per al canvi social (Knight, 1988: 21). Igualment, la seva identificació religiosa amb el moviment quàquer el feia molt sensible a les necessitats socials, i en particular a les necessitats d'instrucció dels sectors populars (Camós, 1998: 638).

Els objectius que perseguia amb la publicació de les *Obras completas de Buffon* queden clarament reflectits en el pròleg que el mateix Bergnes va escriure al primer volum, on afirma la seva voluntat d'estendre i fomentar els coneixements d'història natural al país, especialment entre la joventut:

[...] nos hemos propuesto cooperar en cuanto esté de nuestra parte a que se extiendan y fomenten los conocimientos naturales, dando para este fin un curso completo de historia natural, del que hasta ahora carece nuestra España, con cuyo auxilio pueda la juventud laboriosa entrar en el estudio de una ciencia tan amiga del hombre que nadie debe ignorar. (Bergnes a: Buffon, 1832, I: 82-83)

I a continuació justifica l'elecció de l'obra de Buffon, pel fet de ser la millor que es coneix, així com la necessitat de la seva actualització:

En su consecuencia, no podíamos dejar de echar mano de la historia natural del Conde de Buffon, como de la mejor que se conoce según el común sentir de los sabios; más, aunque hace cerca de cincuenta años que se publicaran en castellano una parte de sus obras, prescindiendo de la falta que nos hacía todo lo restante de ellas, han sido tanto los progresos que han hecho desde entonces las ciencias físicas, y los tratados añadidos para demostrar el instinto, ardiles y pujanza de los animales, la fisiología e historia de las plantas, y la naturaleza, orden y colocación de los fósiles, que se hace necesario un nuevo Buffon enriquecido en este caudal de conocimientos. (Bergnes a: Buffon, 1832, I: 83-84)

4. Característiques de l'obra publicada

En la línia que anuncia Bergnes a la introducció, no es tracta literalment de les obres completes de Buffon, en què només figurés el que va publicar el gran naturalista francès. En realitat, es tracta d'una mena d'actualització de la seva obra, d'un «nuevo Buffon enriquecido», en paraules de Bergnes. El canvi més dràstic va consistir a substituir completament els volums dedicats a la mineralogia de Buffon, escrits amb criteris anteriors a la revolució química de Lavoisier, per la tercera edició del *Traité de mineralogie* de Charles Felix Blondeau, publicada el 1827, tal com ens ho fa saber Bergnes a l'advertència del primer volum dedicat a aquesta matèria:

El tratado de mineralogía de Buffon se resiente, como es muy natural, del atraso con que yacía la ciencia cuando escribió el ilustre conde. Sería pues un verdadero anacronismo dar en el día a nuestros suscriptores una traducción de aquella parte de la historia de la naturaleza, tal como se hallaba setenta años atrás. Hemos creído de consiguiente más acertado publicar unos elementos de mineralogía modernos, y al nivel de las luces que en estos años se han difundido por los ramos del saber humano. Al efecto nos valemos de la tercera edición de la obra del acreditado mineralogista Blondeau... (Bergnes a: Buffon, 1835, i: 7)

En altres parts de l'obra s'afegeix algun volum als de Buffon, com a la part dedicada a la història dels animals. I els darrers sis volums són els suplementes de Georges Cuvier (1769-1832), en què es recullen les novetats produïdes en la ciència entre 1789 i 1827. A més, s'afegiren nombroses notes al llarg de tota l'obra. Així i tot, es mantingué l'esquema matriu de Buffon i bona part del que publicà originàriament.

L'edició de les obres de Buffon que havia de prendre com a referència Bergnes en la traducció havia d'incloure les actualitzacions a les quals ens acabem de referir, i per tant havia de ser posterior a 1827, quan acaben els suplementes de Cuvier. Per altra banda, havia de ser anterior a 1831, quan s'aprova la seva publicació, que no s'iniciaria fins l'any següent. Olives suggereix que podria tractar-se d'una edició que s'inicià l'any 1830 i continuà els anys següents, i que s'imprimí a París a la Impremta Decourtchant sota la responsabilitat de Le-compte (Olives, 1947: 143).

A més, coneixem que la impremta que fundà Bergnes incorporava els avenços més recents que s'havien produït a Alemanya (Elias de Molins, 1889, i: 274), que era la millor de Barcelona en aquells anys i que estava a l'alçada de les millors que es podien trobar a França (Torres Amat, 1836: 649). No és d'estranyar, per tant, que l'obra editada per Bergnes tingués una notable qualitat d'impressió, com totes les obres que sortiren de la seva editorial.

L'obra consta de cinquanta-nou volums de text, el darrer d'índexs. Al llarg d'aquests cinc anys els subscriptors reberen un total de cent deu lliuraments, cinquanta-nou de text impresos majoritàriament a l'editorial de Bergnes, i la resta estaven formats per tres-centes deu làmines en conjunt. Aquestes làmines, que són d'una extraordinària qualitat, van ser gravades a París per Ambroise Tardieu, i probablement il·luminades a Barcelona (Olives, 1947: 143). En alguns casos conserven els noms francesos al peu de pàgina, sobre els quals s'enganxà el nom en castellà en tires de paper, tal com es pot observar a la figura.

5. La traducció

Per a fer la seva pròpia traducció, Bergnes va utilitzar la que havia fet feia unes dècades José Clavijo y Fajardo (1726-1806), tal com ho manifesta en el pròleg de l'obra, tot advertir-nos de les possibles mancances:

Nada diremos, pues, acerca de nuestra traducción; pudiéndose inferir lo que nos habrá costado de lo que dice D. José Clavijo y Fajardo, traductor de la historia de los cuadrúpedos, en su prólogo que hemos juzgado conveniente insertar, tanto por encontrarse en él algunas advertencias necesarias, cuanto en fe de las nociones curiosas que entraña; si bien que habiendo hecho en el día infinitos progresos las ciencias positivas, no podrán menos el naturalista y el químico de observar en él algunos tropiezos indispensables en el tiempo en que escribía. (Bergnes a: Buffon, 1832, i: 88)

Utilitzà l'excel·lent traducció de Clavijo en els volums de la història de la Terra, de la història de l'home i de la història dels quadrúpedes. Però no ho va fer ni en el primer i el darrer volum, ni en el tres de mineralogia que, com ja hem dit, no són de Buffon, ni en els sis volums dels suplementes de Cuvier. Tampoc no la utilitzà en els dos volums d'èpoques de la natura que Clavijo no arribà a traduir per por a la reacció de diferents sectors polítics i religiosos tradicionalistes, en proposar una història de la Terra molt allunyada d'allò que apareix literalment escrit al gènesi (Josa: 1991: 38-39). Tampoc no ho féu en el tercer volum sobre els animals, que és un suplement d'actualització que inclou noves descobertes produïdes fins a la meitat dels anys vint del segle XIX, i al qual ens referirem més endavant. Així doncs, bona part de la traducció li devem de forma exclusiva a Bergnes.

Fins i tot, en els volums en què utilitzà la traducció de Clavijo, va revisar-la i modificar-la. Vegem, per exemple, les diferències que presenten les traduccions de Clavijo i Bergnes del text en què inicia Buffon el llarg i brillant capítol sobre el cavall. Clavijo el tradueix de la forma següent:

Nunca ha hecho el hombre conquista más noble que la de este fiero y fogoso animal. Partícipe a su par de las fatigas de la guerra no menos que de su gloria en combates: intrépido como su mismo dueño, ve el peligro y le arrostra: acostúmbrase al estruendo de las armas, y se complace en el, lo busca, y se anima con el mismo ardor... (Buffon, 1785, III: 113)

mentre que Bergnes el tradueix així:

Nunca ha hecho el hombre conquista más noble que la de este fiero y fogoso animal, que parte con el las fatigas de la guerra y la palma de los combates: que, tan intrépido como su dueño, ve el peligro y le arrostra: se acostumbra al estruendo de las armas, y se complace en el, le busca, y se anima con el mismo ardor que el ginete... (Buffon, 1832, I: 20)

A més, introduí nombroses notes que considerà necessàries per tal de millorar l'exposició, que assenyalà convenientment. Així ho explica al pròleg:

Ninguna nota se ha puesto a esta pieza de mera curiosidad bibliográfica; pero no dejaremos de añadir aquellas que nos parezcan convenientes en todo el decurso de la obra (teniendo sin embargo particular cuidado en no multiplicar superfluamente) siempre que lo creamos necesario, ora para la mejor instrucción y claridad, ora para cualquier otro fin científico: en este caso estarán señalados por un asterisco para diferenciarlas de las del autor, que van demarcadas con guarismos, a fin de que solo a nosotros puedan atribuirse los errores o inutilidades que en ellas puedan encontrar. (Buffon, 1832, I: 88)

El notable aparell de notes que afegiren al text Bergnes i els seus col·laboradors posa en relleu un grau d'elaboració que va més enllà de la simple traducció i un considerable nivell de coneixements, pel que fa a la ciència en general i a la història natural en particular, dels responsables de l'edició. Podem agrupar les notes que afegien en quatre tipus: científiques de caràcter general, filològiques, de descripció anatòmica i de sistemàtica.

Pel que fa a les notes científiques de caràcter general, algunes són de reflexió sobre el mètode científic, com la llarga nota en què discuteix les idees de Buffon que descartaven la utilitat de les matemàtiques en molts àmbits de la ciència i que ocupa gairebé tres pàgines senceres (Buffon, 1832, II: 150-152), o la nota encara més llarga, en què també discuteix a l'autor la seva posició de refús radical als plantejaments de la sistemàtica de Linné, que s'estén al llarg de vuit pàgines (Buffon, 1832, II: 93-100). Altres notes expliquen termes científics, com *perihelio* (Buffon, 1832, III: 15), *paralelage* (Buffon, 1832, III: 29) o *cénit* (Buffon, 1832, III: 44), entre molts d'altres.

Les notes de caràcter filològic posen de manifest l'enorme competència de Bergnes en aquest camp. En aquest sentit, cal destacar que a l'inici de la descripció de molts animals inclou unes referències filològiques amb el nom de l'animal en diverses llengües, entre elles el llatí i el grec, i sovint el nom català. En relació amb aquesta darrera dada, es tracta d'una de les poques activitats de Bergnes vinculada a la llengua catalana, a la qual sols podem afegir la publicació a la seva impremta de *Lo nou testament* en català l'any 1836, i del pròleg que escrigué en català a les *Poesias catalanas de Frederich Soler*, el seu gendre, al final de la seva vida, l'any 1875.

Altres notes aporten precisions pel que fa a la descripció anatòmica d'alguns organismes. En la major part d'aquestes precisions, l'autor de la nota fa referència a l'observació directa de l'animal, que pogué fer en una visita a Barcelona d'una col·lecció d'animals exòtics que estigué a la ciutat durant l'any 1825 (Buffon, 1832, V: 140-142, 155-156, 163 etc.).

El darrer grup de notes són les de caràcter sistemàtic, en què s'esmena el nom científic o la posició sistemàtica que havia donat Buffon a alguns animals. En molts casos, tant aquestes notes sistemàtiques com les anatòmiques, estan signades amb les sigles A. R., que molt probablement corresponen a Antoni Rave, de qui parlarem a l'apartat següent.

6. Els col·laboradors de Bergnes

Bergnes ens indica al pròleg que l'obra era «revisada por nuestro amigo D. Juan María Pou y Camps, catedrático de química y farmacia en el Real Colegio de Pamplona» (Buffon, 1832, i: 9). El metge i farmacèutic Pou i Camps (1801-1865) en aquells anys impartia docència a Pamplona, i uns anys més tard seria catedràtic de la Facultat de Medicina de Madrid. Sembla que Pou i Camps podria haver tingut el paper de corrector científic.

Tot i no figurar en el pròleg, un altre dels col·laboradors va ser el metge i conegut higienista Pere Felip Monlau (1808-1871), que treballà amb Bergnes en moltes ocasions durant els anys que durà l'edició de l'obra. Va ser director del diari *El Vapor*, quan s'imprimia a l'establiment de Bergnes en els anys 1835 i 1836. Traduí l'obra de Pierre-Jean-Georges Cabanis (1757-1808) *Del grado de certeza en Medicina*, apareguda el 1832, i fou l'autor del *Diario general de las ciencias medicas*, aparegut l'any següent, i de la *Memoria sobre la necesidad de establecer prados artificiales en España*, apareguda el 1834, que també es publicaren a l'editorial de Bergnes. Anys més tard escriuria el famós article sobre el daguerreotip que Bergnes publicaria a la seva revista *El Museo de Familias* (Monlau, 1839: 465-471). A finals de 1833, Monlau, que compartia bona part dels anhels liberals amb Bergnes, va ser nomenat censor de l'obra (Palomeque, 1974: 517), per tant un censor prou favorable a l'editor, del qual no calia esperar problemes.

El tercer col·laborador, que tampoc figura al pròleg, va ser qui signava nombroses notes amb les inicials A. R., a les quals ja ens hem referit. Aquestes inicials correspondrien, molt probablement, al nebot de l'editor, Antoni Rave i Bergnes (?-1883). Era fill d'una germana deu anys més gran que Bergnes, i per tant podria ser solament una mica més jove que ell, tot i que no ho sabem amb exactitud, ja que no coneixem la seva data de naixement. La seva qualificació científica havia de ser notable, ja que uns anys més tard seria catedràtic de Física de la Facultat de Ciències i membre de la Reial Acadèmia de Ciències Naturals i Arts de Barcelona. Trenta anys més tard, va ser un dels membres de la «sociedad literaria» responsable de la redacció de la prestigiosa revista *La Abeja*, que Bergnes dirigiria als anys seixanta del segle XIX. L'estima que tenia pel seu oncle es mostrà clarament a la biografia pòstuma que li dedicà, que es publicà a la revista *El Mundo Ilustrado* (Rave, 1880: 662-664) i que encara constitueix una molt bona font d'informació històrica sobre Bergnes.

7. Conseqüències de la publicació

Dins del seu projecte cultural de difusió científica va aconseguir, a través de l'edició de les *Obras completas de Buffon*, la consolidació d'una potent xarxa de distribució cultural. L'organització d'una infraestructura per al lliurament de les cent deu trameses a 1.500 subscriptors, li va permetre consolidar una xarxa que després utilitzaria per a altres distribucions, com el periòdic *El Vapor*, que se subscribia a les llibreries on es venia el llibre de Buffon (Olives, 1947: 156). I aprofitant la mateixa xarxa, en una de les sales de la redacció del

periòdic organitzà un gabinet de lectura (Olives, 1947: 115). Aquesta infraestructura cultural li permetria assegurar la difusió d'altres obres que publicava i, en especial, de la revista il·lustrada *El Museo de Familias*, que publicaria pocs anys més tard.

La traducció de l'obra també li va permetre entrar en contacte amb els nous plantejaments en relació amb el coneixement de la natura, que s'estaven difonent especialment a França. Aquests nous plantejaments consistien, fonamentalment, en la introducció de nous mètodes en l'estudi de la natura, a donar una nova dimensió en la història de la Terra allunyada de la interpretació literal del gènesi i en una visió no fixista de les espècies que ja admetia canvis en els organismes al llarg del temps.

La nova visió de la natura que anava desenvolupant-se a través d'aquests nous plantejaments, l'aniria difonent al llarg de la seva vida a través d'altres obres. Pel que fa als llibres, hem de destacar *La historia natural del genero humano* de Julien Joseph Virey (1775-1846), traduïda i publicada per Bergnes l'any 1835 i que tingué tres reedicions els anys 1840, 1842 i 1849, i la *Historia de las islas del Océano* de Bory de Saint-Vincent (1778-1846), que s'imprimí l'any 1842 a la Imprenta del Liberal Barcelonés.

També la difondria a través d'articles que van aparèixer a les revistes il·lustrades que dirigí: el *Museo de Familias*, entre 1838 i 1841, i sobretot *La Abeja*, ja en els anys seixanta del segle. La insistència a difondre aquestes idees fins i tot més de trenta anys més tard de la seva aparició a les *Obras completas de Buffon* ens donen una idea de la importància que els devia donar Bergnes.

En relació amb aquesta nova visió de la natura que admetia que les espècies no eren fixes, cal dir que Bergnes, a partir de la traducció de les obres de Buffon, va poder entrar en contacte amb nous plantejaments evolucionistes que difondria a través de diverses publicacions fins a la fi dels seus dies (Camós, 1997: 67-84).

Aquest contacte explica l'origen d'uns articles que publicà a *La Abeja* els anys 1864 i 1865, sota el títol de «Funciones de generación y reproducción de los seres vivos». Aquests notables articles provenen íntegrament del tercer volum, «Historia de los animales», de les *Obras completas de Buffon*. Es tracta d'un dels volums amb aportacions posteriors a l'obra d'aquest naturalista francès, en què es tracten noves contribucions a l'estudi de les diferències entre els animals i els vegetals, i sobre diversos aspectes relacionats amb la reproducció dels animals en general i de l'home en particular. En aquest volum es descriu clarament el model evolutiu de Jean Baptiste Lamarck (1744-1829).

En els fragments que reproduueixo a continuació és on es fa una breu i bastant precisa explicació de les teories evolucionistes de Lamarck. Aquests fragments es troben tant en un volum de les *Obras completas de Buffon* aparegut el 1835, com a la sèrie d'articles sobre la generació i reproducció dels éssers vius que apareixerien l'any 1864, prop de trenta anys més tard, a la revista *La Abeja*.

En los últimos tiempos, Lamarck ha tratado de resolver la cuestión y he aquí sus ideas sobre el particular. Los primeros seres organizados fueron formados en todas sus partes por una generación espontánea [...] Bien pronto se complicó, pues es propio del movimiento vital tender siempre a componer más y más la organización, a crear órganos particulares, a dividir y multiplicar los diversos centros de actividad; y en seguida conservando constantemente la reproducción todo lo que se había adquirido, se forman sucesivamente especies numerosas y diversas.²

Finalmente en el día, Lamarck profesa que los vegetales i los animales cambian de continuo por las influencias de los climas y de los alimentos, por los efectos de la domesticidad, y por el cruzamiento de las razas. Si las especies actuales nos parecen constantes, depende, dice él, de que los climas y demás circunstancias que modifican aquellas especies no obran en ellas hasta después de un enorme espacio de tiempo; y que de consiguiente se necesitan muchas vidas humanas para presenciar aquellas modificaciones y poderlas dar por bien averiguadas.³

L'edició de les obres de Buffon també pogué tenir relació amb la publicació, a la mateixa revista *La Abeja*, de la traducció dels dos primers volums de la *Histoire naturelle des vegetaux* escrits per Lamarck, en els quals també inclou una formulació de la seva teoria evolucionista aplicada al món vegetal (Camós, 1997: 75). Aquesta obra, que és la primera de Lamarck traduïda al castellà, estava inclosa en el *Curs complete d'histoire naturelle*, una obra enciclopèdica publicada a partir de 1803 en vuitanta volums. La major part d'aquesta obra enciclopèdica era de Buffon, la dedicada a la Terra, a l'home, als quadrúpedes i als ocells, i Bergnes la podia conèixer en entrar en contacte amb l'obra d'aquest gran naturalista francès per tal d'editar-ne les seves obres completes. Però els quinze volums corresponents als vegetals els havien escrit Lamarck, els dos primers, i Charles Mirbel (1776-1854), els tretze restants. Són aquests dos primers volums de Lamarck els que publicaria gairebé de forma íntegra a *La Abeja*.

8. Conclusions

Així doncs, les *Obras completas de Buffon* traduïdes i editades per Bergnes de las Casas constitueixen la primera traducció del comte naturalista francès apareguda en castellà a terres catalanes, que va permetre als habitants de l'Estat espanyol, i fins i tot d'altres terres on es parla el castellà, disposar de bona part de les obres de Buffon en l'idioma habitual de comunicació. Cal recordar, però, que una part de les obres de Buffon ja havien estat traduïdes i publicades per Clavijo.

2. Buffon (1835), *Obras completas de Buffon*, vol. III: *Historia de los animales*, p. 145-147. Idèntic a «Funciones de generación y reproducción de los seres vivos» (1864), *La Abeja*, p. 341.

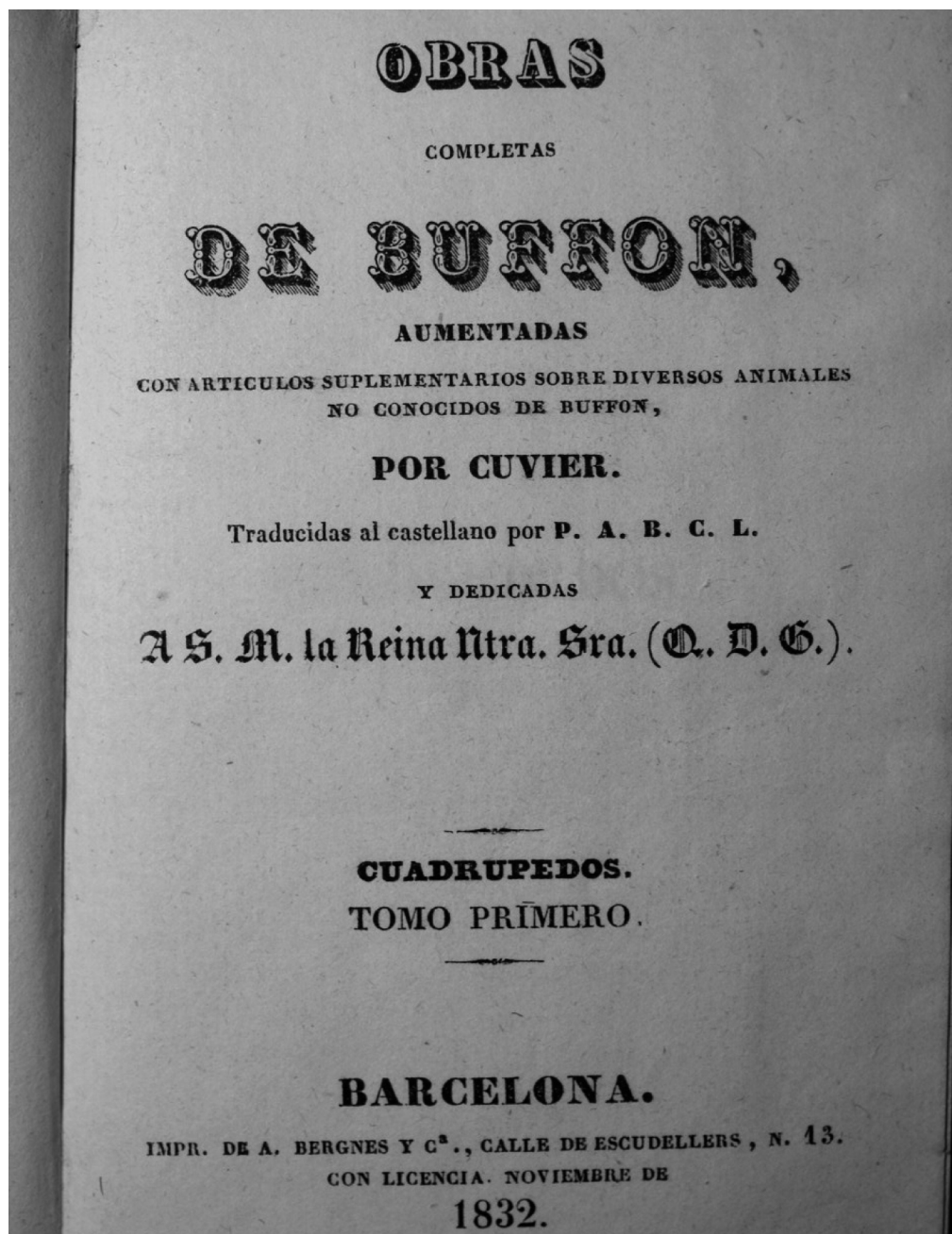
3. Buffon (1835), *Obras completas de Buffon*, vol. III: *Historia de los animales*, p. 145-147. Idèntic a «Funciones de generación y reproducción de los seres vivos» (1864), *La Abeja*, p. 400.

Però, com hem comentat, l'obra va molt més enllà del que havia escrit Buffon feia més de mig segle, ja que també incloïa moltes de les noves idees sobre la natura que s'anaven desenvolupant especialment a França. D'aquesta manera, també es posava a disposició dels lectors en castellà les novetats en l'estudi científic de la natura, desenvolupades fins a finals dels anys vint del segle XIX.

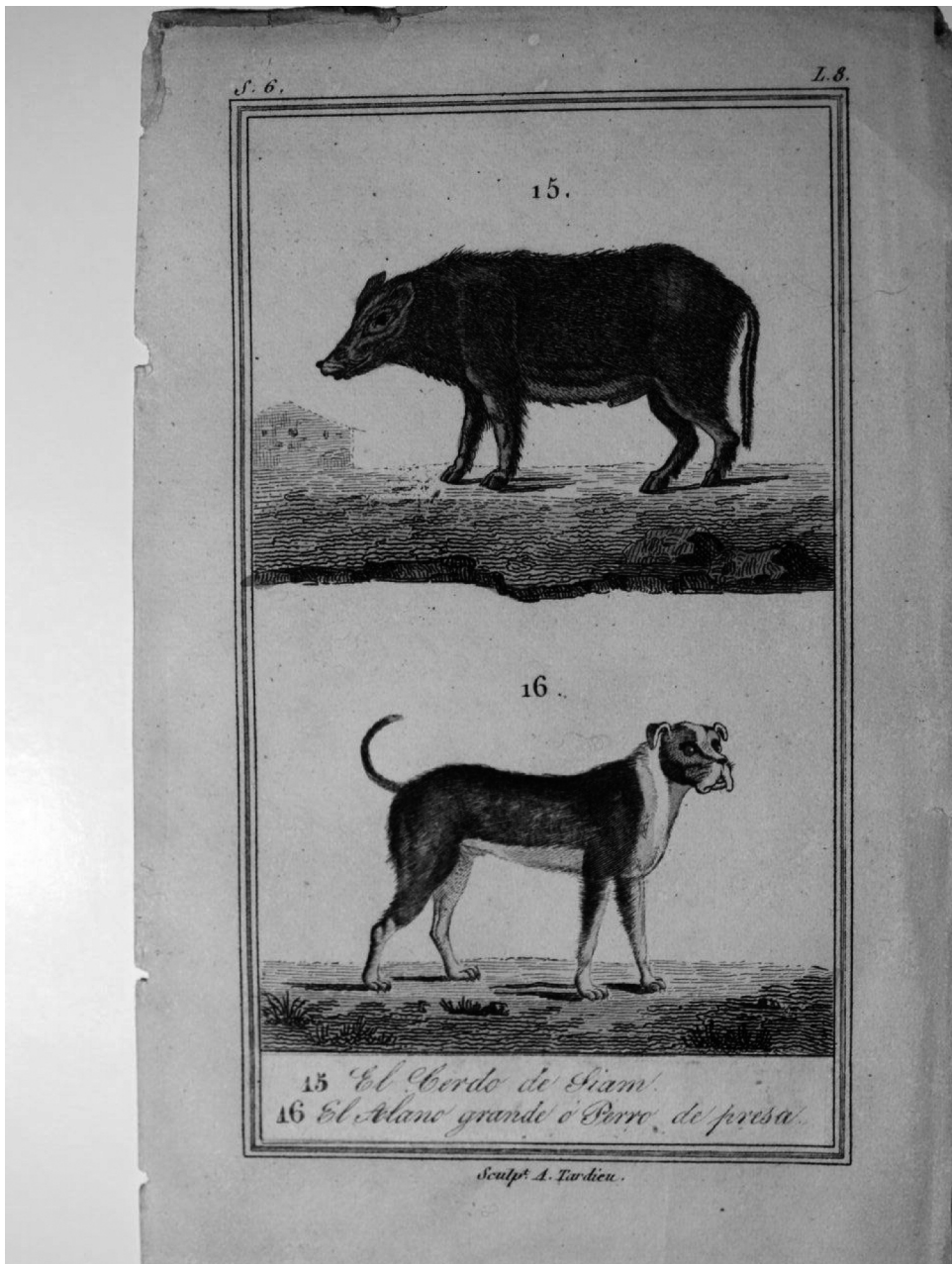
D'entre aquestes novetats científiques que apareixen a l'obra destaca, de forma especial, la primera exposició, que hem localitzat fins ara, de la teoria evolucionista de Lamarck en castellà. Alguns catalans i espanyols podien conèixer les idees de Lamarck per haver assistit als seus cursos de zoologia a París o per haver llegit les seves obres (Camós, 2007: xxv-xxxix), però no tenim constància que expliquessin per escrit les idees de Lamarck que havien de conèixer. Hauríem d'esperar encara uns anys, fins al 1841, perquè tornés a aparèixer una altra explicació del model evolutiu de Lamarck una mica més àmplia, a l'obra *Dios y sus obras. Diccionario pintoresco de historia natural y de agricultura* d'Agustí Yañez (Sucarrats, 2006: 145-149).

Bibliografia

- BERGNES, A. (1832), «Prólogo». A: BUFFON, G. L. L. comte de, *Obras completas de Buffon*, vol. I, Barcelona, Impr. Bergnes, 9-93.
- (1835), «Advertancia». A: BUFFON, G. L. L. comte de, *Obras completas de Buffon*, vol. I, Barcelona, Impr. Bergnes, 7.
- BUFFON (1785-1805), *Historia natural general y particular...*, traducció de José Clavijo y Fajardo, Madrid, Joaquín Ibarra Impresor.
- (1832-1836), *Obras completas de Buffon*, Barcelona, Impr. Bergnes, 59 v. [Hi ha una segona edició dels anys 1841-1842]
- CAMÓS, A. (1997), «La difusión de la teoría evolucionista de Lamarck en *La Abeja* (1862-1870) de Barcelona», *Asclepio*, **49**, 67-84.
- (1998), «Antoni Bergnes de las Casas (1801-1879) difusor de la cultura científica y del transformismo lamarckista», *Llull*, **21**, 633-651.
- (2007), «Introducció». A: LAMARCK, J. B., *Filosofía zoológica*, Barcelona, IEC, Pòrtic, Eumo. (Clàssics de la Ciència; 8), IX-LVII.
- ELIAS DE MOLINS, A. (1889), *Diccionario biográfico y bibliográfico de escritores y artistas catalanes del siglo XIX*, Barcelona, Imp. Fidel Giró.
- «Funciones de generación y reproducción de los seres vivos», *La Abeja*, **3**, (1864-1865), 125-126, 213-217, 291-295, 337-342, 442-446; *La Abeja*, **4**, 47-49, 123-125, 187-189.
- JOSA, J. (1991), «La historia natural de Buffon publicada por Ibarra», *Esopo*, **4**, 27-42.
- KNIGHT, D. (1988), *La era de la Ciencia*, Madrid, Pirámide.
- LAMARCK, J. B. (1862-1864), «Historia natural de los vegetales», *La Abeja*, **1**, 293-301, 333-341, 378-383, 413-417, 452-457; *La Abeja*, **2**, 16-17, 39-42, 78-81, 123-126, 201-205, 278-282, 361-366, 408-411, 444-446; *La Abeja*, **3**, 9-12.
- LLOVET, J. (2007), «La Llum que ens ve del Nord...», *El País* (21 abril 2007).
- MONLAU, P. F. (1839), «Noticia sobre el Daguerrotipo», *El Museo de Familias*, vol. II, 465-471.
- OLIVES, S. (1947), *Bergnes de las Casas helenista y editor*, Barcelona, CSIC.
- PALOMEQUE TORRES, A. (1974), *Los estudios universitarios en Cataluña bajo la reacción absolutista y el triunfo liberal hasta la reforma Pidal (1824-1845)*, Barcelona, Universitat de Barcelona.
- RAVE, A. (1880), «Antonio Bergnes de las Casas», *El Mundo Ilustrado*, **3**, 662-666.
- SUCARRATS, R. (2006), «L'ensenyament de la història natural a la Barcelona de la primera meitat del segle XIX. Els llibres de text i la docència d'Agustí Yañez i Girona», UAB. [Tesi doctoral inèdita dirigida per Josep Pardo i Tomás. Es pot trobar a la xarxa: <<http://www.tesisenxarxa.net/TDX-1109106-133436/>>]
- TORRES AMAT (1836), *Memorias para ayudar a formar un diccionario crítico de los escritores catalanes*, Barcelona, Imprenta de J. Verdaguer.



Portada del primer volum sobre els quadrúpedes de les *Obras completas de Buffon*, publicades i traduïdes per Antoni Bergnes de las Casas l'any 1832.



Gravat d'A. Tardieu, imprès a París, inclòs a les *Obras completas de Buffon* publicades per Antoni Bergnes de las Casas. El color lleugerament diferent dels noms dels animals és degut al fet que es van enganxar petites tires de paper amb el nom en castellà damunt dels noms en francès que apareixien en el gravat.

EL CONCEPTE DE NATURALESA A BARCELONA AL TOMBANT DELS SEGLES XVIII I XIX: LINNEANS O BUFFONIANS?

RAIMON SUCARRATS RIERA

CENTRE D'ESTUDIS D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA, UNIVERSITAT AUTÒNOMA
DE BARCELONA.

Paraules clau: Carl von Linné, comte de Buffon, història natural, Barcelona als segles XVIII i XIX, Antoni Sala, Francesc Morer, Agustí Yáñez

The Concept of Nature in Barcelona at the Turn of the XVIII and XIX Centuries: Linnean of Buffonian?

Summary: Carl von Linné and George-Louis Leclerc, the count of Buffon, can be considered as the two most important representatives of natural history in the 18th century. Their antagonistic ideas about nature and how it should be studied and their beings classified led to polemics for a long time and had a great influence on natural sciences in their own epoch and even a century later. Here it's studied how these opposing ideas were assimilated and defended in Barcelona, through manuscripts written in the last decade of the 18th century by two apothecaries, members of the Academy of Sciences, and through several works of Agustí Yáñez, professor of natural history in the pharmacy college of Barcelona in the first decades of the 19th century, who wrote textbooks and other contributions to the diffusion of natural sciences.

Key words: Carl von Linné, Count of Buffon, natural history, Barcelona in the 18th and 19th centuries, Antoni Sala, Francesc Morer, Agustí Yáñez

Linné i Buffon

Carl von Linné i George-Louis Leclerc, el comte de Buffon, van ser, amb tota probabilitat, els dos estudiosos de la història natural més influents del segle XVIII. Les seves concepcions, sovint oposades, sobre allò que és la naturalesa o sobre com s'havia d'estudiar la història natural i quins eren els seus objectius, han estat àmpliament estudiades i van representar una aportació cabdal per al canvi que les ciències de la vida experimentaren al llarg dels segles XVIII i XIX. Però quins eren els punts clau d'aquesta profunda discrepància? Quan entenem que una determinada forma d'aproximar-nos a la naturalesa és linneana o buffoniana?

En el rerefons de tot el treball desenvolupat per Linné trobem la idea d'una naturalesa creada per Déu en el seu estat actual i immutable. Déu és, per tant, transcendent en la naturalesa i responsable de la creació de totes les espècies. La creació es va dur a terme en un moment no massa allunyat en la història, l'home en va ser producte principal i, des d'aleshores, no hi ha hagut canvis en el pla diví. El món és, per tant, estàtic i discontinu entre els diferents grups específics. En aquest context intel·lectual, la veritable història natural s'ha de basar en el descobriment de l'ordre metòdic creat per Déu mitjançant sistemes de classificació fàcils d'aplicar. En certa manera, el naturalista esdevé el descobridor del pla de Déu, de l'ordre de les espècies, el responsable de catalogar-les, classificar-les i donar-los nom. Els sistemes de classificació són necessaris perquè són la forma lògica d'aconseguir aquest objectiu.

Així doncs, Linné va començar als 28 anys la reforma de la botànica que s'havia proposat des del seu càrrec d'administrador del Jardí Botànic d'Upsala. Va ser el primer naturalista que va proposar un agrupament taxonòmic dels organismes en categories jerarquitzades definides (espècies, gèneres, ordres, classes i regnes), a base d'incloure grups morfològicament emparentats a altres grups pròxims i superiors. El seu sistema taxonòmic va desenvolupar els anteriors, agafant tot allò de bo que tenien i els va simplificar, fent-lo pràctic i assequible a tothom. Era un sistema fàcil d'aprendre i responia plenament a la tendència d'aplicar criteris matemàtics de nombre i posició als estudis naturalístics. Es basava en uns pocs criteris per fer-lo més senzill. El més reeixit va ser l'utilitzat per a les plantes, conegut tradicionalment com *sistema artificial sexual*, ja que es basava només en les estructures de reproducció. També va proposar i consolidar un tipus de nomenclatura senzilla i arbitrària, la nomenclatura binomial, a partir del seu llibre *Philosophia botanica*, de 1751, que va substituir les nomenclatures fins aleshores circulants, més complexes i difícils de conciliar, la qual cosa dificultava la comunicació entre la comunitat internacional de naturalistes (Jahn *et al.*, 1989: 241-242).

L'esforç simplificador i clarificador de Linné va propiciar que no sols es mantingués, sinó que agafés encara més volada, la participació dels naturalistes *amateurs*, juntament amb altres de més experimentats, en el procés de classificació i, per tant, va ajudar a convertir la botànica en una ciència assequible per a públics més amplis. En el seu llibre *Philosophia botanica* (1751) no només ensenyava plantes, sinó que també ensenyava mètodes per a fer herbaris, per a organitzar una excursió, per a plantar un jardí, etc. (Koerner, 1996: 147-148).

Linné es preocupà a crear una veritable xarxa de corresponsals que l'ajudaren a la seva gran tasca sistemàtica i permeteren la propagació ràpida i eficient del seu ambiciós programa de classificació.

Oposat en gran part a aquestes idees, trobem el comte de Buffon. Ell era partidari dels principis de plenitud, continuïtat i gradació de la naturalesa. Aquests principis comportaven l'existència d'un tot continu d'organismes, des dels més senzills als més complexos, allò que normalment s'anomena la *cadena dels éssers*. Segons Buffon, la naturalesa ve definida per un conjunt de processos que van ser iniciats fa molt de temps per Déu. Déu creà les lleis, però la naturalesa ha funcionat sola des d'aquell moment. Des d'aquesta òptica, el concepte d'espècie només és aplicable com a classe abstracta, i en una relació espacial i temporal dels organismes vius. No existeixen les espècies, només els individus, que poden canviar en el transcurs de les generacions i, conseqüentment, qualsevol sistema de classificació és artificial, és una convenció humana que no té una correspondència real a la naturalesa. Així doncs, la funció fonamental de la història natural és la de descriure els organismes i trobar un mètode raonat per deduir les lleis generals de la naturalesa.

La figura de Buffon és molt més controvertida i polièdrica que la de Linné, i les seves idees arriben molt més lluny i són l'origen d'altres que trobarem en els debats ideològics sobre la naturalesa al llarg del segle XIX. Cal destacar les que va proposar, de forma sovint contradictòria, sobre l'origen de la Terra, la seva reivindicació de l'actualisme, teoria que es va anar imposant posteriorment, i l'acceptació de la possibilitat de canvis en els organismes que alguns autors han vist com idea precursora de l'evolucionisme, encara que aquesta no fos ni molt menys la intenció del mateix Buffon. El que sembla clar és que Buffon fou qui, de forma més explícita, va fer irrompre el concepte de temps en la història natural. Aquest fet, que ja s'intueix al llarg de la seva obra, es manifesta explícitament en el seu llibre sobre les èpoques de la naturalesa de 1778, en què arriba a proposar cronologies que pressuposen 75.000 anys d'antiguitat o fins i tot molt més per al nostre planeta. Per aquest i altres temes, molts autors del segle XIX consideren Buffon un dels principals precursors de la nova ciència de la geologia.

Aquests són, de forma per força resumida, els punts de divergència entre Linné i Buffon. La polèmica que sostingueren tots dos autors ha estat àmpliament estudiada, i en la bibliografia que segueix podem trobar referències a articles i llibres que en parlen. Més complex és decidir qui va reeixir més a la seva època i en el segle posterior. Quan la polèmica s'inicià el 1749, amb la publicació del primer volum de la *Histoire naturelle générale et particulière* en què Buffon abocava les seves crítiques a Linné, aquest ja era un poderós adversari amb força seguidors a Anglaterra i França, i una important obra publicada. A més a més, el sistema de classificació linneà, molt més clarificador i senzill d'aplicar, va acabar imposant-se majoritàriament a tot Europa. El mateix any que morí Buffon, el 1788, es fundà a París la Societat Linneana que posteriorment Fourcroy reconvertiria en la Société d'Histoire Naturelle. Aubin-Louis Millin, en el seu *Discours sur l'origine et le progrès de l'Histoire naturelle en France* de 1792 mostrava Linné com a paràmetre de tota la història natural, parlant només de

Buffon per criticar-lo (Lepenies, 1991: 173). L'*Encyclopédie* comença anunciant que seguirà les premisses de la *Histoire naturelle* de Buffon però, de forma significativa, utilitza el *Systema naturae* de Linné, ja a partir dels apartats dedicats a quadrúpedes i peixos, dirigits per Daubenton (Sloan, 1976: 357). Tanmateix, Louis-Jean-Marie Daubenton, que va ser d'un bon principi l'encarregat de confeccionar la major part dels articles d'història natural de l'Enciclopèdia, havia col·laborat amb Buffon i, si no compartia totes les seves idees, participava de moltes d'elles (Llana, 2000).

Però tot i això que acabem de dir, Buffon va ser un personatge àmpliament reconegut i les seves idees van tenir una gran difusió en molts àmbits diferents. L'èxit de la seva *Histoire naturelle* és difícilment igualable. La primera edició dels seus tres primers volums el 1749 s'esgotà en sis setmanes. Se'n van fer dues edicions més que s'esgotaren el mateix any. Es coneixen no menys de 250 compendis de l'obra de Buffon destinats a múltiples públics. Podem trobar *Beautés de Buffon*, *Buffon de la jeunesse*, *Petit Buffon des enfants*, *Buffon des écoles*, *Buffon des familles*, *Petit Buffon moral et religieux*, etc. Fins al 1860 hi ha reedicions de la seva obra i es van fer molts atles i diccionaris d'història natural amb clara influència buffoniana. Buffon va crear una manera, un estil d'escriure sobre la història natural que va ser imitat en moltes obres posteriors. A Espanya, la classificació de Linné es va imposar sobre la de Buffon, però és innegable la seva gran influència en els naturalistes espanyols, i les cites a Buffon als *Annales de Ciencias Naturales* així ho demostren (Josa, 1988: 128).

Podríem resumir els paràgrafs anteriors dient que el sistema taxonòmic linneà es va utilitzar per classificar els organismes, sobretot els vegetals, de manera generalitzada a tot Europa, però reconeixent que l'obra de Buffon va tenir un innegable èxit popular i va generar una manera de concebre la naturalesa que va tenir conseqüències importants en el segle XIX.

Linneans i buffonians a Barcelona. Dos apotecaris amb visions diferents de la naturalesa

A Barcelona hi va haver naturalistes que es van postular explícitament en favor de Linné o de Buffon en els seus escrits destinats al públic especialitzat. Posarem com a exemple dos apotecaris catalans que van mostrar les seves idees en una o una altra direcció en les memòries redactades per a la Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona, que van escriure en l'última dècada del segle XVIII. Es tracta de dos botànics que pertanyien a nissagues d'apotecaris prou conegudes a la ciutat. El primer era Antoni Sala Domènech, de la família dels apotecaris Sala del carrer de la Boqueria. El seu besavi Francesc ja havia estat corresponsal de Tournefort a finals del segle XVII. Ell va ser membre de l'Acadèmia de Ciències des del 1786 i director de la seva secció de botànica de 1786 a 1788, i revisor d'aquesta secció de 1789 a 1807. Per un altre costat tenim Francesc Morer Company, amb una apotecaria familiar al carrer Ample que havia estat regentada pel seu pare Jaume des de 1732. Ell també va ser membre de l'Acadèmia de Ciències i va dirigir la secció de botànica des de 1789 a 1807, i en va ser el seu revisor des de 1766 a 1788 (Zarzoso, 2003: 88).

Antoni Sala es manifestà com un gran admirador de Linné. Vegem allò que deia sobre el savi suec i el seu sistema de classificació en la memòria que va escriure l'any 1798:

El sistema es el hilo Ariadne de la Botánica (dice el Plinio sueco) sin el cual sería un caos la Ciencia de las plantas. Un botánico sin sistema por más que acuda a las descripciones, a las figuras, i a todos los índices para determinar una planta; la casualidad podrá únicamente hacer que acierte con su nombre; el verdadero sistemático le hallará con seguridad, i a menos costa siguiendo las reglas que les prescribe el método. [...]

Sin embargo de los defectos que se observan en su sistema [parla del sistema de Tournefort], le siguieron innumerables botánicos, y fuera aquel en el día el más sobresaliente, si el famoso Profesor Sueco no hubiese dado a luz pública su sistema sexual, sistema el más completo que se conoce hasta la presente época, y el que es con razón generalmente adoptado, y preferido a cualquier otro entre las naciones cultas.

El caballero Linneo a quién había destinado la providencia para elevar la Botánica hasta el más sublime grado de honor y de perfección y de quien se dice que habiéndose propuesto seguir el único rumbo de averiguar los arcanos de la naturaleza consultándola logró al cabo conocerla en si misma y cuyo mérito es superior a todo elogio...

Sala indica la necessitat d'un mètode fàcil per a determinar el nom de les plantes i reconeix la preeminència de Tournefort fins l'aparició del sistema linneà. Cal ressaltar el grau de reconeixement a l'obra de Linné, gairebé hagiogràfic, que trobem en l'últim paràgraf. Déu va crear els organismes agrupats en diferents espècies, i també va designar Linné perquè fos ell qui desxifrés l'enigma i donés el nom a totes les peces de la seva obra.

Antoni Sala, en altres fragments de la seva memòria, defensava Linné de les crítiques de Buffon. El comte francès havia retret al savi suec que classifiqués una planta com el roser en el mateix grup que la maduixa, o l'alzina amb la pimpinella, quan són de mida i característiques tan diferents. Ja sabem que Buffon considerava que la sistemàtica linneana en jerarquia de classes no donava l'ordre de la natura, sinó un ordre arbitrari imposat pel raonament humà. L'home es volia imposar a la realitat inabastable de l'obra del Creador amb l'únic treball d'abstracció de la seva ment, tasca absolutament impossible. Llegim com Sala donava prioritat als paràmetres linneans basats en els òrgans sexuals per davant d'altres criteris proposats per Buffon com la mida, la forma o l'ecologia:

[...] pero si el ilustre Conde pretende culpar a Linneo de la disposición con que arregla los vegetales en sus sistema, debería más presto inculcar en la naturaleza de la cual se declara demostrador, habiendo ella permitido que concurran en los expresados vegetales unos mismos caracteres, que obligan a incluirlos en unas mismas clases por la analogía de las partes de fructificación, aunque la una sea cien veces mayor que la otra: semejante pretensión fuera querer violar las sagradas leyes de la naturaleza, a las cuales debe sujetarse cualquier botánico perito sin querer penetrar sus admirables arcanos.

Sala també disculpava els pocs errors que havia comès Linné en la classificació de les plantes, tot i atribuint-los a la immensa quantitat de treball que va realitzar, i afirmava que el sistema de Linné havia estat acceptat gairebé majoritàriament pels naturalistes de la seva època.

Per contra, cinc anys abans, el 1793, i en el mateix fòrum, l'Acadèmia de Ciències de Barcelona, l'apotecari Morer defensava Buffon i la seva manera de concebre la història natural en la memòria que presentà el 1793, dedicada a la recerca del sistema natural:

La verdadera física de los vegetales es aquella que tiene por objeto la relación de todas sus partes y propiedades sin exclusión de una sola. Ella las une todas en clases naturales e invariables fundadas en las semejanzas posibles y por ese medio facilitar el estudio de la botánica, presentando los conocimientos en un punto de vista más general sin limitación alguna. Tal es la idea que todos los botánicos deben formarse del método natural que existe, y que no se puede formar otro, porque encierra en si a todos los objetos, a los cuales es preciso considerar, reflexionar y atender en todo conato.

El ingenioso Bufón, a quien se debe este modo de pensar tan sólido y fundado es el primero que demostró que del conjunto de las partes de los entes era necesario y preciso deducir las clases. [...]

Este es en realidad el orden metódico que debe preferirse a todos los demás en el reglamento de las producciones naturales.

La defensa que Morer fa dels sistemes naturals està basada, ho veiem en el seu escrit, en la idea de Buffon de la necessitat de descriure acuradament els organismes i tenir en compte les seves parts a l'hora de procedir a la seva classificació. En aquesta línia, en un altre lloc de la seva memòria, Morer critica l'abandó que va fer Linné de l'estudi de totes les parts dels vegetals per sotmetre's de forma exclusiva a les sexuals.

Francesc Morer explicava, també, allò que per a ell representava una espècie, un raonament totalment basat en criteris buffonians:

1. que la sucesión de los individuos por la destrucción y la procreación constituye la especie. 2. que la sucesión ha de ser constante y sin intermedio o no interrumpida. 3. obrando esta por la generación con el concurso de los dos sexos. 4. que la especie no consiste en la comparación del número de individuos. 5. ni de sus semejanzas. 6. ni tampoco de su duración.

Seguint aquesta lògica buffoniana, Morer conclou que les espècies són inexistents i que, de fet, només existeixen els individus, i acaba afirmant:

De todo lo que se concluye que la naturaleza no ha establecido esta división, que está admitida sin contradicción de los tres Reinos, no menos que de las clases y de los géneros y de las especies que no existen que en nuestra imaginación... !!!

Però no imaginem un panorama científic barceloní emmarcat en l'enfrontament entre linneans i buffonians. Normalment eren reconeguts els mèrits de tots dos naturalistes i, cadascun en allò que tenia de bo, eren acceptats com a grans mestres per la comunitat científica. És habitual trobar autors que lloen ambdós personatges en llocs diferents de la seva obra. El mateix Francesc Morer, tot i tenir una visió de la naturalesa decantada cap a les idees de Buffon i indicar en les seves memòries els defectes de la classificació linneana, en una altra memòria escrita el 1798 destacava l'obra de Linné, a qui considerava un autor immortal, l'obra del qual havia estat magistral i de gran talent. Llegim-ho en un fragment d'aquesta memòria:

Con todo el Sistema Naturae y el Fundamenta Botanica del insigne sueco dio un nuevo semblante a la Botánica, y a las demás partes de la Historia Natural, y aún no se sabía como se recibiría dicha obra cuando de repente, y sin ayuda alguna que su grande talento se llevó tras de sí la admiración de toda la Europa, con su crítica Botánica, con su Genera Plantarum, con el Hortu Cliffortianus, con la Flora lapponica y con su Methodus sexuales: Cinco obras magistrales, todas parto de un solo año, cada una de las cuales por sí sola era capaz de immortalizar su autor, en cuya composición, o en cuyo trabajo toda la vida de un hombre podría darse por bien empleada.

De fet, el sistema de classificació linneà es va acceptar majoritàriament en els centres docents catalans al llarg de les primeres dècades del segle XIX, i fins tot més enllà de mitjan segle per sobre dels sistemes naturals que eren més moderns, però la filosofia buffoniana va estar en el rerefons de la tasca de la major part dels científics que es dedicaven a la història natural.

Agustí Yáñez, un exemple de l'admiració per Linné i Buffon alhora

Agustí Yáñez és un bon exemple del fet descrit en el punt anterior. Ell fou catedràtic del Reial Col·legi de Farmàcia de Sant Victorià, el centre docent de rang universitari on s'explicà, gairebé de forma única, la història natural a Barcelona entre 1815 i 1840. En aquestes dècades del XIX, l'ensenyament regulat oficial de la història natural es va produir de forma gairebé única en els col·legis de farmàcia. Això és degut al fet que és en aquest moment històric quan es crea una nova professió farmacèutica que pretén substituir l'antic apotecari gremial, subordinat al metge i ensinistrat empíricament per a la preparació dels medicaments, per un professional científic, coneixedor de la naturalesa i de les propietats últimes dels simples, capaç d'explicar el perquè dels medicaments que fabricava. Aquest nou professional, digne de tractar de tu a tu al metge, necessitava uns estudis de formació de nivell universitari, i en aquests estudis havien de tenir especial preponderància les ciències naturals i, en un lloc de prioritat, la història natural. Aquesta matèria s'impartia al primer dels quatre cursos que componien la llicenciatura, i és per això que els alumnes que assistien a

les classes de Yáñez posseïen ben pocs coneixements previs d'història natural. D'això, se'n queixava sovint el seu catedràtic. Per aquest motiu, el sistema de classificació que ell ensenyava havia de ser el més senzill d'aplicar, el sistema artificial sexual de Linné. Aquest sistema fou sempre defensat per Yáñez, i no escatimà elogis a la figura del seu autor com a gran naturalista i creador del sistema de classificació més apropiat per als principiants. Vegem l'encesa defensa que feia de la seva figura (Yáñez, 1819: 28):

Vemos desde luego aparecer en el horizonte literario al inmortal Linneo tenido justamente por el padre de la historia natural y comparable solamente con Newton y Lavoisier a pesar de la malignidad de las censuras de algunos semisabios modernos...

Yáñez compara Linné, el «pare de la història natural», amb els altres dos grans «pares» de la ciència: el de la física, Newton, i el de la química, Lavoisier. No són paraules menors. Això sí, Yáñez sempre reconegué les mancances de l'obra de Linné en la mineralogia, motivades pel desconeixement que a la seva època es tenia de la química, necessària per la seva adient classificació.

Però si per a un farmacèutic és necessari saber descriure i classificar, no ho és menys el saber donar un nom intel·ligible als éssers que estudia. El 1820, en la primera edició del seu llibre de text *Lecciones de historia natural*, considerat el primer llibre de text d'història natural original escrit en llengua castellana, Yáñez es referia així al sistema de nomenclatura binomial inventat per Linné (Yáñez, 1820: 286):

Este método de nomenclatura fue adoptado con entusiasmo por los sabios y a pesar de alguna objeciones que se le han propuesto, continua a ser respetado por todos los naturalistas.

En aquesta primera obra impresa de Yáñez, dissenyada per a l'ensenyament de la història natural en aquest primer curs del Col·legi de Farmàcia, s'emprà el sistema linneà, tant en botànica com en zoologia, i s'hi dedicava tot un capítol a comentar-lo i un altre a explicar les modificacions que li havien fet Gmelin i Cavanilles. Yáñez hi afirmava (Yáñez, 1820: 242):

Por más que se esfuerzen algunos modernos en exagerar los defectos del sistema botánico de Linneo, se debe respetar como el más adecuado a la comprensión de los principiantes y como el que más facilita el conocimiento metódico de los vegetales. Su facilidad y exactitud eclipsaron la gloria de todos los sistemas anteriores y le granjearon un imperio absoluto por muchos años, sin que sea necesario recurrir a otras causas, en cuya indagación se empeñaron algunos autores.

L'ús del sistema linneà de classificació no es limità als primers anys del Col·legi de Sant Victorià. En els exàmens que els alumnes realitzaren en els darrers anys de la seva existèn-

cia, a la dècada de 1840, encara hi havia preguntes que indagaven en el sistema artificial sexual de classificació i els seus avantatges i inconvenients respecte dels mètodes sexuals, tal com podem comprovar en els llibres d'exàmens i llicenciatures del Col·legi que es conserven en el fons antic de la Universitat de Barcelona. Encara més, a la segona edició de les seves *Lecciones*, publicada en tres volums entre 1844 i 1845, que Yáñez escriví pensant en un públic més ampli i format que el que fins aleshores havia tingut, ja s'utilitzen els sistemes naturals més moderns de classificació, però també es descriu el sistema linneà i s'annexen taules amb les seves principals classes.

Yáñez, no pensem pas el contrari, fou des d'un bon principi un ferm partidari dels sistemes naturals de classificació, però aquest fet no el feu menysprear la figura del naturalista que havia revolucionat la sistemàtica i que havia proporcionat un sistema de classificació ideal per ensenyar als principiants, justament allò que Yáñez necessitava en el centre docent del qual era catedràtic. Així, no hem d'estranyar-nos que en les *Lecciones* de 1844 encara el continuï anomenant el «pare de la història natural» o també el «pare de la botànica».

Però si haguéssim de donar a Yáñez l'adjectiu linneà o buffonià, clarament apostariem pel segon. En efecte, Yáñez era buffonià. El seu concepte d'espècie, era clarament heretat de les idees buffonians i així queda reflectit en molts dels seus escrits. Com a exemple, a la segona edició de les *Lecciones* escriu (Yáñez, 1845: 20):

La tendencia a los métodos denominados naturales predomina actualmente en todos los ramos de la ciencia de la naturaleza; Y mientras se afanan los hombres por este lado, olvidan o aparentan olvidar una verdad incontestable y fundamental, a saber que naturaleza sólo ha producido individuos, que todos los grupos universales son los resultados de nuestras abstracciones, y que es una pretensión infundada querer sujetar a ellas de un modo absoluto las maravillosas obras de la suprema inteligencia.

També era partidari, encara que amb certs matisos, de la idea de la continuïtat i de l'existència de la cadena dels éssers.

Acabamos de recorrer todos los fenómenos de la vida animal, hemos visto la sensibilidad y el movimiento menguar por grados imperceptibles desde el hombre hasta el más imperfecto zoófito; aún seguiríamos estas funciones al través de la serie vegetal incesantemente decreciendo [...].

Aquest fragment anterior pertany a una de les obres més interessants de la producció de Yáñez. Es tracta del *Dios y sus obras*, un diccionari de termes d'història natural, en aquest cas la veu *animal*, en què es mostra una idea de la naturalesa, seguidora de Buffon i en què Yáñez arriba a coincidir amb els postulats de Jean-Baptiste Monet, el cavaller de Lamarck. Ho podem comprovar amb aquesta mostra procedent d'aquest diccionari, quan descriu el terme *animales fósiles*:

Esta progresiva marcha de la naturaleza que se cree poder deducir de la vegetación fósil lo mismo que del estudio del reino animal, la renovación casi completa de las especies, comprobada en cada gran sistema de capas o formación, han dado lugar a cuestiones del más alto interés; se ha preguntado si este último fenómeno provenía de creaciones sucesivas o de modificaciones lentas de los tipos primitivos: este último sistema fue sostenido de la manera más ingeniosa por Lamarck. No concede a las especies una existencia real y permanente; las cree susceptibles de alterarse indefinidamente, de manera que los animales más antiguos y diferentes de los que hoy viven, pudieron ser los ascendientes de estos últimos. Así por ejemplo, el cambio del orangutang en hombre no es más que un paso en sus transformaciones.

[...]; hoy día que el estudio de los animales fósiles ha dilatado mucho los límites de las variaciones atribuidas a las especies y hace descubrir cada día en la cadena de los seres transiciones que no se sospechaban, la hipótesis atrevida de Lamarck, modificada por Geoffroy-Saint-Hilaire, adquiere una probabilidad que no tenía en la época en que Cuvier la combatió.

Per una altra banda, Yáñez fou estudiós i coneixedor de la paleontologia de l'època, i també acceptà, com ho feu Buffon, l'existència d'altres èpoques diferents a la Terra, que es podien reconstruir a partir dels fòssils (Yáñez, 1821).

En definitiva, i per finalitzar, Yáñez fou un exemple típic del naturalista que combinava el respecte a l'obra sistemàtica de Linné i la seva utilitat en la docència, sobretot a principiants, amb una idea de la naturalesa molt més propera a postulats que tenien el seu origen en Buffon i els seus deixebles. Aquesta posició fou molt comuna a Barcelona i, en general, a tot Europa al llarg del segle XIX. No hem de negligir la influència d'un personatge com Yáñez, figura important de les institucions científiques de la Barcelona de la primera meitat del segle XIX i mestre de molts estudiants de farmàcia a Barcelona al llarg de quaranta anys, en la difusió i popularització d'aquestes idees en el marc de la ciència barcelonina.

Bibliografia

- BELTRÁN MARÍ, A. (1997), «Introducción». A: BUFFON, G. L. L., comte de (1778), *Las épocas de la naturaleza*, Madrid, Alianza.
- BLUMENBACH, J. F. (1803), *Manuel d'histoire naturelle*, traducció de Soulange Artaud, 6a ed., Metz, Paris, Collignon, Levrault frères.
- BROOKE, J. H. (1991), *Science and religion: some historical perspectives*, Nova York, Cambridge University Press.
- JAHN, I.; LOTHER, R.; SENGLAUB, K. (1989), *Historia de la biología. Teorías, métodos, instituciones y biografías breves*, Barcelona, Labor.
- JOSA I LLORCA, J. (1988), «Buffon en España: la influencia en España de las ideas científicas del naturalista Georges-Louis Leclerc, conde de Buffon». Tesi doctoral. Barcelona, Universitat de Barcelona, Departament de Geografia Humana.
- KOERNER, L. (1996), «Carl Linnaeus in his time and place». A: JARDINE, N.; SECORD, J. A.; SPARY, E. C. (ed.), *Cultures of natural history*, Cambridge, Cambridge University Press, 145-162.
- LAUDAN, R. (1987), *From mineralogy to geology*, Chicago, University of Chicago Press.
- LEPENIES, W. (1991), *La fine della storia naturale: La trasformazione di forma di cultura nelle science del XVIII e XIX secolo*, Bolonya, Società Editrice il Mulino.
- LLANA, J. (2000), «Natural history and the *Encyclopédie*», *Journal of the History of Biology*, **33**, 1-25.
- MORER, F. (1793), «Memoria sobre el medio para encontrar el método natural para el perfecto conocimiento de las plantas». Memòria presentada a la Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona el 20 de novembre de 1793, Arxiu de la Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona.
- (1798), «Memoria sobre los sistemas botánicos y del estado actual de ellos». Memòria presentada a la Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona el 9 de maig de 1798, Arxiu de la Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona.
- SALA I DOMÉNECH, A. (1798), «Clasificación de las plantas». Memòria presentada a la Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona el 21 de novembre de 1798, Arxiu de la Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona.
- SLOAN, P. R. (1976), «The Buffon-Linnaeus Controversy», *Isis*, **67**, 365-375.
- SUCARRATS, R. (2006), «L'ensenyament de la història natural a la Barcelona de la primera meitat del segle XIX. Els llibres de text i la docència d'Agustí Yàñez i Girona». Tesi doctoral consultable a <www.tdx.cbuc.es>.
- YÁÑEZ I GIRONA, A. (1818/1819/1819), «De la aplicación de la química a la mineralogía, reducida a verdaderos límites. 3 partes. Teoría, Exageraciones, Aplicación verdadera». Memòries presentades a la Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona el 16 de febrer de 1818, el 24 de març de 1819 i el 28 d'abril de 1819, Arxiu de la Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona.
- (1820), *Lecciones de historia natural explicadas en el Colegio Nacional de Farmacia de S. Victoria de Barcelona por el Dr. D. Agustín Yáñez y Girona, catedrático de dicha asignatura en el mismo colegio, socio de la Academia Nacional de Ciencias Naturales y Artes de esta ciudad y de la Médica Matritense, etc.*, Barcelona, En la Oficina de la Viuda Roca.
- (1821a). «Ensayo de la descripción mineralógica de la montaña de Monjuí», vol. 1, *Periódico de la Sociedad de Salud Pública de Cataluña*, Barcelona, Imprenta de José Torner, calle de Capellans, 47-58, 142-150.
- (1821b). «Noticia de algunos petrefactos que se encuentran en la Conca de Tremp y consecuencias sobre el origen del territorio de la antigua provincia de Cataluña», vol. 1, *Periódico de la Sociedad de Salud Pública de Cataluña*, Barcelona, Imprenta de José Torner, calle de Capellans, 303-318.
- (1842), *Dios y sus obras. Diccionario pintoresco de historia natural y de agricultura, redactado en*

vista del francés Guérin y de las obras de Buffon, Lacépède, Cuvier, etc. Revisado, aumentado y dirigido por el Dr. Don Agustín Yáñez, catedrático de historia natural y socio de varias academias científicas nacionales y extranjeras, Barcelona, Imprenta de Joaquín Verdaguer, 8 v.

— (1844/1845), *Lecciones de historia natural*, Barcelona: Imprenta de Benito, Espona y Blai. 3 v. [Vol. 1: *Zoología*; vol. 2: *Botánica*; vol. 3: *Mineralogía*]

ZARZOSO, A. (2003), «La pràctica mèdica a la Catalunya del segle XVIII». Tesis doctoral consultable a <www.tdx.cbuc.es>.

CIÈNCIA I CINEMA

CIENCIA, TECNOLOGÍA Y PROPAGANDA. EL NO-DO, UN INSTRUMENTO DE POPULARIZACIÓN DE LA CIENCIA AL SERVICIO DEL ESTADO (1943-1964)

FELIPE E. RAMÍREZ MARTÍNEZ

DEPARTAMENTO DE LÓGICA, LINGÜÍSTICA, LENGUAS MODERNAS
E HISTORIA DE LA CIENCIA, FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS,
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MADRID.

Palabras clave: *propaganda, franquismo, popularización de la ciencia, divulgación científica, noticiario, cine, ciencia*

Science, technology and propaganda. The NO-DO, an instrument of public perception of science and technology at the service of the state (1943-1964)

Summary: *The NO-DO, created in 1943 was a very special newsreel in the world of newsreels. Its own characteristics shows a new a different place for showing the relations between the Science, the Technology and the mechanism of propaganda used by the authoritarian rule conducted by Francisco Franco.*

Key words: *propaganda, franquism, public perception of science, newsreel, cinema and science*

Antecedentes

El régimen autoritario acaudillado por el general Francisco Franco que se instauró en 1939 en España desarrolló poderosos instrumentos

de control de la información y de la propaganda. Entre ellos cabe mencionar el creado por la resolución de la Vicesecretaría de Educación Popular de 1942, que fundó una peculiar institución para el control de la información audiovisual: el Noticiario y Documentales Cinematográficos NO-DO o simplemente NO-DO, nombre con el que popularmente se conocería a la institución.

Los orígenes de esta institución se remontan al año 1936 con la creación, el 5 de agosto, del Gabinete de Prensa de la Junta de Defensa Nacional que pasa, antes de acabar el mes, a denominarse Oficina de Prensa y Propaganda. Tras el nombramiento del general Francisco Franco como jefe del Estado el 1 de octubre de 1936, el organismo se convierte en la Comisión de Cultura y Enseñanza de la Junta Técnica del Estado a cargo del general de la legión Millán Astray. A principios de 1937 se crea un nuevo organismo, la Delegación del Estado para Prensa y Propaganda, dependiente de la Secretaría General del Estado, que aúna significativamente en su constitución los dos conceptos —prensa y propaganda— en un único organismo. La importancia dada por el régimen a la censura se concreta en marzo de 1937 con la creación de la Junta de Censura.

Se hace así patente que *censura*, *propaganda* y *control de los medios de información* fueron siempre una preocupación para el régimen franquista, en especial en estos primeros momentos en los que la creación de una ideología del alzamiento —a todas luces inexistente— era de vital importancia para el control ideológico de las zonas ocupadas.

En febrero de 1938 se da un paso más en este sentido, con la constitución de la Delegación Nacional de Prensa y Propaganda, dependiente del Ministerio del Interior y controlada por Serrano Suñer. Independientemente de este departamento ministerial, el partido único FET y de las JONS¹ disponía estatutariamente de su propio servicio de prensa y propaganda. La Delegación será la responsable de la creación del primer noticiario de la zona alzada, el *Noticiario español* que produjo tanto noticiarios como documentales cinematográficos.

Los hechos políticos de 1941² separan a los equipos de propaganda del control de Serrano Suñer y, por tanto, de Falange y el *Noticiario español* queda en suspenso para su remodelación. Es entonces cuando, dependiente de la Secretaría General del Movimiento dirigida por José Luis Arrese, se crea la Vicesecretaría de Educación Popular de FET y de las JONS como entidad responsable de las actividades de prensa y propaganda; con ello, Galarza y Suñer habían perdido el control efectivo sobre estos mecanismos de propaganda. Al mando de la vicesecretaría se coloca a Gabriel Arias Salgado, caracterizado por su fidelidad al dictador, quien inicia un cambio semántico en los mensajes hacia lugares más institucionales y acomodados a los «vientos que soplaran». Este es el germen de NO-DO.

A lo largo de 1942 se producen intensos debates encaminados a la creación de un noticiario semanal que aglutinara las responsabilidades *espirituales, morales, educativas y políti-*

1. FET y de las JONS: Falange Española Tradicionalista y de las Juntas de Ofensiva Nacional-Sindicalista.

2. Para debilitar a Serrano Suñer, Franco nombra ministro de la Gobernación al antifalangista Valentín Galarza.

cas de la Sección de Cinematografía y Teatro de la Vicesecretaría de Educación que eliminara la contradicción con el hecho de que se proyectaran a la sazón tres noticiarios extranjeros: *LUCE*, *Noticiero UFA* y *Noticiero Fox*, pero ninguno de producción nacional.

Los desmanes acaecidos en la cobertura informativa de los sucesos de Begoña de agosto de 1942 entre la UFA y la Fox parecen ser uno de los desencadenantes finales de la creación de la institución NO-DO, al tomar el gobierno clara conciencia de la necesidad de controlar toda la información de todo cuanto aconteciera en España, a la par que se aunaban las aspiraciones de los diferentes servicios y departamentos sobre propaganda e información.

Bajo este preámbulo histórico, se dicta la disposición de la Vicesecretaría de Educación Popular de FET y de las JONS de 17 de septiembre de 1942, publicada en diciembre, por la que se crea la institución Noticiero y Documentales Cinematográficos NO-DO bajo tres premisas fundamentales:

1. La creación de un noticiero semanal de proyección *obligada* en *todas* las salas de cine españolas.

2. La *inhabilitación* de *cualquier otra agencia* de noticias para obtener imágenes de lo que sucediera en España.

3. La *imposibilidad* de proyectar en las salas de cine españolas cualquier otro noticiero que no fuera el producido por NO-DO.

De este modo, NO-DO nace con un peculiar carácter monopolista de la información audiovisual reflejado en uno de los lemas de la institución, «El mundo entero al alcance de los españoles», complementado con el objetivo de «Llevar España al mundo entero». Pero, eso sí, bajo el único prisma de la oficialidad vigente.

Los responsables de la organización de la institución serán Arias Salgado (responsable de la Vicesecretaría), Manuel Torres López (delegado nacional de Propaganda) y Joaquín Soriano (presidente de la Subcomisión Reguladora de la Cinematografía), cuyo carácter de técnico y conocedor del medio cinematográfico le llevará a ser el primer director de la institución.

Buena parte del equipo del Noticiero y de la Dirección Nacional de Cinematografía pasó a formar parte de NO-DO en su creación: Manuel Augusto García Viñolas (director del DNC), que pasaría a ser director de NO-DO; Joaquín Reig, dependiente del aparato técnico, sería después subdirector de NO-DO, o Ramón Saiz de la Hoya, ayudante de sonido del *Noticiero español* y que sería un relevante miembro técnico de NO-DO.

La institución NO-DO permanecerá viva hasta 1981, fecha en la que se proyecta el último noticiero tras haber sido anulado su carácter obligatorio de proyección en 1975, con lo que se convirtió, con el paso del tiempo, en una de las instituciones más longevas de cuantas creó el régimen franquista.

Por último, en 1982 se dota a NO-DO del rango de Archivo Histórico Nacional con el nombre de Archivo Histórico NO-DO, transfiriéndose todos sus fondos a la Filmoteca Nacional, a la vez que se firma un acuerdo con RTVE para la explotación comercial de dicho fondo documental.

Estructura del noticiario

Formalmente el noticiario que produjera NO-DO tiene características muy particulares que lo diferencian de cualquier otro noticiario producido en el mundo.

Sin duda, la primera de ellas es la *ausencia de toda referencia temporal* de las informaciones proporcionadas, a excepción de aquellos eventos narrados que, por su puntual celebración, se sabe cuando acontecen. Esta característica es fruto de la necesaria y voluntaria falta de actualidad del noticiario, debido a la falta de correlación entre las copias realizadas del mismo y el número de salas a las que debía distribuirse. Se da la circunstancia de lugares de España que veían las noticias proporcionadas por NO-DO sobre la Navidad que se proyectaban en la siguiente Navidad. Un año de retraso entre lo que se narra y cuándo se ve.

Otra característica es la *longevidad* de su producción. La tardía incorporación del medio televisivo en España, que si bien en 1956 realizaba su primera emisión, no llegó a los hogares españoles con cierta generalidad hasta mediados de la década de los sesenta, hizo que, a diferencia de otros países en los que el noticiario como género informativo retrocedió en influencia sobre el público a favor del noticiario televisivo, no sucediera igual en nuestro país, dónde NO-DO continuó por muchos años siendo la única fuente de información audiovisual de la que dispusieron cientos de miles de españoles hasta bien entrados los años sesenta.

En relación con el propio formato del noticiario, éste se caracteriza particularmente: tenía una duración de 10 minutos por simples motivos técnicos (10 minutos responden a 300 m de película que se transportan fácilmente en una o dos latas), que se organizaban en base a «secciones» que podían cubrir:

1. Una única noticia con una cobertura media entre un minuto y un minuto y medio y que respondería al género del reportaje, la crónica o el reportaje en profundidad. En relación con la ciencia y la tecnología, algunas de estas secciones serían: «Industria», «Franco y la Técnica», «Explosión nuclear», «El satélite norteamericano», «Inventiva nacional», «El motor radiocósmico», «La industria y la técnica», «Juegos de autómatas», «Un robot sensacional», etcétera.

Observamos que una sección puede hacer referencia directa a la noticia o simplemente proporcionar un marco semántico para ésta.

2. El otro tipo de secciones encontradas aúnan una amalgama de informaciones breves —entre 30 y 40 segundos— organizadas sin solución de continuidad y sin ningún tipo de nexo semántico entre ellas. Muchas de las noticias relacionadas con ciencia y tecnología aparecen en estas secciones. Son típicas, por su persistencia «Reflejos del mundo», «Instantáneas mundiales», «Actualidad nacional», «Panorama de curiosidades» o «Vida nacional».

En cada noticiario, tanto en el número de noticias individuales recogidas, como el de secciones es aleatorio. Lo mismo sucede con la selección de las noticias y con su ubicación dentro del noticiario, con algunas excepciones, como son:

- Las noticias de hondo calado nacional, en especial si aparece Franco en ellas, suelen ubicarse al comienzo o al final del noticiario por claros motivos. Esto sucede tanto para noticias de corte científico-tecnológico como para las de información general.
- Las noticias relativas a ciencia y tecnología con gran repercusión internacional sobre las que NO-DO realiza una continua difusión —explosiones atómicas, energía atómica, exploración espacial— suelen aparecer al final del noticiario.

Respecto del origen de las noticias, este es doble:

- Por un lado, las noticias nacionales están rodadas, reveladas, montadas y sonorizadas por los equipos de NO-DO. El modo de elaboración es particular, puesto que no existe un guión previo propiamente dicho, sino un tema que se ha de cubrir, dejando a los operadores la capacidad de realizar las tomas oportunas sobre las que después se monta el texto, la banda sonora y se realiza el montaje.
- La otra fuente de noticias proviene de agencias extranjeras productoras de noticiarios que enviaban a NO-DO —en el marco de un programa de intercambio con la agencia española— sus noticias ya montadas. En NO-DO se remasterizaban proporcionándoles nuevos montajes, nuevo audio y nuevo texto si era necesario. El origen físico de estas noticias está estadísticamente demostrado que responde al alineamiento político español: hasta el final de la II Guerra Mundial, la procedencia era claramente germánica e italiana; después de la contienda las noticias son británicas, francesas y estadounidenses, y desde mediados de los años cincuenta su origen es netamente estadounidense.

La producción de NO-DO tiene un enorme alcance: a lo largo de su vida produjo 4.016 ediciones que representan casi 700 horas de noticias, al margen de otras producciones como la revista cinematográfica *Imágenes* dedicada a diversos temas monográficos, «NO-DO para Ibero América», «Imágenes del deporte» o «Noticiario cultural». Con la intención de proporcionar un mejor servicio de distribución, cada noticiario se desdobló en dos series (A y B) desde mayo de 1943, y en octubre de 1960 apareció una tercera serie (C). Estas series tenían contenidos distintos salvo pocas excepciones, y permitían ampliar el circuito de difusión.

Por qué el NO-DO

El uso *abusivamente monopolista* de toda la información audiovisual proyectada en España llevado a cabo por NO-DO durante los 23 años de nuestro estudio, lo convierte en un referente de necesario estudio para conocer la imagen que en particular, de la ciencia y la tecnología, dispusieron los españoles de varias generaciones.

Su *periodicidad semanal* lo convierte en un excepcional cronista de la evolución científica y tecnológica de la segunda mitad del siglo xx.

A pesar de su intrínseco valor documental —recordemos que hoy en día tiene rango de Archivo Histórico Nacional—, son *escasísimos los trabajos* realizados sobre la institución y el

noticiario. Sólo existen tres volúmenes monográficos dedicados al respecto de los que el de Tranche y Sánchez-Biosca (Tranche & Sánchez-Biosca, 2002) es, sin duda, el punto de referencia, mientras que el de Hernández (Hernández, 2003) está muy centrado en la institucionalización de la propaganda en los primeros años de vida del noticiario, y el de Rodríguez (Rodríguez, 1999) peca de un exceso carácter periodístico.

En cualquier caso, *no existen referencias bibliográficas* ni trabajos de investigación que traten el NO-DO como fuente de documentación para la investigación de la *comprensión pública de la ciencia*.

Esta *ausencia de textos* y el *valor* que a nuestro juicio tiene NO-DO nos llevaron a tomar como punto central de nuestra investigación el noticiario oficial, entendiendo que debíamos encontrar una metodología adecuada para su estudio —dada la magnitud de su archivo— y esperando a que la propia investigación guiara nuestros siguientes pasos. Por otro lado, la *configuración autoritaria* de la política del Régimen nos indujo a buscar puntos de encuentro entre los mecanismos de propaganda del franquismo y la ciencia y la tecnología.

Ciencia y NO-DO

La creciente importancia de los mecanismos de inmersión de la ciencia y la tecnología en la sociedad como tema de estudio en el marco de la historia de la ciencia motivó la elección de nuestro tema de investigación.

Si bien las relaciones entre ciencia y público son fundamentales para comprender la evolución de la historia de la ciencia, creemos que es a partir del siglo xx cuando esta perspectiva histórica cobra mayor relevancia debido, fundamentalmente, a varios motivos:

1. La *aparición de nuevos medios de comunicación* de masas (la radio, el cine y la televisión) con una capacidad persuasiva desconocida hasta este momento. En especial, la difusión de la imagen dota a los procesos comunicativos de una capacidad informativa muy significativa con características especiales.

2. La *democratización de las sociedades occidentales* que dotan al receptor de las investigaciones científicas o de sus aplicaciones tecnológicas, el ciudadano, de mecanismos más eficaces para la intervención en las políticas de desarrollo científico.

3. La *alfabetización* de estas mismas poblaciones que, al menos en teoría, les capacita para tener una mejor comprensión de las actividades científicas y tecnológicas.

4. La *evolución exponencial de la ciencia y la tecnología* a lo largo del siglo xx y su influencia en la vida cotidiana de los ciudadanos.

La temática que recoge NO-DO, en relación con la ciencia y la tecnología, se organiza en más de cuarenta secciones distintas, lo que nos da una idea de la falta de *gancho* periodístico de estas noticias.

Metodología

Para realizar su selección y análisis, la metodología empleada es la siguiente: se examinan los sumarios escritos de cada noticiario en los que se recogen las secciones y los títulos —breves— de cada noticia. A partir de ellos se extraen aquellas noticias que permiten adivinar que se trata de noticias relacionadas con la ciencia y la tecnología. Se realizan varios visionados (en copia VHS) de las mismas, a la vez que se hace registro del audio para poder disponer del texto de las noticias. Esta información se registra en una BD creada *ad hoc* para el estudio a partir de la cual se extrae tanto la información netamente estadística, como la semántica que pasa a ser estudiada pormenorizadamente.

Resulta obvio que el carácter de selección que se ha mantenido ha sido relativamente laxo ocupándonos tanto de temas:

- De *ciencia base* («El Theraton: para curar el cáncer», «La lucha contra la poliomielitis. La vacuna del Dr. Sacks», o «Un analizador diferencial y un sumador digital proyectados y construidos en España»);
- *eventos relacionados con la aplicación industrial* de la tecnología («El plástico. Procedimiento de fabricación en una fábrica de Utrecht», «Fábrica de cinc electrolítico en Escombreras», «Instalación de una emisora de radio en Arganda», «Su Excelencia el Jefe del Estado en el primer viaje del TALGO»);
- *relaciones institucionales y ciencia* («En sus instalaciones centrales. Pleno anual del CSIC», «Inauguración del centro Esteban Terreros en la Universidad Central» o «Inauguración del Centro de Energía Nuclear en Moncloa»),
- e incluso de otros que nos permiten disponer de una *perspectiva de la evolución tecnológica* llevada a cabo en España («Inauguración de una central térmica en Barcelona», «Construcción del embalse de Alarcón. Estado de las obras», «Visita a las instalaciones de Puertollano»).

Bajo estas premisas en el abanico temporal de 1943 hasta 1964 se han rescatado cerca de 2.200 noticias relacionadas con la ciencia y la tecnología de las que ya han sido analizadas casi 1.900.

Conclusión

El universo científico-tecnológico retratado por NO-DO es un espacio en el que siempre está presente la Iglesia como pilar del Estado: los trenes que salen de una fábrica bilbaína son bendecidos por el obispo de la diócesis correspondiente, del mismo modo que una nueva emisora de radio o una central térmica. Diríase que tales logros se debieran a una gratificación divina.

NO-DO nos ofrece un escenario científico diseñado para la omnipresencia de Franco que ejerce tanto un papel notarial que da buena cuenta de los progresos realizados, como un *pa-*

ter al que se le entregan los frutos que sus hijos —los ciudadanos— han cosechado con su buen hacer dirigido por su persona —véase la anual entrega reverencial de las publicaciones del CSIC que a su persona se realiza.

La mujer, de escasa aparición, es una minuciosa y constante trabajadora que opera en grupo femenino realizando las labores que requieren minuciosidad y precisión bajo la atenta mirada del hombre que ejerce de supervisor, jerárquicamente superior, ya sea en la cadena de montaje o en el laboratorio químico.

El mundo de NO-DO es un marco de representación en el que prima lo *grande* como equivalente de lo grandioso; un mundo en el que el *número* se utiliza no como clave informativa sino como elemento de confusión, no como dato objetivo sino como expresión de la grandiosidad de un régimen expresada numéricamente.

Es una creación en la que a la imagen vigorosa, elocuente e informativa se le opone un texto vacuo, impreciso, obvio y a menudo erróneo.

En NO-DO se inaugura constantemente, como imagen simbólica de la nueva España que rompe con el pasado y se construye a sí misma día a día. Una España que se representa a sí misma a través de ferias provinciales, regionales, nacionales e internacionales que muestran a los de dentro, pero también a los de fuera, la capacidad innata de los españoles que cuando están *bien regidos* alcanzan las máximas cotas de ingenio capaces de enarbolar frente a otros una falsa autosuficiencia recreada en imágenes.

NO-DO representa un marco imaginario en el que la inventiva de los españoles, la aplicación técnica, la utilidad prima sobre la ciencia pausada y reflexiva. Es, al fin y al cabo, un espacio de ficción que nos muestra la ciencia como una caja negra más cercana a lo mágico, a lo eterno, que a lo racional y lo reflexivo, donde no se permite ni un atisbo de error, un marco en el que todo *bien guiado por los directores del Estado* es perfecto y univalente, un marco evolutivo en el que si todos cooperamos el fracaso no tiene sitio. A fin de cuentas, un marco expresivo de un universo de ficción.

Bibliografía

HERNÁNDEZ ROBLEDO, M. A. (2003), *Estado e información: El NO-DO al servicio del estado autoritario*, Salamanca, Publicaciones Universidad Pontificia de Salamanca, 325.

RODRÍGUEZ, S. (1999), *El NO-DO catecismo social de una época*, Madrid, Complutense.

TRANCHE, R. R.; SÁNCHEZ-BIOSCA, V. (2002), *NO-DO: El tiempo y la memoria*, Madrid, Cátedra, Filmoteca Española.

Recursos audiovisuales

ÁLVAREZ CADENA, J. L. (1995), *Toda una vida en imágenes*, Madrid, Grupo Metrovideo Multimedia. [Complemento audiovisual de *NO-DO una historia próxima: 1942-1982 España en blanco y negro*]

ARCHIVO HISTÓRICO NO-DO (1943-1964), *Noticiarios y Documentales Españoles*, Madrid, Filmoteca Española. [Números 1A al 1147C]

RTVE (1993), *50 años de NO-DO*, Madrid, min. 55.

— (2004a), *Serrano Suñer: La división azul*, Barcelona, Dumping Comunicaciones. (Colección España. Historia Inmediata; 4)

— (2004b), *Una Iglesia arraigada. Los católicos*, Barcelona, Dumping Comunicaciones. (Colección España. Historia Inmediata; 7)

— (2004c), *Los falangistas, un largo camino. Los Anarquistas*, Barcelona, Dumping Comunicaciones. (Colección España. Historia Inmediata; 8)

TRANCHE, R. R.; SÁNCHEZ-BIOSCA, V. (2002), *NO-DO: El tiempo y la memoria*, Madrid, Cátedra, min. 120.

ELECTROMAGNETISME I CINEMA: *D'EL HOTEL ELÉCTRICO* (1908) *A FRANKENSTEIN* (1931)

MANUEL MORENO

DEPARTAMENT DE FÍSICA I ENGINYERIA NUCLEAR, ESCOLA
POLITÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA DE VILANOVA
I LA GELTRÚ, UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA.

Paraules clau: *electromagnetisme i cinema, electrocució, electrobiologia*

Electromagnetism and cinema: from *El hotel eléctrico* (1908) to *Frankenstein* (1931)

Summary: *The presence of the electromagnetism in the cinema is analyzed. The cinema, that also owes its origin to the electricity, is a faithful reflection of the expectations, hopes and distrusts that always accompany to the technoscience progress. An approach to the history of the technoscience through their presence in the works of fiction.*

Key words: *electromagnetism and cinema, electrocution, electrobiology*

Introducció

La ciència i la tecnologia tenen un bon aparador mediàtic en el cinema, en particular, i en la ficció (literatura, còmic), en general. L'anàlisi d'obres de ficció amb contingut tecnocientífic és una bona eina per a obtenir una visió de la penetració dels coneixements tecnocientífics en la societat del moment i del seu grau d'assimilació.

Les obres actuals permeten reflexionar sobre l'impacte social dels avenços tecnocientífics. Constitueixen un bon entrenament per a encarar el futur. Les obres més antigues tenen, en elles mateixes, un valor intrínsec indubtable en el camp de la història de la ciència i de la

tècnica. D'altra banda, permeten trobar paral·lelismes entre la implantació, auge i arraonament d'unes disciplines científiques i les seves aplicacions pràctiques i unes altres. Si a les primeres dècades del segle xx era l'electromagnetisme la tecnologia emergent en què es depositaven les esperances d'un futur millor, la segona meitat d'aquest segle ve dominada per l'energia nuclear. En l'actualitat, les expectatives estan posades en les biotecnologies.

A continuació fem una anàlisi dels films en què l'electromagnetisme té una presència important (Hardy, 1995). Ens centrem en el període comprès entre els orígens del cinema (fins del segle xix) i l'any 1931, data de l'estrena de la versió més famosa de *Frankenstein*. A partir de llavors, l'aparició de conceptes electromagnètics en la ficció cinematogràfica és purament residual. Aquest període es correspon, a grans trets, amb el de l'assimilació i implantació de la tecnologia electromagnètica fins esdevenir quotidiana.

Fantasies elèctriques i magnètiques

La major part dels aparells, dispositius, instruments i màquines presents en el món modern depenen, en major o menor grau, de l'electromagnetisme. Es tracta d'un conjunt de propietats naturals que l'home ha sabut dominar, controlar i utilitzar per al seu propi profit. Degut a la dificultat de comprendre la seva naturalesa física, han exercit, des de sempre, un gran poder de seducció. Considerats com a simples fenòmens curiosos (Tales, segle vii aC), d'origen màgic o diví, fins al seu estudi rigorós que culmina amb la seva sistematització a la teoria electromagnètica de Maxwell (1864) i les múltiples aplicacions pràctiques (Holton, 1977), la seva història ha estat envoltada d'actituds optimistes i de recel. Davant les possibilitats entrevistes hi ha el pessimisme pels riscos que tot fenomen nou, i no del tot ben conegut, comporta.

A principis del segle xx la popularització de l'ús i aplicacions de l'electricitat (energia elèctrica per a ús individual, aparició dels primers electrodomèstics, etc.) van originar una allau de films en què l'electricitat i el magnetisme eren els protagonistes (Costa, 1997). Els pioners del cinematògraf, un altre *invent elèctric* (1895), plasmen en les seves primeres obres alguns dels seus efectes més espectaculars. Entre d'altres, els moviments accelerats que l'electricitat i el magnetisme produeixen sobre els éssers animats o inanimats.

Molts films d'aquesta època ofereixen visions còmiques i burlesques del progrés tecnològic en curs. No obstant això, es tracta, en general, de simples excuses per posar en pràctica trucs cinematogràfics. Els usos estrambòtics i delirants dels fenòmens elèctrics i magnètics mostrats es poden classificar com segueix:

a) *Una mena de força vital capaç d'animar allò que no té vida:*

— *Electric Goose* (Alf Collins, 1905): la vianda nadalenca retorna a la vida gràcies a una màquina elèctrica.

— *Work Made Easy* (J. Stuart Blackton, 1907): un professor inventa una màquina per a magnetitzar els objectes de manera que funcionin sols i facilitin la tasca dels operaris. Davant la incomprensió, l'acaba aplicant sobre ell mateix.

— *La Cuisine Magnétique* (Segundo de Chomón, 1908): utensilis de cuina que es mouen gràcies a la força magnètica exercida sobre ells.

— *El hotel eléctrico* (Segundo de Chomón, 1908): hotel automatitzat (vegeu més endavant).

— *Electric Boots* (1909): últim crit en sabates: unes botes elèctriques que permeten realitzar les tasques a gran velocitat. *The Electric Policeman* (Walter R. Booth, 1909): un gendarme amb problemes de pes es compra unes botes elèctriques impossibles de controlar un cop posades. *The Electric Insoles* (George K. Spoor, 1910): plantilles, elèctriques, és clar, que curen el mal de peus. Problema: un cop carregades no fan cas del seu propietari.

— *The Magnetic Squirt* (Georges Hatot, 1909): fluid magnètic capaç de fer caminar un paralític, animar un cistell i provocar el comportament ridícul d'un magistrat.

— *The Electric Servant* (Walter R. Booth, 1910): una patent del professor Puddenhead (vegeu més endavant).

— *The Electric Villa* (1911): els objectes inanimats d'una casa cobren vida (un pollastre rostit, una catifa) per tal de desfer-se d'un hoste indesitjable.

— *The Wonderful Electro-Magnet* (Thomas A. Edison, 1909), *Le Parapluie Magnétique* (1911): dispositius magnètics (electroimant, paraigües) per atreure tant objectes metàl·lics com incauts vianants.

— *The Electric Leg* (Percy Stow, 1912): el professor Bound inventa una cama elèctrica per tal d'ajudar persones coixes. Però resulta incontrolable: porta el seu usuari a llocs on no vol anar.

b) Un vigoritzant poderós:

— *Liquid Electricity* (J. Stuart Blackton, 1907): químic que inventa un fluid elèctric amb el qual es ruixa. Els seus moviments s'acceleren.

— *La Ceinture Electrique* (Rómeo Bosetti, 1907): un inventor desenvolupa un cinturó que augmenta la vitalitat del seu portador. *La Ceinture Electrique* (1912): una senyora descontenta amb la pesa i debilitat de la seva criada li compra un cinturó elèctric. Les revistes populars de l'època recomanaven artefactes d'aquest tipus com a cura per a la lassitud i la fluixedat. Un antecedent de les polseres de coure i les teràpies alternatives (aigües magnètiques, etc.) que proclamen suposats beneficis per als seus portadors i usuaris.

— *Galvanic Fluid* (J. Stuart Blackton, 1908): el professor Watt proposa un altre sorprenent ús de l'electricitat: el vol de qualsevol objecte sobre el qual s'aplica.

— *The Electric Enlarger* (Walter R. Booth, 1909): un estrafolari inventor, el professor Puddenhead, fa servir una mena de vareta màgica (elèctrica) per augmentar la mida de qualsevol objecte, persones i animals inclosos.

c) Un instrument, teràpia o mètode per guarir i per reviure, donat el cas:

— *Electric Transformation* (Percy Stow, 1909): el professor Bode cura tot tipus de malalties amb els seus estris elèctrics. Transfusió elèctrica de metalls inclosa.

— *Electric for Nervousness* (1909): noves aplicacions de l'electroteràpia (descàrregues elèctriques en punts estratègics de l'anatomia) per a tractar, en aquest cas, una malaltia nerviosa. El remei, però, és pitjor que la malaltia: l'individu acaba donant salts erràtics pel carrer i enrampan tothom que el toca.

— *The Electric Vitaliser* (Walter R. Booth, 1910): professor que utilitza, en la línia de Frankenstein, descàrregues elèctriques per a ressuscitar animals.

— *The Electrified Hump* (1914): aplicació de l'electricitat per arreglar la deformitat d'un geperut. La gepa queda electrificada. Humor negre.

— *Without a Soul* (James Young, 1916): un metge ressuscita la seva filla, morta en un accident, amb un raig elèctric. La Mort, però, li reclama l'ànima.

Una consideració especial mereix el film *El hotel eléctrico* (1908) de Segundo de Chomón (1871-1929), un dels pioners del gènere. Mostra un hotel totalment automatitzat, on tots els serveis els realitzen màquines que funcionen amb energia elèctrica. Des de la tauleta de comandament, els hostes, Laura i Bertran, controlen tots els serveis domèstics. Maletes que s'obren per elles mateixes mentre el seu contingut de roba es col·loca automàticament en calaixos que es tanquen sols; estris d'afaitar que funcionen amb aparent vida pròpia; una carta que s'escriu sola mentre es dicta; raspalls que pentinen els cabells i enllustren unes botes sense que ningú els manegui. Són algunes de les immenses possibilitats de l'automatització dels serveis.

Però quan el responsable de la maquinària fa un ús inadequat dels comandaments de control, tots els artefactes de l'hotel es descontrolen. L'ordre dona pas al caos més absolut. Una divertida i al·lisonadora visió sobre les funestes conseqüències que un ús impropriedat de la tecnologia pot comportar. Per aconseguir l'animació dels objectes, Chomón fa servir el *pas de maneta*, un trucatge laboriós consistent a rodar fotograma a fotograma objectes inanimats per a crear la il·lusió de moviment (Moreno, 2002).

En *The Electric House* (Buster Keaton, 1922), el protagonista, recent doctorat en ciències botàniques, rep per error un títol d'enginyer elèctric i l'encàrrec «d'instal·lar l'electricitat en una moderna mansió». Amb l'única ajuda del manual *Tractat general de l'electricitat* i les vacances dels amos pel mig, realitza, de manera competent, l'electrificació i automatització de la casa. Construeix uns invents sorprenents per l'època: una escala mecànica, una llibreria automàtica, un billar elèctric i altres avançats estris (rentavaixelles, servei de menjar, banyera mòbil, piscina amb buidat d'aigua a voluntat) que faciliten la vida dels propietaris. Tot es girarà quan el veritable enginyer es venja manipulant a tort i a dret els controls que governen el funcionament dels aparells. Es tracta d'una aguda desmitificació dels artefactes elèctrics i electrodomèstics que, a l'època, estan penetrant en les llars.

Frankenstein i els mites de l'electrobiologia

El film *Frankenstein* (James Whale, 1931, *El doctor Frankenstein*) no és la primera, però sí la més famosa, de les versions cinematogràfiques que han recreat la novel·la de Mary Wollstone-

Craft Shelley (1798-1851) de 1818. Considerada com el punt d'inici del gènere de ciència-ficció, la novel·la associa electricitat i vida, en un temps en què els fenòmens elèctrics no es comprenien del tot bé i semblaven envoltats d'un halo de misteri. En la idea de la creació d'un ésser humà amb l'únic recurs de la ciència, l'autora reconeix haver-se inspirat en les experiències realitzades pel fisiòleg italià Luigi Galvani (1737-1798) i pel físic, també italià, Alessandro Volta (1745-1827). Podia l'electricitat servir per a infondre vida als cadàvers? El secret de la vida buscat pel doctor Victor Frankenstein no respon, per tant, a una visió fantàstica, sinó a una possibilitat real que els científics del segle XIX semblaven disposats a convertir en realitat (Thuillier, 1990).

Mentre a la novel·la les referències explícites a l'electricitat són mínimes i no es descriu amb claredat el procediment emprat per a atorgar la vida, a la pel·lícula és l'exposició directa a un llamp durant una tempesta el que permet dotar de vida la criatura (Moreno, 2002). L'electricitat és la «flama de la vida», «l'alè vital» insuflat a l'ésser monstruós format per la unió de fragments de cadàvers obra del doctor Victor Frankenstein. No obstant això, el procediment és del tot inversemblant. La calor generada pel pas d'un corrent elèctric a través d'un cos (efecte Joule), lluny de reviure el monstre, cremaria el seu cos! (Moreno & José, 1999). De totes maneres, tant el film com la novel·la en què es basa mostren que és gràcies a la ciència (la física, la química i la biologia) que l'home, Frankenstein, el modern Prometeu, pot arribar a «rivalitzar amb Déu».

La primera versió cinematogràfica de Frankenstein és de 1910 (*Frankenstein*, J. Searle Dawley). Fou realitzada per l'Edison Film Company, del prolífic inventor nord-americà Thomas Alva Edison (1847-1931), que tant té a veure amb l'electricitat. En aquest cas, Frankenstein, «que ha descobert el misteri de la vida», crea íntegrament el monstre fent ús de la química, encara que el procediment recorda més les pocions alquimistes.

L'electromagnetisme perd empenta

El *Frankenstein* de 1931 constitueix un dels darrers films en què l'electromagnetisme té una presència, encara que no massa reeixida, important. La implantació dels electrodomèstics, punt de partida de la societat de consum (Martínez, 1995), té un paper fonamental en la consolidació i assimilació en la vida quotidiana. Així, aquesta allau de fantasies elèctriques i magnètiques quedaria superada. A partir dels anys 1930, l'electromagnetisme com a element tecnològic de ficció perd empenta. Només apareix en alguns, i comptats, films servint, habitualment, com a base d'armes o dispositius de caire repressiu: els atordidors Tàser emprats a *Jurassic Park* (Steven Spielberg, 1993, *Parc Juràssic*), en serien un exemple.

Altres vegades és present a través d'una sempre espectacular electrocució, remei infal·libre per posar fi a amenaces d'origen extraterrestre: *The Thing From Another World* (Christian Nyby, 1951, *Lenigma d'un altre món*), *The Quatermass Xperiment* (Val Guest, 1955, *L'experiment del Dr. Quatermass*). Descàrregues elèctriques no sempre ben resoltes (haurien d'acabar amb l'electrocució de l'incaut personatge) que sostenen situacions de gran tensió

(valgui el doble sentit): l'escena del científic Doc Brown, inventor de la peculiar màquina del temps de *Back to the future* (Robert Zemeckis, 1985, *Retorn al futur*) agafant els dos extrems d'un cable i permetent el pas del corrent elèctric d'un llamp és eloqüent.

D'altra banda, no hi ha sèrie ni film de «metges i hospitals» en què, en l'escena culminant, el facultatiu de torn, al crit de «Tothom fora!», no intenti reanimar un individu inconscient aplicant sobre el seu pit dos plaques metàl·liques unides mitjançant cables a un aparell. El desfibril·lador transmet una descàrrega elèctrica brusca i breu per tal de retornar el cor del pacient a la seva activitat normal.

A banda d'aquests aspectes secundaris, potser l'únic film remarcable sigui *Blackout* (Eddy Matalon, 1977), que recrea els problemes originats per la manca de subministrament elèctric a Nova York durant el mes de juliol de 1977 i l'onada de delinqüència desfermada. El neguit s'apodera d'uns ciutadans incapaços de fer front a aquesta manca de fluid elèctric. Una visió apocalíptica. Esdeveniments molt més propers en l'espai i el temps posen de manifest la dependència absoluta de l'energia elèctrica per part de les societats avançades. Acostumats a la seva omnipresència no és estrany que només advertim la seva existència quan desapareix, encara que sigui momentàniament, la possibilitat de seguir gaudint dels seus beneficis.

Conclusions

La presència de l'electromagnetisme en el cinema (que deu també el seu origen a l'electricitat) és un fidel reflex de les expectatives, esperances i recels que acompanyen sempre el progrés tecnocientífic. Tot i que la tecnologia electromagnètica és la base de la tecnologia actual i encara no ha dit l'última paraula pel que fa a noves aplicacions (automoció, noves energies, etc.), la seva hora, si ens atenem al que mostren els films en relació amb tecnologies futures, sembla haver passat. Els guionistes han orientat la seva imaginació cap a territoris menys explorats (energia nuclear, als anys cinquanta; enginyeria genètica, en l'actualitat). Encara que es pugui mantenir una certa inquietud per una possible desaparició sobtada de l'energia elèctrica, sembla que allò que esdevé quotidià deixa de fascinar i, per tant, de ser matèria per a fabricar ficcions.

Bibliografia

COSTA, J. (1997), *Hay algo ahí afuera: Una historia del cine de ciencia-ficción*, vol. 1: (1895-1959) *De la Tierra a la MetaLuna*, Barcelona, Glénat, 26.

HARDY, P. (1995), *The Aurum Film Encyclopedia*, Londres, Aurum Press.

HOLTON, G. (1977), *Evolución de los conceptos y teorías físicas*, Barcelona, Reverté.

MARTÍNEZ BARRIOS, L. (1995), *Historia de las máquinas eléctricas*, Barcelona, UPC.

MORENO, M. (2002), «El rayo que no cesa: l'electromagnetisme a la literatura i el cinema». A: FONT-AGUSTÍ, J. (coord.), *Entre la por i l'esperança: Per*

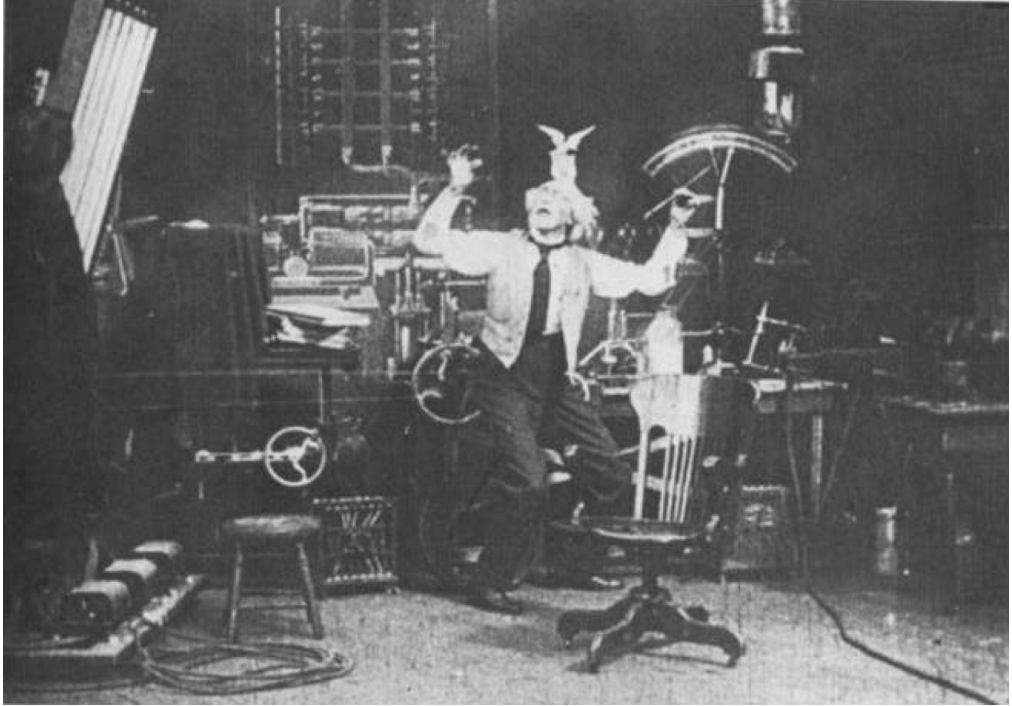
cepció de la tecnociència, en la literatura i el cinema, Barcelona, Proa, 153-178.

MORENO, M.; JOSÉ, J. (1999), *De King Kong a Einstein: La física en la ciencia ficción*, Barcelona, UPC.

THUILLIER, P. (1990), «De Frankenstein à Mister Crosse: les mythes de l'electrobiologie», *La Recherche*, **226**, 1368.

Pàgina web

Internet Movie Database: <<http://www.imd.com>>.



Liquid Electricity (J. Stuart Blackton, 1907).



Without a Soul (James Young, 1916).

**ASSAIG SOBRE EL LLIBRE
*EL PIANISTA DEL GUETO
DE VARSÒVIA*, DE WLADYSLAW
SZPILMAN, I LA PELLÍCULA
EL PIANISTA (THE PIANIST),
DE ROMAN POLANSKI**

EDUARD JOSEP CHIFRÉ I PETIT

DEPARTAMENT D'AGRICULTURA, RAMADERIA I PESCA, BARCELONA.

Paraules clau: *Segona Guerra Mundial, nazis, gueto, deportacions, col·laboracionisme, W. Hosenfeld, la resistència, l'atzar*

Comparative essay between the book *The Pianist of the Warsaw Ghetto*, by Wladyslaw Szpilman, and the film *The Pianist*, by Roman Polanski

Summary: *The book The Pianist of the Warsaw Ghetto by Wladyslaw Szpilman (1911-2000) tells the personal experiences of the author in the occupied Warsaw during the Second World War. W. Szpilman survived to the war thanks to a succession of lucky events and the great help of a German officer extremely fond of music.*

More than 50 years later in 2002, Roman Polanski chose that book to write the script of his film The Pianist based on the life of Wladyslaw Szpilman. Books like the one of Szpilman, transferred to the cinema by Polanski contribute to the awareness of young people about the horrors explained. Although those facts are far in time, they can occur at any moment in future. It is still in our hands to prevent such crimes from being repeated again.

Key words: *Second World War, Nazis, ghetto, deportations, collaborationism, W. Hosenfeld, the Resistance, hazard*

Introducció

El llibre *El pianista del gueto de Varsòvia* de Wladyslaw Szpilman (1911-2000) narra les experiències que va viure el seu autor en la Varsòvia ocupada pels nazis durant la Segona Guerra Mundial. En el llibre W. Szpilman descriu el que era la vida dels jueus dins del gueto de Varsòvia, així com les seves vivències fora del gueto, com a jueu fugitiu dels alemanys, durant el període en què es va poder amagar dels nazis a la capital polaca.

L'autor va escriure el llibre el 1945, poc temps després d'acabar la Segona Guerra Mundial i d'haver salvat la vida gràcies a un seguit de fets afortunats, entre els quals destaca l'ajut d'un oficial alemany, Wilm Hosenfeld, amant de la música.

Més de cinquanta anys més tard, el 2002, Roman Polanski, el qual en la seva infància també va viure l'horror nazi a Cracòvia, va escollir aquest llibre per a fer el guió de la seva pel·lícula *The pianist (El pianista)*, basada en la vida de Wladyslaw Szpilman. El film és una bona adaptació del llibre de W. Szpilman, amb una escenografia molt acurada, i ens ensenya el que era la vida i la mort en el gueto de Varsòvia.

L'autor del llibre

El llibre fou escrit per Wladyslaw Szpilman (1911-2000), el qual era pianista de professió i vivia amb la seva família a Varsòvia. El 15.11.1940, W. Szpilman i la seva família queden confinats dins del gueto de Varsòvia. El 16.08.1942, la família de W. Szpilman és deportada a Treblinka. El 13.02.1943, Szpilman fuig del gueto, s'amaga en diversos llocs de Varsòvia, mitjançant l'ajut de polonesos i fins i tot d'un oficial alemany, Wilm Hosenfeld. Entre 1945 i 1986 és director musical de Ràdio Nacional de Polònia, concertista i compositor. Mor l'any 2000.

El llibre

W. Szpilman escriu el 1945 la primera versió del llibre i el publica el 1946 amb el títol *Mort d'una ciutat*. El mateix any el llibre és retirat de circulació ja que no agrada als nous dirigents de Polònia, els quals es troben sota l'òrbita de l'URSS, principalment a causa de les referències que Szpilman fa en la seva obra sobre els russos, polonesos, ucraïnesos, letons i jueus que van col·laborar amb els nazis. El text no es torna a editar fins l'any 1998.

La pel·lícula

Dirigida i produïda per Roman Polanski el 2002, va ser protagonitzada per Adrien Brody i compta, com a actor secundari, amb Thomas Kretschmann (interpreta l'oficial alemany aficionat a la música que ajuda Szpilman). El guió és de Ronald Harwood.

El film va ser premiat amb diversos guardons, entre els quals podem destacar tres Oscar de l'edició del 2003 (millor actor, director i guió adaptat), la Palma d'Or del festival de Cannes (2002) i el Goya a la millor pel·lícula estrangera (2002).

Principals parts del llibre

Podem dividir l'obra de Wladyslaw Szpilman en les parts següents:

1. La descripció dels moments previs a la Segona Guerra Mundial
2. L'inici de la Segona Guerra Mundial i la derrota de Polònia
3. La Varsòvia ocupada pels nazis (abans del tancament del gueto el 15.11.1940)
4. W. Szpilman dins el gueto fins al dia de la deportació de la seva família a Treblinka (16.08.1942)
5. La vida de W. Szpilman entre 16.08.1942 i 13.02.1943 (data en la qual fuig del gueto)
6. Les vivències de W. Szpilman en diversos amagatalls fins l'alliberament de Varsòvia pels soviètics el 15.01.1945
7. La vida de Szpilman després de la guerra

Principals escenes de la pel·lícula

Aquesta pel·lícula descriu com es vivia i moria en el gueto de Varsòvia. També mostra l'ocupació alemanya de la resta de Varsòvia durant la Segona Guerra Mundial. Del film destacarem les escenes següents:

1. Szpilman tocant el piano en ple bombardeig de Varsòvia
2. El trasllat dels jueus al gueto (format per un gueto gran i un de petit)
3. El pas del gueto petit al gueto gran
4. La deportació de la família de Szpilman (la *Umschlagplatz* o plaça de l'Estació)
5. El repartiment d'un caramel en sis trossos (darrer àpat de la família de W. Szpilman en la *Umschlagplatz*)
6. La mirada del pare de Szpilman quan veu que el seu fill Wladyslaw, en el darrer moment, és salvat de la deportació
7. Els assassinats dels jueus i dels opositors als nazis
8. Les imatges de Varsòvia destruïda per la guerra
9. Szpilman tocant el piano per a l'oficial nazi Wilm Hosenfeld
10. L'alliberament de W. Szpilman pels soviètics

Diferències entre el llibre i la pel·lícula

De les diferències que existeixen entre el llibre i la pel·lícula assenyalem:

1. Els moments previs a la guerra són descrits per W. Szpilman en el seu llibre, però no en la pel·lícula de Polanski.
2. En el llibre de Szpilman s'esmenta la figura del director de l'orfenat jueu de Varsòvia, Janusz Korczak, el qual, tot i tenir la possibilitat de salvar la seva vida, va preferir no

abandonar els seus orfes quan eren deportats a les cambres de gas de Treblinka, la qual cosa no reflecteix la pel·lícula de Polanski.

3. En el film de Polanski, W. Szpilman i la seva família es traslladen al gueto de Varsòvia quan aquest es constitueix. No obstant això, en el llibre s'assenyala que els Szpilman ja vivien en un dels carrers del gueto abans de la seva formació.
4. El salvament de W. Szpilman de la deportació en la pel·lícula el duu a terme un familiar seu, col·laboracionista del nazis, mentre que en el llibre no s'indica qui és el seu veritable salvador.
5. En relació amb l'oficial alemany Wilm Hosenfeld, que ajuda Szpilman a sobreviure en els darrers dies de l'ocupació alemanya de Varsòvia, en el film no es fa tan palès, com en el llibre, l'agraïment de Szpilman per l'ajut obtingut d'aquest militar.

Context polític del llibre i de la pel·lícula

L'obra és escrita el 1946, al final de la Segona Guerra Mundial, quan Polònia es troba sota el camp d'acció de l'URSS i en el preludi de la Guerra Freda.

El film es fa sota la presidència de G. Bush als EUA, quan es viuen les seqüeles dels atemptats de l'11 de setembre.

Dades històriques

El llibre i la pel·lícula assenyalen diversos fets històrics, entre els quals podem esmentar els següents:

- L'inici de la Segona Guerra Mundial amb la invasió de Polònia per les tropes alemanyes
- El gueto de Varsòvia
- Les deportacions de jueus a Treblinka
- La batalla de Stalingrad
- La revolta dels jueus del gueto de Varsòvia
- L'aixecament dels polonesos contra els nazis
- L'alliberament de Varsòvia pels soviètics

Temes de debat

Tant en el llibre com en la pel·lícula es tracten diverses temàtiques que poden ésser debatudes, com és el cas de:

- El repartiment de Polònia entre Hitler i Stalin
- La responsabilitat del poble alemany amb els crims dels nazis
- La memòria històrica
- La solidaritat dels polonesos amb els jueus
- El col·laboracionisme amb els nazis

- L'aprofitament del treball dels jueus
- Per què, en general, no es defensaven els jueus
- La resistència als nazis

Algunes reflexions

Al llarg del llibre de Szpilman hi ha diversos comentaris del seu autor que mouen a la reflexió, per exemple, i prenent com a referència, l'edició del llibre de W. Szpilman indicat en la bibliografia:

— En relació amb els períodes en els quals disminuïa la persecució dels jueus pels nazis, Szpilman escriu: «[...] les preses jueves havien de servir per a d'altres finalitats i, com altres animals, necessitaven una temporada de veda: així les caceres més espectaculars serien millors i no decebrien ningú» (Szpilman, 2003: 55).

— Respecte a la ignorància que tenien els jueus del que realment els podia passar, W. Szpilman assenyala: «[...] la malícia dels alemanys no era per prendre-se-la a la lleugera. Formava part d'un sistema pensat per mantenir-nos en un estat constant de nerviosisme i incertesa en relació amb el nostre futur» (Szpilman, 2003: 44).

— Quant al fet que els jueus no es defensessin del que els nazis els feien, W. Szpilman reprodueix el comentari d'un deportat que a continuació s'indica (també surt a la pel·lícula): «És una vergonya per a tots nosaltres! [...] Els estem permetent que ens portin a la mort com ovelles a l'escorxador!» (Szpilman, 2003: 94).

La sort i l'atzar

Per sobreviure en un gueto o en un camp d'extermini nazi, calia tenir molta sort. En qualsevol d'aquests llocs, encara que els confinats o els presoners seguissin les regles que els nazis els imposaven, no tenien garantida la seva supervivència. Sempre depenien del que l'atzar els pogués portar i contínuament estaven exposats als capricis dels seus botxins. W. Szpilman, l'autor del llibre, va tenir sort en moltes ocasions. És a dir:

- Escapa, en el darrer moment, de la deportació a Treblinka
- Sobreviu a diverses seleccions
- Aconsegueix que opositors als nazis l'amaguin
- Falla en el seu suïcidi amb somnífers quan pensava que es moriria
- El descobreixen tres cops en amagatalls però aconsegueix sortir-se'n
- Li desapareixen però no el toquen
- El confonen amb un alemany però sobreviu
- Etc.

Comparació amb Anna Frank

Si comparem el cas de W. Szpilman amb el d'Anna Frank, veiem que a aquesta li va mancar la sort que Szpilman va tenir. En el cas d'Anna Frank tenim:

—Passa més de dos anys amagada, amb la seva família, a la «Casa del darrere» (6.07.1942 al 4.08.1944).

—Són descoberts i detinguts el 4.08.1944; pocs mesos després Holanda és alliberada.

—Surten en el darrer tren que va anar a Auschwitz (03.09.1944), on arriben el 6.09.1944.

—És deportada a Bergen Belsen a finals d'octubre del 1944, on mor poc temps abans de ser alliberat el camp pels anglesos (el 12.04.1945).

Anna Frank durant dos anys no va ser descoberta, però passat aquest temps la sort malauradament se li va acabar i no va aconseguir sobreviure.

Wilm Hosenfeld i el seu diari

L'oficial nazi que ajuda Szpilman a sobreviure tampoc va tenir massa sort. Hosenfeld tenia com a tasca principal ocupar-se de les instal·lacions esportives. Era una persona creient, mestre de professió. Va morir a Stalingrad el 1952 presoner dels soviètics.

Hosenfeld, tot i ser un oficial nazi, era crític amb el que feien els alemanys i, a més d'haver ajudat W. Szpilman, també va ajudar altres persones perseguides pels nazis. Va escriure un diari, del qual, i a tall d'exemple, esmentarem alguns fragments que han estat publicats en l'edició del llibre de W. Szpilman que apareix a la bibliografia.

—En data 18.01.1942 escriu: «Els mètodes dels nacionalsocialistes són diferents, però bàsicament persegueixen també una única idea: l'exterminació i l'ensorrament de la gent que pensa de manera diferent de com pensen ells» (p. 181).

—El 14.02.1943 esmenta: «[...] no puc entendre com hem estat capaços de cometre els crims que hem comès contra civils indefensos, contra els jueus» (p. 190-191).

—Finalment, el dia 16.06.1943 assenyala: «No mereixem misericòrdia: tots en som culpables» (p. 192).

Conclusions

El llibre de Wladyslaw Szpilman i la pel·lícula de Roman Polanski mostren una visió molt acurada de la vida en el gueto de Varsòvia, l'aixecament del gueto, la resistència polonesa al nazisme, el col·laboracionisme amb els nazis, la vida dels fugitius, etc. El film mostra unes imatges espectaculars de Varsòvia destruïda per la guerra.

Com a crítica a la pel·lícula podem esmentar que aquesta no menciona el cas de Janusz Korczak i els seus orfes, i fa un tractament superficial de l'oficial nazi Wilm Hosenfeld, el qual, a més de Szpilman, va ajudar altres persones.

Finalment, direm que obres com el llibre de W. Szpilman, portada a la gran pantalla per R. Polanski, contribueixen a què els fets que narren no caiguin en l'oblit i a conscienciar els més joves que aquests horrors, per llunyans que estiguin en el temps, sempre són vigents, ja que en qualsevol moment es poden tornar a repetir. Evitar-ho està en les nostres mans.

Bibliografia¹

FRANK, A. (1999), *Diari*, 4a ed., Barcelona, Plaza Janés, 379 p.

LEVI, P. (1996), *Si això és un home*, Barcelona, Edicions 62, 234 p.

PRESSLER, M. (2000), *¿Quién era Ana Frank?*, Barcelona, Muchnik, 197 p. (La Medianoche; 18)

SAKOWSKA, R. (1998), *The Warsaw Ghetto 1940-1945*, Varsòvia, R. Nowicki, 94 p.

SZPILMAN, W. (2003), *El pianista del gueto de Varsòvia*, Barcelona, Empúries, 216 p.

Filmografia

CHAPLIN, C. (1940), *El gran dictador*.

CHOMSKY, M. J. (1978), *Holocaust*. [Sèrie de televisió]

DORNHELM, R. (2001), *La història d'Anna Frank*.

POLANSKI, R. (2002), *El pianista*.

SPIELBERG, S. (1993), *La llista de Schindler*.

1. Els textos d'A. Frank (1999), P. Levi (1996), M. Pressler (2001) i R. Sakowska (1998) han estat utilitzats com a obres de consulta general.

CIÈNCIA, CINEMA I CÒMIC. EXEMPLES D'ACTUALITZACIÓ CIENTÍFICA

PAU SENRA PETIT

DIRECTOR DE PROJECTES KDV, CONSULTOR CULTURAL.

Paraules clau: *còmic, cinema, superherois, visió social de la ciència*

Science, films and comic. Examples of scientific actualization

Summary: *This is a very short resume of the evolution, during the change from comic to the film, of someone famous superheroes.*

Key words: *comic, films, superhero, science social vision*

1. Introducció

En aquesta comunicació es fa un breu repàs d'alguns casos que han passat al cinema els darrers anys i que tenien els seus orígens en còmics anteriors dels anys seixanta. Apuntarem quins han mantingut els temes científics i quins els han variat (especialment els que tenen més separació), quasi sempre de la física a la biologia. També s'emmarca aquests resultats en les línies de recerca en aquest tema que s'estan estudiant.

2. Justificació de la validesa del còmic d'èxit com a indicador de percepció social de la ciència

De còmics, personatges i històries, n'hi ha tanta varietat com segells; es podria justificar quasi qualsevol teoria en aquest sentit, tot saltant de personatge en personatge, d'autor en autor. Però de *còmics d'èxit* n'hi

ha un nombre molt més limitat i, per tant, la mostra de camp és molt més vàlida. A més a més, el còmic d'èxit aporta el doble segell d'acceptació social i d'alt impacte per part de la societat: públic, editorials, autors, etc. Aquesta acceptació és en tots els casos d'àmbit internacional i no només local d'un determinat país.

3. Línies de recerca: còmic i visió social de la ciència

Les principals línies de recerca que segueixo dins d'aquest camp, tot i que n'hi ha d'altres com ciència i ús militar, són:

- *Importància de la ciència i la comunitat científica*

En aquesta línia s'està estudiant l'evolució de la importància dels «perfils científics» al llarg del temps, i com s'ha evolucionat des d'un model com els *Four Fantastics* (4 Fantàstics), en què els quatre protagonistes (amb una noia) i el dolent principal (que és dolent perquè és un privilegiat social) eren doctorats pel MIT, fins a un model com l'actual, en què el còmic/cinema està dominat, sobretot, per la màgia i els predestinats, quasi monàrquics. En aquest sentit, cal recordar breument que Flash Gordon va a l'espai empès per un científic, el pare de Superman és l'únic científic de tot Kriptó que preveu la fi del planeta, Peter Parker (quan no es vesteix de Spiderman) és un jove aficionat a la ciència i el doctor Bruce Banner (la versió humana de Hulk) es presenta com el científic més brillant de tot el planeta.

- *Evolució dels perfils professionals*

Aquesta línia és la que té els resultats menys clars i parteix de la hipòtesi d'una possible evolució de la preferència de científics a tecnòlegs, però no es defineix clarament una substitució d'un grup per l'altre, ja que conviuen durant molt de temps. Dins el grup de científics podem afegir als citats anteriorment el comte de Xampinyac (*Espirú*). Dins el grup de tecnòlegs podem destacar Tornassol (*Tintín*), Tarconi (*Mickey Mouse*), Bacterio (*Mortadelo y Filemón*), Franz de Copenhague (*TBO*), Sergi Grapes, doctor Slump, nissaga Kabuto (*Mazinger Z*) o Batman.

- *Relació ciència-periodisme*

En aquest cas, tot i percebre una realitat de convivència en molts casos, no està clar que hi hagi una relació directa o si és pura coincidència de modes. Així, Spiderman és també reporter d'un diari; Tornassol és company d'aventures del periodista Tintín; el comte de Xampinyac, Zorglub i Sergi Grapes estan a l'entorn d'Espirú i Fantàstic, reporters.

- *Evolució de la temàtica o especialitat científica*

Aquesta és una de les línies que millors resultats està donant i, en certa manera, és la línia mare de la darrera. En aquest cas s'estudia quin aspecte o concepte científic es fa servir al llarg del temps. Els resultats ens mostren bastant clarament unes certes pautes de l'espai

a la radiació i de la radiació a la genètica, amb una presència variable de la psicologia i el comportament que cap als anys vuitanta té el seu moment més fort amb *Batman*, tot i que es reflecteix en quasi tots els còmics. Breument, podem observar els referents següents:

Espai, als anys trenta: *Flash Gordon*, 1934; *Superman*, 1938.

Radiació, als anys seixanta: *4 Fantàstics*, 1961 (tot i que en aquest cas és radiació còsmica en una espècie de transició); *Spiderman*, 1962 (picada d'aranya prèviament sotmesa a radioactivitat); *Hulk*, 1962 (després de rebre els impactes d'una bomba de raigs gamma de la seva invenció).

Genètica, als anys setanta: *X Men*, 1975 (tot i que la primera versió és de l'any 1965, no tenen èxit fins deu anys després).

Psicologia i comportament humà: *Batman*, 1986 (tot i que la primera aparició és el 1936, curiosament a *Batman* en «El extraño caso del sindicato químico»).

La química apareix sempre acompanyant qualsevol tema, però mai com a tema únic o principal.

- *Actualització còmic-cine d'alguns casos*

És aquesta darrera línia la que ha donat resultats més clars i la que es presenta com a central en aquesta comunicació. El que s'estudia són aquells casos de còmics d'èxit que s'han portat darrerament al cinema (tot i que anteriorment ja se n'han fet versions) amb el suport dels autors dels personatges originals. Això permet acotar molts paràmetres i justificar els canvis (o no canvis) dels conceptes científics en funció, quasi exclusivament, dels canvis de percepció social de la ciència.

4. Del còmic al cinema, quatre dècades de canvis científics

Els resultats es concreten en dos casos concrets molt clars: *Spiderman* i *Hulk*. Són, a més a més, del mateix autor, Stan Lee.

En els dos casos el canvi de física/radioactivitat per biologia/genètica és més que evident.

a) En el cas de *Spiderman*, Peter Parker en el còmic (imatges 1 i 2), és un alumne de l'escola superior molt interessat per les ciències que assisteix a una demostració d'«Experiments amb la radioactivitat» al departament de ciències. Durant l'experiment una aranya es despenja del sostre i rep una descàrrega de radioactivitat; l'aranya cau i pica el protagonista, que després d'un lleu mareig nota que té noves habilitats. Si ens fixem en la pel·lícula, Peter és un alumne interessat per les ciències i la fotografia, i és autor del butlletí de l'escola. Durant una visita escolar a uns laboratoris on fan experiments de genètica amb animals, aranyes incloses, un d'aquests animals s'escapa i pica Peter. A partir d'aquí la història segueix força igual.

b) En el cas de *Hulk*, en el còmic Bruce Banner (imatges 3, 4, 5 i 6), presentat com el científic militar més brillant del planeta, rep una gran descàrrega de raigs gamma mentre es

prova una bomba de la seva invenció. En la pel·lícula, el pare de Bruce Banner fa experiments genètics sobre autoregeneració de teixits amb animals treballant pels militars. Quan li volen cancel·lar el programa, s'injecta ell mateix una de les toxines per provar-ho en humans. Al mateix temps deixa embarassada la seva dona i el nadó és Bruce Banner. Quan els militars intenten aturar el pare de Bruce ell fa saltar el laboratori pels aires i desapareix, i el jove Bruce creix orfe sense saber qui eren els seus pares. De jove, Bruce Banner és científic, totalment antimilitar, i, durant un experiment amb raigs gamma, un dels seus ajudants es troba en perill i ell el salva, però rep una forta descàrrega de raigs. A partir d'aquí, la mutació que portava des dels inicis se li manifesta de forma exagerada.

Hi ha altres casos que estan en estudi com *V de Vendetta* que indica el canvi de física per biologia, o la versió cinematogràfica dels *4 Fantàstics*, en la qual sembla que la força de l'imaginari de la missió espacial sobreviu els experiments genètics.

5. Reflexió final

Els còmics d'èxit, en històries llargues o en tires curtes, tenen un gran impacte social i, al mateix temps que donen difusió a certs rols, serveixen sobretot per mesurar el grau d'acceptació i les preferències o sensibilitats de la societat.

En aquest sentit, no sols queda molt camí per seguir investigant sobre la percepció social de la ciència, sinó també sobre els usos dirigits dels mateixos (ja hi ha algunes línies de didàctica de les ciències a través d'històries de còmics, en didàctica, publicitat, etc.).

***TOY STORY* (1995), DE JOHN LASSETER, EL PRIMER LLARGMETRATGE GENERAT ÍNTEGRAMENT PER ORDINADOR, OBRE UNA NOVA TRAJECTÒRIA EN EL CAMP DE L'EXPERIMENTACIÓ DIGITAL**

JAUME DURAN CASTELLS

UNIVERSITAT DE BARCELONA.

Paraules clau: *cinema, efectes especials, efectes digitals, experimentació digital, animació per ordinador*

Toy Story (John Lasseter, 1995), the first full-length film generated completely by computer, opens a new trajectory in the field of the digital experimentation

Summary: *This is a very short summary of the chapter: Toy Story (John Lasseter, 1995), the first full-length film generated completely by computer, opens a new trajectory in the field of the digital experimentation.*

Key words: *cinema, special effects, digital effects, digital experimentation, computer animation*

Des de principis del segle xx, i gràcies al francès Georges Méliès, el cinema es convertí en un art en què els trucatges permeteren sovint la reproducció del real. Aquest món cinematogràfic, però, canvià amb l'arribada dels ordinadors: l'eina informàtica, amb els efectes digitals, la síntesi d'imatges i el camp del virtual, es llançà a l'assalt del cinema,

i ha acabat essent essencial en tot procés de fabricació d'un film, des de la seva concepció fins a la seva distribució...

En els seus inicis, els efectes especials estigueren dominats per produccions com *The War of the Worlds* (Byron Haskin, 1953), *Forbidden Planet* (Fred McLeod Wilcox, 1956) i les fantasies del geni dels trucatges Ray Harryhausen, com ara *The Seventh Voyage of Simbad* (Nathan Juran, 1958) o *Jason and the Argonauts* (Don Chaffey, 1963), sense oblidar Willis O'Brien o George Pal. Però, des de finals de la dècada de 1960, els laboratoris de la Utah University, a Salt Lake City, i del Massachusetts Institute of Technology (MIT), a Cambridge, als EUA, efectuaren recerques avançades en matèria de síntesi d'imatges.

2001: *A Space Odyssey* (Stanley Kubrick, 1968) i *Star Wars* (George Lucas, 1977), entre d'altres, introduïren els ordinadors per ajudar al control de moviment d'efectes especials basats en models. No obstant això, es pot dir que la història moderna dels gràfics per ordinador començà quan Walt Disney Pictures decidí donar suport a un film sobre un home atrapat en un ordinador a principis de la dècada de 1980: *Tron* (Steven Lisberger, 1982). Tot i que utilitzà el que aleshores era una gran quantitat de gràfics per ordinador fotorealistes, d'uns trenta minuts de filmació en total, el film fracassà comercialment, i va fer que molts estudis desestimessin els projectes dels seus departaments de gràfics per ordinador. Malgrat tot, el 1982, s'utilitzaren gràfics per ordinador en l'elaboració d'escenes de combat aeri per a un film de ciència-ficció que tampoc tingué molt interès: *The Last Starfighter* (Nick Castle, 1984). En paral·lel, Lucasfilm Ltd., de George Lucas, havia creat la seva llegendària secció d'efectes especials Industrial Light & Magic (ILM) i, encara que en un principi no es dedicava als ordinadors, utilitzà alguns gràfics per ordinador a *Return of the Jedi* (Richard Marquand, 1982).

Però la clau de la posterior difusió dels gràfics per ordinador començà quan ILM utilitzà aquesta nova tecnologia per a tota la seqüència del planeta Gènesi a *Star Trek II. The Wrath of Khan* (Nicholas Meyer, 1982). A partir d'aquí, molts films, principalment de ciència-ficció, introduïren escenes utilitzant aquesta tècnica: de la mà d'ILM, com a *The Young Sherlock Holmes* (Barry Levinson, 1986), produït per Steven Spielberg, o de la mà d'altres estudis, dels quals cal ressaltar novament Walt Disney Pictures, que va fer una primera utilització de gràfics per ordinador en uns dibuixos animats, per a alguns objectes del decorat, a *The Great Mouse Detective* (John Musker, 1986).

El 1986, un departament de Lucasfilm Ltd., Pixar, se separà de la companyia, i Steve Jobs, fundador d'Apple Computer, es convertí en un dels seus principals accionistes. Per part seva, i malgrat tot, Lucasfilm Ltd. seguí treballant en aquest camp en films com *Willow* (Ron Howard, 1988), en què s'utilitza magistralment la tècnica del *morphing*, que permet realitzar una interpolació d'imatges, és a dir, canviar gradualment la forma d'un model d'un estat a un altre. El 1988, Pixar Animation Studios desenvolupà el programari Renderman, i un any més tard produí el curtmetratge *Tin Toy*.¹ El mateix programari s'utilitzà a *The Abyss*

1. El quart curtmetratge destacat del director de *Toy Story*, i clar precedent d'aquest pel que fa al seu argument, que segueix *The Adventures of Andre and Wally B* (1984), *Luxo, Jr.* (1986) i *Red's Dream* (1987), i precedeix *Knick Knack* (1989), el seu últim treball en aquest camp fins al moment.

(James Cameron, 1989) per a crear la primera forma íntegrament generada per ordinador, una serp d'aigua marina extraterrestre que marcà la tendència d'efectes per ordinador de l'era següent i que enlluernen en films com *Terminator II. The Judgement Day* (James Cameron, 1991) o *The Lawnmower Man* (Brett Leonard, 1992).

El 1991, Walt Disney Pictures i Pixar Animation Studios firmaren un acord per a fer *Toy Story*. Tanmateix, Walt Disney Pictures ja havia col·laborat anteriorment amb Pixar Animation Studios utilitzant, per exemple, el seu sistema CAPS (Computer Animation Production System), que colorejava digitalment les animacions fetes a mà, i que utilitzà per primer cop a *The Rescuers Down Under* (Hendel Butoy i Mike Gabriel, 1990). Pocs anys després, ILM guanyà un Oscar de l'Acadèmia pel seu treball a *Jurassic Park* (Steven Spielberg, 1993), en què s'havien rebutjat molts plans originals basats en models quan ILM havia fet una mostra de dinosaures generats en moviment i que solament en conservà algunes preses per a primers plans. La tècnica ja s'utilitzava amb propòsits de molt diversa índole, i se seguiria utilitzant a *The Mask* (Chuck Russell, 1994), que representa una traducció a imatge real, en estètica i esperit, de la idiosincràsia dels dibuixos animats, en especial dels clàssics de Tex Avery, a partir del seu protagonista, interpretat per Jim Carrey; o a *Forrest Gump* (Robert Zemeckis, 1994), que recorre trenta anys de la història dels EUA juntament amb el seu protagonista, interpretat per Tom Hanks; o a *Casper* (Brad Silberling, 1995), que presenta el primer personatge animat que parla generat per ordinador, dirigit en temps real.

Ara bé, sens dubte, el film que marca una fita en la història de la cinematografia és *Toy Story*, el primer llargmetratge generat íntegrament per ordinador. Per dur-lo a terme, se seguí un procés ardu. Així, el guió original es transformà en guió il·lustrat creant vinyetes dibuixades amb llapis. Aquestes es convertiren en filmacions utilitzant un programari específic per al cas i una maqueta per al diàleg. Els modeladors construïren la majoria de figures en 3D amb l'ordinador, encara que hagueren de fer figures de fang, les formes de les quals foren posteriorment digitalitzades per a alguns dels gairebé vuitanta personatges del film. Els animadors començaren a afegir variables articulades als models digitalitzats, en què cada una d'aquestes descrivia un moviment concret de la figura.² En aquest moment, els intèrprets gravaren les seves veus, cosa que feren repetidament en diverses sessions per a perfeccionar els seus rols. Quan foren definitives, començà l'animació pròpiament dita utilitzant la gravació del diàleg dels intèrprets com a guia per a l'expressió corporal i principalment facial final. A continuació, es començà a ajustar un primer esbós del film i es donà a les superfícies una certa autenticitat amb la texturització, mentre s'afegien, per exemple, taques a les figures. I abans del renderitzat o representació final, s'introduïren els efectes d'il·luminació, en què s'utilitzaren més de trenta fonts de llum en algunes preses. Amb tota la informació, finalment, es produïren fotogrames acabats que s'editaren i s'enviaren a postproducció per al tall final en trenta-cinc mil·límetres. Tot el film, de llarga durada, havia estat elaborat amb uns i zeros.

2. El vaquer Woody, per exemple, n'acapara unes set-centes per si sol, dues-centes de les quals es localitzen a la cara.

Des d'aleshores, tan sols en el camp dels films creats íntegrament per ordinador, el binomi Pixar – Disney ha destacat sobradament amb moltes altres creacions,³ però també altres estudis i companyies s'han sumat a la proposta, de les quals destaquen PDI/DreamWorks⁴ amb *Antz* (Eric Darnell i Tim Johnson, 1998), *Shrek* (Andrew Adamson i Vicky Jenson, 2001), *Shrek 2* (Andrew Adamson, Kelly Asbury i Conrad Vernon, 2004), *Shark Tale* (Bibo Bergeron, Vicky Jenson i Rob Letterman, 2004), *Madagascar* (Eric Darnell i Tom McGrath, 2005) o *Over the Hedge* (Tim Johnson i Karey Kirkpatrick, 2006), i Blue Sky Studios – Twentieth Century Fox,⁵ amb *Ice Age* (Chris Wedge i Carlos Saldanha, 2002), *Robots* (Chris Wedge i Carlos Saldanha, 2005) o *Ice Age 2: The Meltdown* (Carlos Saldanha, 2006), sense oblidar els casos particulars pel moment, entre d'altres, de *Final Fantasy. The Spirits Within* (Hironobu Sakaguchi i Moto Sakikibara, 2001), *The Polar Express* (Robert Zemeckis, 2004) o *Monster House* (Gil Kenan, 2006).

Noves tècniques s'han posat de manifest en tots aquests films. Des de la captura de moviment, en què, per exemple, uns sensors col·locats en el cos d'una persona tradueixen el seu moviment a un model creat dins de l'ordinador, fins a la simulació, en què, per exemple, unes fórmules matemàtiques recreen la física de certs objectes, però és clar que *Toy Story* n'ha estat el punt de partida.

3. A *Toy Story*, fins ara, li segueixen els llargmetratges *A Bug's Life* (John Lasseter i Andrew Stanton, 1998), *Toy Story 2* (John Lasseter, Ash Brannon i Lee Unkrich, 1999), *Monsters, Inc.* (Pete Docter, David Silverman i Lee Unkrich, 2001), *Finding Nemo* (Andrew Stanton i Lee Unkrich, 2003), *The Incredibles* (Brad Bird, 2004) i *Cars* (John Lasseter i Joe Ranft, 2006), i també, els curtmetratges *Geri's Game* (Jan Pincava, 1997), *For the Birds* (Ralph Eggleston, 2000), *Mike's New Car* (Pete Docter i Roger Gould, 2002), *Boundin'* (Roger Gould i Bud Luckey, 2003), *Jack-Jack Attack* (Brad Bird, 2004) o *One Band Man* (Mark Andrews i Andrew Jimenez, 2005).

4. De fet, és el resultat d'una col·laboració entre Pacific Data Images (PDI), una companyia creada el 1980 per Richard Chuang, Glenn Entis i Carl Rosendahl, i DreamWorks, SKG, una productora i distribuïdora creada el 1994 per Steven Spielberg, Jeffrey Katzenberg (fins aleshores un pes pesant de Walt Disney Company) i David Geffen.

5. Una vegada més, una companyia i una gran productora i distribuïdora. La primera, fundada el 1987 amb la missió de crear animació d'alta resolució per a la televisió i el cine, per exemple, en anuncis publicitaris o en films com *Alien Resurrection* (Jean-Pierre Jeunet, 1997), *Fight Club* (David Fincher, 1999) o *Titan A. E.* (Don Bluth i Gary Goldman, 2000), entre d'altres. La segona, de gran tradició des de 1935, fruit de la unió de la productora creada per l'exhibidor William Fox el 1913, anomenada dos anys més tard Fox Film Company, i la productora Twentieth Century Pictures.

Bibliografia⁶

BECK, J. (2004), *Animation art: from pencil to pixel, the world of Cartoon, Anime and CGI*, Nova York, Collins Design.

BENDAZZI, G. (2003), *Cartoons: 110 años de cine de animación*, Madrid, Ocho y medio.

COTTE, O. (2001), *Il était une fois le dessin animé... et le cinema d'animation*, París, Dreamland.

DARLEY, A. (2002), *Cultura visual digital: Espectáculo y nuevos géneros en los medios de comunicación*, Barcelona, Paidós.

FONTE, J. (2001), *Walt Disney: El universo animado de los largometrajes, 1970-2001*, Madrid, T & B.

KERLOW, I. (2004), *The Art of 3D computer animation and effects*, Nova Jersey, John Wiley & Sons.

LASSETER, J.; DALY, S. (1996), *Toy Story: The art and making of the animated film*, Nova York, Hyperion.

MOSCARDÓ, J. (1997), *El cine de animación*, Madrid, Alianza.

WEISHAR, M. (2004), *Moving pixels: Blockbuster animation, digital art and 3d modelling today*, Regne Unit, Thames & Hudson.

6. Els textos en aquesta bibliografia han estat utilitzats com a obres de consulta general.

SECCIÓ LLIURE

HUYGENS I EL LLOC II-5 D'APOLLONI A L'*HOROLOGIUM* *OSCILLATORIUM*¹

EDUARD RECASENS GALLART

DEPARTAMENT DE MATEMÀTICA APLICADA III, UNIVERSITAT
POLITÈCNICA DE CATALUNYA.

Paraules clau: *Horologium*, *lloc geomètric*, *pèndol*, *centre de gravetat*, *isocronia*

Huygens and the Apollonius' Locus II-5 in the *Horologium Oscillatorium*

Summary: *The way Huygens used a geometrical locus of Apollonius in order to establish isochronism in a pendulum.*

Key words: *Horologium*, *geometrical locus*, *pendulum*, *center of gravity*, *isochronism*

El llibre de Christiaan Huygens (1629-1695), *Horologium oscillatorium* (Huygens, 1673) és una de les obres més notables de física matemàtica que s'han escrit abans de l'aparició dels *Principia* de Newton el 1687. El títol complet del llibre de Huygens és *El rellotge de pèndol o demostracions geomètriques del moviment del pèndol aplicat als rellotges*. Destaco l'expressió «Demostracions geomètriques» ja que Huygens, tal com pensava Arquimedes, considera que els descobriments en el terreny de la física, per tal que quedin sòlidament fonamentats, cal demostrar-los geomètricament.

1. Aquest treball ha estat parcialment finançat amb un ajut del Ministeri d'Educació i Ciència (BHA2003-08394-c02-01).

L'interès de Huygens pels rellotges venia de lluny. Ja de jove, cap als 17 anys, Mersenne li havia proposat que, per a diverses configuracions simples com ara un triangle o un sector circular, intentés construir un pèndol simple que oscil·lés amb el mateix període que els objectes geomètrics descrits. La tasca de trobar per a un pèndol físic un de simple que fos isòcron amb aquest era lluny de ser trivial i alguns notables matemàtics de l'època, com ara Descartes o Roberval, només ho havien aconseguit en casos particulars. Huygens, al llarg de la seva vida científica, estigué molt interessat en la construcció d'un rellotge que servís als navegants per poder calcular «la longitud» amb precisió, problema tecnològic que estava en la primera línia de recerca al segle XVII. El 1657, quan Huygens tenia 28 anys, va construir el primer rellotge de pèndol de la història, el qual va patentar, i l'any següent va publicar un llibret, l'*Horologium*, en què explicava els mecanismes d'aquest rellotge. Anteriorment, Galileu ja havia plantejat la idea d'aplicar el moviment d'oscil·lació pendular per a mesurar el temps, però mai va acabar de materialitzar la idea amb èxit. D'altra banda, tampoc el rellotge de Huygens va tenir gran aplicació a la navegació. El primer rellotge marí que permeté calcular la longitud amb una precisió acceptable es construeix el 1736 i el construeix el rellotger anglès John Harrison. Nogensmenys, amb tota aquesta recerca al voltant dels rellotges, Huygens aconseguí uns molt bons resultats teòrics, tant en física com en matemàtiques, que exposaria en el llibre *Horologium oscillatorium* (Huygens, 1673).

Huygens, que era prenewtonià, per tal d'aconseguir una bona base teòrica que li permetés fonamentar els resultats que havia trobat sobre el moviment oscil·latori del pèndol, introduí una hipòtesi inicial de tipus físic, a saber, que si un sistema de pesos es comença a moure per causa de la seva mateixa gravetat, el centre de gravetat del sistema no pot elevar-se a una altura superior a la que es trobava abans d'iniciar-se el moviment. Amb aquesta hipòtesi i el recurs de la geometria, Huygens aconseguí organitzar deductivament els seus descobriments sobre l'oscil·lació dels pèndols físics, i és precisament en aquesta faceta com a físic matemàtic que Huygens destaca amb notabilitat en la història de la matemàtica. Al llarg de la seva obra, desenvolupa conceptes i resol qüestions que enriqueixen la geometria, com són les definicions d'*evoluta* i *evolvent* o el descobriment de la *tautocronia cicloïdal*.

La formació inicial de Huygens com a matemàtic es dona principalment entre els anys 1647-1649, quan va estudiar a la Universitat de Leiden, on Frans Van Schooten va ser el seu tutor. Schooten, el traductor al llatí de la *Géométrie* de Descartes, va explicar-li el mètode cartesià resolent problemes de geometria clàssica, en especial problemes trets de l'obra d'Apol·loni *Llocs plans*. En particular, Huygens s'interessà pel lloc geomètric següent:

Si a quotcumque datis punctis ad punctum unum inflectantur rectae lineae et sint species quae ab omnibus fiunt dato spacio aequales punctum continget positione datam circumferentiam.²

2. «Si des de punts donats en nombre qualsevol tracem segments rectilinis cap a un altre punt i les espècies sobre aquests totes juntes igualen una extensió donada, aquest punt es troba en una circumferència donada en posició.»

Aquest lloc geomètric va ser conegut pels matemàtics de l'Europa del segle XVII a través de la traducció llatina de Commandino dels vuit llibres de Pappus d'Alexandria agrupats sota el nom de *Synagoge*. En aquesta col·lecció, Pappus reunia molts dels resultats de la matemàtica grega i, en particular, en el setè llibre, donava breu notícia del contingut dels dos llibres d'Apol·loni que formaven l'obra *Llocs plans*. Pappus dóna un llistat de vuit llocs geomètrics per a cada llibre. L'enunciat del lloc geomètric de què estem parlant ocupava la cinquena posició del segon llibre i és per això que, per abreujar, l'anomeno *el lloc II-5 d'Apol·loni*.

El lloc geomètric II-5 d'Apol·loni té una peculiaritat que consisteix en què, des que va ser redescobert al segle XVII, diferents matemàtics l'han utilitzat de diverses maneres i n'han proporcionat, doncs, diferents interpretacions del seu enunciat, enunciat que en el seu original és força abstracte, sobretot a causa del terme *species*, el qual no se sabia ben bé com interpretar. Qui primer va oferir una demostració del lloc II-5 fou Fermat cap al 1636, però no va ser publicada fins quaranta-tres anys més tard (Fermat, 1679). En aquesta demostració, d'entrada Fermat va interpretar el terme *species* com si fossin figures quadrades, però després, mitjançant un hàbil recurs algebraic, va fer una extensió ben notable. Segurament, la primera demostració publicada del lloc II-5, encara que no en tota la seva generalitat, es deu a F. Schooten i es troba al tercer llibre dels *Exercitationum mathematicarum* (Schooten, 1656). La demostració de Schooten segueix el nou mètode cartesià i no és general perquè Schooten va interpretar *species* com 'figures quadrades'. Huygens, deixeble de Schooten, va treballar el lloc II-5 cap al 1650. L'anomenava *propositio mirabilis* i, com Schooten, va interpretar *species* com 'quadrats', en va fer una demostració analítica que no va publicar i, més tard, la va fer intervenir en tractar un tema d'isocronia lligat al pèndol compost, que va incloure en la seva gran obra *Horologium oscillatorium* (Huygens, 1673).

La primera publicació en què hi ha una demostració amb tota generalitat i en termes geomètrics del lloc II-5 d'Apol·loni és la *Geometria magna in minimis* (Zaragozà, 1674).

A l'*Horologium oscillatorium*, allò que Huygens (1673) més bé li va anar del lloc II-5 va ser el fet que el centre de la circumferència, que és lloc geomètric dels punts que compleixen el requeriment d'Apol·loni, és precisament el «centre de gravetat d'aquests punts» quan aquests punts són pensats com petites esferes materials i, per tant, «pesen». La necessitat d'introduir aquesta versió «fiscomatemàtica» del lloc II-5 fa que Huygens elaborés la versió del lloc II-5 següent, que fou inclosa com a «proposició XII» a la part quarta de l'*Horologium oscillatorium* (Huygens, 1673):

Donat en el pla un nombre qualsevol de punts, hi tracem, amb radi arbitrari, una circumferència que tingui com a centre «el centre de gravetat dels punts donats», llavors, si des dels punts donats tirem línies rectes a un punt d'aquesta circumferència, la suma dels quadrats d'aquestes rectes és una constant que no depèn del punt considerat en la circumferència traçada.

Cal fer dues observacions: la primera observació és que l'expressió «centre de gravetat de punts» és quelcom aliè al llenguatge emprat a la geometria d'Euclides. Cal, però, no perdre de vista que Huygens utilitzava la geometria com el llenguatge necessari per a donar validesa científica als resultats mecànics. Els propòsits de Huygens són físics i no pas geomètrics. La segona observació és que per a demostrar la seva versió del lloc II-5 d'Apol·loni, se serveix de la proposició I de l'*Horologium* (Huygens, 1673), en què, fent intervenir arguments de tipus físic relatiu a l'equilibri, demostra que si

- 1) a, b, c són pesos respectivament situats en els punts A, B, C (els quals estan en un mateix costat respecte d'una recta d'un pla),
- 2) G és el centre de gravetat d'aquests pesos a, b, c i
- 3) A', B', C', G' són les projeccions ortogonals dels punts A, B, C, G sobre la recta esmentada, llavors es compleix que: $a \cdot (AD) + b \cdot (BE) + c \cdot (CF) = (a + b + c) \cdot GH$.

Aquesta propietat del centre de gravetat és precisament la que després s'utilitzarà en els textos de geometria analítica per a donar una definició geomètrica del centre de gravetat.

L'ús que Huygens fa de la seva versió del lloc geomètric d'Apol·loni que demostra a la proposició XII es troba en la següent proposició XIII i diu així:

Quan una figura que es troba en un pla se suspèn des de diversos punts d'aquest pla igualment distants del centre de gravetat de la figura, aquesta figura és isòcrona amb ella mateixa en oscil·lació lateral.

Per tal de demostrar-ho, considera el triangle ABC , el qual se suposa suspès d'un punt E que anomena *punt de suspensió*. Anomena D el centre de gravetat del triangle i pensa el triangle dividit en n parts iguals «suficientment petites». ³ Des dels centres de gravetat d'aquestes «parts petites», traça línies rectes que van a parar a l'eix d'oscil·lació que passa per E i és perpendicular al pla que conté el triangle ABC . ⁴

A la proposició VI de la quarta part de l'*Horologium*, Huygens (1673) ha demostrat la fórmula que permet calcular la longitud l del pèndol simple isòcron a un pèndol compost. En el cas del triangle ABC , la fórmula s'escriuria com segueix (notació actual): $\frac{\sum(d_i)^2}{n \cdot DE} = 1$;

d_i és la distància del centre de gravetat d'un trosset i -èsim al punt de suspensió E , i DE és la distància entre el centre de gravetat del triangle ABC i el punt de suspensió E .

3. «Intelligatur figura ABC divisa in particulas minimas aequales [...]» (Huygens, 1673: xviii, 281)

4. «[...] a quarum omnium centrís gravitatis, ad punctum E , rectae ductae sint» (Huygens, 1673: xviii, 281)

Si el mateix triangle ABC és suspès per un altre punt C de la circumferència centrada en el centre de gravetat del triangle ABC , aplicant la fórmula anterior es té que: $\frac{\sum(h_i)^2}{n \cdot DC} = q$,

on q és la longitud del pèndol simple isòcron al pèndol compost triangle ABC quan aquest és suspès del punt C , h_i és la distància del centre de gravetat d'un trosset i -èsim al nou punt de suspensió C i DC és la distància entre el centre de gravetat D del triangle ABC i el nou punt de suspensió C .

Ara és quan el lloc II-5 d'Apolloni intervé en la versió de Huygens, que diu que per ser E i C punts que es troben sobre una mateixa circumferència centrada en el centre de gravetat del triangle ABC , es té que $\sum(d_i)^2 = \sum(h_i)^2$ i, per tant, com que $DC = DE$, resulta que ha d'ésser $q = l$, cosa que ens diu que el triangle ABC , tant si és suspès del punt E com si és suspès del punt C , oscil·la amb el mateix període.

A la proposició xvi de la quarta part, amplia l'anterior resultat demostrant que quan una figura qualsevol —una línia, una superfície o un sòlid— oscil·la al voltant d'eixos paral·lels igualment distants del centre de gravetat de la figura, hi ha isocronisme.

Bibliografia

BLACKWELL, R. (1986), *Christiaan Huygens' The Pendulum Clock*, Iowa, Iowa University Press.

FERMAT, P. (1679), *Varia opera mathematica*. A: TANNERY, P.; HENRY, C. (ed.) (1891-1912), *Oeuvres de Fermat*, París, P. Gauthier Villars.

HUYGENS, C. (1673), *Horologium oscillatorium*. A: NIJNOFF, M. (ed.) (1950), *Oeuvres Complètes de*

Huygens, vol. 11 i 18, La Haia, Société Hollandaise des Sciences.

SCHOOTEN, F. (1656), *Exercitationum mathematicarum, liber III*, Leiden, Ex Officina Johannis Elsevirii.

ZARAGOZÀ, J. (1674), *Geometria magna in minimis*, Toledo, [s. n.].

LA ARITHMÉTICA COMÚN Y DECIMAL Y ALGEBRA DEL P. HUGO SEMPIL ESCOCÉS DE LA COMPAÑÍA DE IHESÚS

JUAN NAVARRO LOIDI

INSTITUTO DE BACHILLERATO A DISTANCIA DE GUIPÚZCOA
(IBDG-GUBI).

Palabras clave: *logaritmos, decimales, España, siglo xvii, jesuitas*

The common and decimal Arithmetic and Algebra of the Scotch Father Hugh Sempil of the Society of Jesus

Summary: *The Jesuit Hugh Sempil died before finishing his Arithmetica. Written from 1646 on, it probably develops his teaching in the Imperial College of Madrid. The work is interesting for the importance that it grants to the decimal numbers and to the logarithms. Sempil proposes also the use of several instruments mentioned by Neper in the Rabdologiae. For the decimal numbers he follows mainly Stevin, though he simplifies his form of writing. Sempil did not explain the theory of logarithms, neither the algebra, but he uses an algebraic notation, close to that of Clavius or Stiefel, to reduce the writing of powers or roots.*

It is an innovative text for the Spanish arithmetic that can be considered an antecedent of the more updated treatises of J. Zaragoza or J. Caramuel, published a little bit later.

Key words: *logarithms, decimal numbers, Spain, 17th century, Jesuits*

Introducción

Hugo Sempil (o Hew Sempill, Hugh Sempill, Hugh Semple, Hugo Sempill, Hugo Sempilius etc.) nació en Craighbait (Escocia) en 1589.

Fue hijo de una de las ramas principales del clan Semple. En esa época algunas familias de su clan pertenecían a la Iglesia reformada y otras a la católica. Él juró fidelidad a la Iglesia escocesa y comenzó a estudiar en la Universidad de Glasgow. En 1614 el jesuita John Ogilvie le convirtió al catolicismo y decidió abandonar Escocia, donde el catolicismo estaba prohibido, para entrar en la Compañía de Jesús.

Se trasladó a España donde contaba con la protección de su tío, el coronel William Semple of Lochwinnoch, un escocés al servicio del rey de España que actuaba también como defensor de los intereses de los católicos escoceses. Entró en el noviciado de Toledo de los jesuitas en 1615. Continuó sus estudios en la Universidad de Alcalá y, terminada su formación, fue destinado al Colegio Imperial de Madrid.

En 1627 William Semple creó un seminario escocés en Madrid para que en él se prepararan sacerdotes católicos de origen escocés. El fundador nombró a su sobrino Hugo rector del seminario, cargo en el que se mantuvo hasta su muerte.

Además de sus cursos en el Colegio Imperial y de su trabajo dirigiendo el Seminario Escocés, Hugo Sempil intervino también en actividades políticas, defendiendo los intereses de los católicos escoceses. En 1633, al morir su tío y protector William Semple, recayó sobre él buena parte de sus responsabilidades en esos campos.

Murió en el Colegio Imperial de Madrid el 13 de septiembre de 1654.¹

Escritos

Hugo Sempil se dedicó principalmente a las matemáticas puras y aplicadas y, en menor medida, a la lingüística. Publicó dos libros:

Hugonis Sempilii Craighbaitaei Scoti e Societate Iesu De Mathematicis disciplinis libri duodecim [...] Antverpiae: ex officina Plantiniana Balthasaris Moreti, MDCXXXV. Es una obra bien impresa y bastante extensa, más teórica que práctica, en la que se reflexiona sobre los objetivos, utilidad y valor de las ciencias matemáticas, estudiando los fundamentos de la aritmética, la geometría, la óptica, la estática, la música, la cosmografía y la geografía. El autor defiende que las matemáticas son una verdadera ciencia, pese a no ajustarse a la lógica aristotélica. En el tratado se incluyen listas de matemáticos famosos de la antigüedad y del Renacimiento (Navarro Brotons, 1996: 25).

Exercitia mathematica Hugonis Sempilii Graighbaitæi. Societate Iesu. De compositione, & divisione numerorum, linearum, quadratorum, & parallelogrammorum rectangulorum altera parte longiorum. [...] Matriti: ex Typographia Regia, 1642. Es un volumen menos extenso que el anterior y está dedicado a la resolución de cuestiones geométricas como dividir un segmento

1. Se puede consultar un resumen de la vida de Hugh Sempil en *Oxford Dictionary of National Biography* (2004, v. 49, p. 741). Más información sobre su vida y obra se puede obtener en Taylor (1971, capítulo II), sobre sus escritos en Somervogel (1891). Para saber más sobre los jesuitas y las matemáticas en el siglo XVII español se puede consultar Navarro Brotons (1996).

en dos o más partes, o hallar varios segmentos en proporción aritmética, geométrica o armónica. Tiene también problemas sobre áreas de cuadrados o rectángulos formados a partir de unos segmentos conocidos. Pese a la orientación geométrica del libro, a varios problemas se les puede dar una interpretación algebraica. El autor utiliza en ellos los símbolos «+», «-», para suma y resta; «in» para el producto y «=» para el igual. Por ejemplo escribe: « $B \text{ in } D = Dq + \text{Din}X$ » (f. 88v).

Además, se conservan en la Academia de Historia de Madrid varios manuscritos suyos, como esta *Arithmetica* y un *Tratado de la guerra* (Navarro Brotons, 1996: 25, nota 40). En los archivos del Colegio de Escoceses de Salamanca hay un diccionario latín-español con citas de autores clásicos y varios manuscritos más (Taylor, 1971: 28). En otras bibliotecas se pueden encontrar más escritos defendiendo el Seminario y proponiendo medidas para «favorecer la Religión católica en la nación escocesa».

La aritmética común y decimal y algebra del P. Hugo Sempil escocés de la Compañía de Ihesús (Sempil, (s. a.)). Es un manuscrito muy extenso que va acompañado de numerosas hojas de menor tamaño con enmiendas o añadidos, y algunas mucho mayores con tablas. Se trata claramente de una obra inacabada con muchas correcciones y tachaduras. En la portada se indica (tachado): «Comenzola a 1 de enero de 1646», y en el interior se citan noticias de 1648, por lo que se puede suponer que lo fue escribiéndolo durante varios años y no lo llegó a terminar.

El índice del manuscrito, que figura al comienzo del legajo, es el siguiente:

- L. 1 De principios introductorios a la aritmética
- L. 2 De los diversos modos de numerar, usados en varias naciones
- L. 3 De las cuatro reglas de sumar, restar, multiplicar y partir números enteros
- L. 4 De las propiedades de números enteros
- L. 5 De quebrados
- L. 6 De la aritmética decimal
- L. 7 De cómo sacar raíces
- L. 8 De las razones
- L. 9 De proporciones
- L. 10 De las reglas prácticas proporcionales
- L. 11 De escuadrones
- L. 12 De las progresiones

Cada uno de esos libros se divide en capítulos y cada capítulo, en artículos. En este índice se nota también que el libro no está acabado. Por ejemplo, el libro 11 sobre los escuadrones, con cinco capítulos, no se desarrolla posteriormente. Además, a lo largo del texto y en el mismo título se promete un apartado sobre álgebra y otro sobre logaritmos que hubieran sido muy interesantes para conocer la introducción de estas materias en España. Pero en el legajo no se estudian.

La mayoría de los libros están dedicados a la aritmética práctica. A la aritmética «especulativa» o teórica sólo se dedican los libros 1 y 4. En el libro 1 se explica lo que es la aritmética y como se diferencia de la geometría. Se define: *proposición*, *theoremata*, *problema*, *lemma*, *Corollario*, *scholio*, *aporo*, *dado*, *porismo*. También se trata de la demostración matemática y de otras cuestiones similares.

El libro 4 viene a ser un resumen de las materias tratadas en los libros VII, VIII y IX de los *Elementos* de Euclides (s. IV a.C.), pero en una adaptación que puede provenir de autores medievales como Boecio (480-524?) o Jordano (1225-1269). Se definen los números pares o impares, primos o compuestos, y se da la forma de hallar el máximo común divisor de dos números. También se trata de números abundantes, perfectos y escasos. Esta parte dedicada a los números perfectos contiene errores. Sempil da una lista de 21 números perfectos, que termina con el 151.115.727.451.553.768.931.328. De esos números sólo son correctos nueve. La lista contiene todos los números perfectos que se habían descubierto hasta ese momento, incluyendo los dos que encontró Cataldi (1548-1626) en 1602. Incluso consta el 2.305.843.008.139.952.128, que se considera encontrado por Euler (1707-1783) en 1732. Pero desgraciadamente son muchos más los números erróneos.

El fallo se debe a que Sempil aplica una regla para obtener números perfectos que consiste en tomarlos iguales a $2^n \cdot (2^{n+1} - 1)$ para $n = 2, 4, 6, 8, \dots$, dando por supuesto que el segundo factor es primo. Los primeros números que se obtienen de esa forma son perfectos: $4 \cdot (8-1)$, $16 \cdot (32-1)$, $64 \cdot (128-1)$, pero los posteriores, en general, no. Sempil critica a Hulderico Regio (fl. 1535) por decir que el siguiente número perfecto después de 8.128 es 33.550.336, pues él piensa que debe ser $256 \cdot 511 = 130.816$. Pero $511 = 7 \cdot 73$ por lo que el número es abundante y no perfecto. Esa regla debió tomarla de Pacioli (1445-1517) o de Bovelles (fl. 1509), sin criticarla.

Los conocimientos que se muestran en el manuscrito son, en general, elementales, pero se formulan de una forma enciclopédica. Por ejemplo, en el segundo libro no se da sólo la forma decimal habitual de escribir los enteros, sino que se ofrecen once formas distintas de hacerlo, incluyendo la escritura latina, griega, hebrea, por signos, árabe moderna etc. Lo mismo sucede cuando se explica la forma de sumar o de dividir dos cantidades; se muestra media docena de maneras diferentes de hacerlo. En la parte dedicada a los instrumentos que facilitan el cálculo, se indican hasta once instrumentos diferentes:

- Los palillos de Napier (1550-1617) con la tabla de multiplicar por una cifra.
- El «almario», que es una caja llena de palillos de Napier puestos en nueve capas.
- El «logocanon», que es una especie de compás con escalas logarítmicas en las piernas propuesto por Gunter (1581-1626).
- La «pantómetra» o compás de proporción.
- Los «cálculos», es decir, la utilización de piedras para realizar las operaciones.
- La «gira», que es el nombre que da el autor al ábaco chino.
- La «rosología», que es un método de calcular utilizando las cuentas del rosario.

— Las «elasmatas», que son unas láminas con las cifras de 0 a 9.

— La «cycloglogia», que consiste en utilizar un cuadrado con nueve círculos, colocados en tres líneas, cada uno con las cifras del 1 al 9.

— El «gyro» son esos mismos círculos, pero puestos en una sola línea.

— La «schenologia», que es un método de calcular utilizando hilos con nudos. Se parece a los Quipus incas.

De nuevo, Sempil se complace en indicar muchos instrumentos, algunos de una utilidad dudosa, pero otros novedosos en España y muy útiles para las matemáticas prácticas españolas. Introduce varios aparatos propuestos por Neper, y en particular aparece como uno de los pioneros de la enseñanza de los logaritmos en castellano. Propone en varios capítulos su utilización para facilitar los cálculos. Por ejemplo, los propone para simplificar los productos, las divisiones y las raíces. Sempil fue un firme partidario de los métodos de Neper, a quien cita en numerosas ocasiones y a quien presenta como «El baron Juan Nepero escocés en sangre e ingenio».

Otro aspecto innovador de este manuscrito es la importancia que concede Sempil a los números decimales, a los que consagra el libro seis. Afirma que en esta parte sigue a «Simon Estevino, Jacques Hume, Jaques Herigone». En el desarrollo se nota también la influencia de Neper y de otros matemáticos. Los primeros capítulos de ese sexto libro los dedica a explicar cómo se realizan las operaciones aritméticas con decimales, y a partir del capítulo sexto estudia cómo reducir a valores decimales cantidades de dinero, tiempo, longitud y de otras magnitudes en las que los múltiplos o submúltiplos no iban de diez en diez en aquella época.

Propone varias formas diferentes para escribir los decimales. Entre las que prefiere, está la de Stevin (1548-1620), que 12,345 lo escribiría 12-3- 4- 5-, pero Sempil sólo pone media circunferencia por debajo del número que indica el lugar decimal. En otros lugares lo simplifica más y pone sólo la cantidad que indica el orden decimal de la última cifra: 12345^{'''}. También utiliza las comillas. Por ejemplo, para indicar 12,345 se escribe 12 3'4"5^{'''}, o reduciéndolo 12345^{'''}. Pero en su opinión: «El mejor método es poner un colon, esto es dos puntos entre los enteros y los decimales». Es decir, propone escribir 12:345 para 12,345. Es posible que esta idea sea original de Sempil.²

En el libro siguiente, «L. 7 De cómo sacar raíces», se centra en la forma de calcular raíces utilizando algoritmos semejantes a los actuales, o simplificando las operaciones con logaritmos o con alguno de los instrumentos propuestos. Fundamenta el algoritmo de extracción de raíces que propone en el desarrollo en potencias del binomio. Para ello expone en el capítulo primero los desarrollos de las potencias de exponentes de 2 a 9.

2. Florian Cajori (1993: 325) menciona varios autores que usaron los dos puntos como separador para la parte decimal, pero todos son posteriores a Sempil.

Para abreviar la escritura en este libro, expresa operaciones y potencias con una notación algebraica que incluye los signos + ó – para suma y resta, \mathfrak{z} para el cuadrado, ce para el cubo, $\mathfrak{z}\mathfrak{z}$ para la potencia cuarta, β para la quinta $\mathfrak{z}ce$ para la sexta, $b\beta$ para la séptima, etc. Para indicar la raíz cuadrada utiliza $\sqrt{\mathfrak{z}}$ y para la raíz cúbica \sqrt{ce} . Para denotar potencias mayores utiliza un criterio multiplicativo como Clavio (1538-1612), Recorde (1510-1558) o Stifel (1487-1567). En general, el simbolismo que usa es más propio de los autores alemanes o ingleses que de los españoles, que solían inclinarse más por la notación italiana, aunque Sempil no es la única excepción de esa tendencia.

Los libros octavo y noveno sobre razones y proporciones son menos originales y de nuevo aparecen muchas citas a Boecio, Hensch (1549-1618), Jordano y, sobre todo, al jesuita Clavio. Al final del libro noveno se introduce la combinatoria, viendo las partes de un conjunto. También se estudian brevemente las permutaciones y variaciones de un conjunto finito.

En el «L. 10 De las reglas prácticas proporcionales» se trata de la regla de tres y de sus aplicaciones. Se comienza con la regla de tres simple y compuesta, directa e inversa y su utilización en el reparto de beneficios, o en los problemas de mezclas. También se aplica a la resolución de problemas lineales en la regla de la falsa posición. En este libro se dedica mucho espacio a problemas de aritmética mercantil, explicando los préstamos e intereses en el capítulo octavo y los cambios de moneda en el noveno. Se dan largas listas con las monedas que se utilizaban en muchas ciudades de Europa y sus cambios.

El último libro se dedica a las progresiones aritméticas y geométricas. Habitualmente, los logaritmos se introducían en el siglo XVII por medio de una relación entre progresiones aritméticas y geométricas, y después se comenzaba con el álgebra. Es posible, por lo tanto, que Sempil se hubiera planteado escribir sobre esos temas, pero muriera antes de comenzar a estudiarlos.

Valoración de este texto

El texto de aritmética más popular en España durante esas décadas fue la *Arismetica practica y especulativa* (1562) de Pérez de Moya (1513?-1597?), que tuvo varias decenas de reimpressiones y se continuaba imprimiendo en 1798. Las materias tratadas en ese libro no son muy distintas a las que trata Sempil, pero Pérez de Moya dedica un apartado a explicar el álgebra, lo que Sempil no hace, por lo que podría parecer que su aritmética tiene mayor nivel que la de Sempil. Sin embargo, no es así. Aunque el escocés no desarrolle el álgebra, su texto supone un claro avance en la forma de presentar la aritmética elemental. En particular, la introducción de los logaritmos y de los decimales era un adelanto muy importante que acercaba a las matemáticas prácticas españolas los nuevos descubrimientos europeos. Sempil era consciente de que lo más atractivo de su tratado era la introducción de los logaritmos y los decimales, pues en el prólogo escribe:

Determiné explicar en romance esta nobilísima ciencia, para beneficio de la nación Española con todos los atavíos joyas y galas, que han inventado las naciones extranjeras, como son la Arithmetica Decimal, que nos ahorra mucho tiempo que gastamos en quebrados, los logaritmos por donde obramos sumando y restando lo que los antiguos hicieron multiplicando.

En las décadas posteriores a este manuscrito los logaritmos y los decimales fueron aceptados por los mejores matemáticos españoles. José Zaragoza (1627-1679) introdujo los logaritmos y los decimales en su *Arithmetica universal* (1669), aunque los logaritmos los trata superficialmente porque para él, y para la mayoría de los autores posteriores, los logaritmos se deben de estudiar, sobre todo, al comienzo de la trigonometría. Efectivamente, en su *Trigonometria española* (1672) se les consagra mucho espacio. A los decimales les dedica el «Capítulo IX. De las partes décimas» (p. 36-39) de la *Arithmetica universal*, utilizando la notación $3452^{(3)}$ para indicar 3,452.

También Juan Caramuel (1606-1682), en la parte dedicada a las matemáticas del volumen primero de su *Architectura civil recta y obliqua* (Caramuel, 1678), aconseja la utilización de los números decimales y de los logaritmos, a los que considera un invento formidable diciendo, por ejemplo:

Ingenioso Lector, da inmortales gracias a Dios nuestro Señor, de que para facilitar tus estudios, permitio que antes que tu nacieses huviesen Logaritmos, con los quales resuelves en dos lineas, lo que apenas pudieran los antiguos en muchas. (v. I, p. 66)

Caramuel apreció también la *Rhabdologia* de Neper, proponiendo sus varillas para facilitar el cálculo en la parte dedicada a la aritmética de ese tratado. Utiliza como separador para los decimales el «=».

Tanto estos autores como otros muchos posteriores que utilizaron los logaritmos o los decimales no citaron a Hugo Sempil. De mencionarse algún autor anterior, solían ser Neper, Briggs o Stevin. Eso es una muestra de la escasa influencia de Sempil en los matemáticos españoles posteriores y de la debilidad de las matemáticas en la Península que no favorecía la creación de escuelas.

Bibliografía

CAJORI, F. (1993), *A history of mathematical notations*, New Cork, Dover Publications Inc.

CARAMUEL, J. (1678), *Architectura civil recta y obliqua. Considerada y dibuxada en el Templo de Iervsalem*, Vegeven, Emprinta Obispal.

NAVARRO BROTONS, V. (1996), «Los jesuitas y la renovación científica en la España del siglo XVII», *Studia Historica*, **14**, 15-44.

PEREZ DE MOYA, J. (1598), *Arismetica practica y especulativa*, Madrid, Luis Sánchez. [1ª ed., 1562]

SEMPIL, H. [s. a.], *La aritmética común y decimal y algebra del P. Hugo Sempil escocés de la Compa-*

ñía de Ihesús. [Manuscrito en la Academia de Historia (Madrid). Colección Cortes (Jesuitas), n. 677]

SOMMERVOGEL, C. (1891), *Bibliothèque de la Compagnie de Jesús*, Bruselas, Oscar Schepens, 12 vols.

TAYLOR, M. (1971), *The Scots College in Spain*, Valladolid, [s. n.].

ZARAGOZA, J. (1669), *Arithmetica universal que comprehende el arte menor y mayor, algebra vulgar y especiosa*, Valencia, Geronimo Vilagrassa.

L'ÀLGEBRA AL SEGLE XVI A ESPANYA. L'ARITHMETICA (1564) DEL GIRONÍ ANTIC ROCA

MARIA ROSA MASSA ESTEVE

CENTRE DE RECERCA PER A LA HISTÒRIA DE LA TÈCNICA.
DEPARTAMENT DE MATEMÀTICA APLICADA I, UNIVERSITAT
POLITÈCNICA DE CATALUNYA.

Paraules clau: *àlgebra, segle XVI, Antic Roca, aritmètica*

Spanish algebra in the sixteenth-century. The *Arithmetica* (1564) by Antic Roca

Summary: *In Spain, in the sixteenth-century, algebra was usually found as a chapter of Arithmetic. In this paper we will present some treats of Antic Roca's Arithmetica (1564) that we are analyzing.*

Key words: *algebra, sixteenth-century, Antic Roca, arithmetic*

Introducció

Dos dels avenços més importants de les matemàtiques durant el segle XVII van ser la creació de la geometria analítica i el desenvolupament del càlcul infinitesimal. Ambdós es van assolir gràcies a les connexions entre les expressions algebraïques i les corbes, en utilitzar procediments algebraics per a resoldre problemes geomètrics. L'algebrització de les matemàtiques deguda, en gran part, a la difusió de les obres de François Viète (1540-1603), René Descartes (1596-1650) i Pierre de Fermat (1601-1665) va ser fonamental per al desenvolupament d'aquestes noves disciplines (Massa, 2001: 705-710).

Tanmateix, abans del segle XVII, es poden distingir dos grans blocs en el desenvolupament de l'àlgebra: el primer, amb l'àlgebra retòrica i

sincopada que resolía essencialment problemes d'aritmètica mercantil, i un segon bloc, en el Renaixement, quan ja es van intentar les primeres classificacions d'equacions, segons el grau.

Aquesta contribució se situa entre els dos blocs i tracta de les primeres aritmètiques publicades a Espanya amb una part o un capítol anomenat «Art major» o àlgebra en relació amb l'«Art menor», nom que rebia a vegades l'aritmètica. Hi ha diversos estudis sobre la matemàtica espanyola al segle XVI i, en concret, sobre l'aritmètica mercantil. Citem, com més afins al nostre estudi, Rey Pastor (1934), López Piñero (1979), Malet i Paradís (1984), Sala-vert (1990 i 1994), Navarro (1999) i Docampo (2004). Però encara manquen estudis més aprofundits sobre els continguts de les aritmètiques que contenen l'art major per completar l'anàlisi de la introducció de les idees i procediments algebraics a la matemàtica espanyola.

El propòsit d'aquest article és presentar alguns trets de l'Art major, de l'*Arithmetica* de 1564 d'Antic Roca a fi de poder situar-la dins de les aportacions matemàtiques espanyoles del segle XVI.¹

Algunes dades sobre el desenvolupament de l'àlgebra fins el 1564

Cal destacar el paper fonamental que els àrabs han tingut en el desenvolupament de l'àlgebra. Al-khwarizmi (850 dC), matemàtic, astrònom i membre de la Casa de Sabiduria de Bagdad és considerat el creador de les regles de l'àlgebra. Va escriure *Kitab al-jabar wa'l-muqabala* (813-830) (*Llibre breu sobre el càlcul amb àlgebra*), traduït al llatí per Roberto de Chester amb el títol *Liber algebrae et almucabala* (Segòvia, 1145), d'on es diu que prové el nom actual d'àlgebra.² De fet, els conceptes i els continguts bàsics de l'àlgebra van passar a l'Europa cristiana a través de les traduccions llatines dels tractats àrabs.³ Qui va difondre en el món occidental tots aquests coneixements va ser Leonardo de Pisa, fill de Bonacci (c. 1180-1250), que ha esdevingut conegut amb el nom de Fibonacci. A la seva obra *Liber abaci* (1202) es troben molts dels problemes tractats a les àlgebres àrabs, així com els mètodes de càlcul propis de la numeració hindú (Sigler, 2002: 554-615).

Als segles XIV i XV floriren les matemàtiques comercials amb la difusió de les *Aritmètiques mercantils*, obres que encara s'estan descobrint i analitzant.⁴ En aquests llibres les regles àrabs

1. Amb Maryvonne Spiesser estem preparant un article que segurament aclarirà la importància d'aquesta aritmètica.

2. Existeix, a més, una altra traducció llatina de Gerard de Cremona (1150) i una traducció italiana de Guglielmo de Lunis (1215). L'obra d'Al-khwarizmi classificava les equacions fins a segon grau en sis tipus diferents i explicava el mètode per a resoldre-les. Vegeu la classificació i les regles a Al-khwarizmi (1986: 8-9).

3. Aquestes àlgebres (àrabs) constaven d'una part teòrica en què apareix, per exemple, la multiplicació de polinomis, i d'una part pràctica en què es resolen problemes relacionats amb el comerç i altres aspectes de la vida quotidiana, utilitzant la classificació de resolució de les equacions.

4. Al *Centro Studi della Matematica Medioevale* de la Universitat de Siena s'està portant a terme l'edició dels tractats mercantils d'aquest període amb l'ànim de fer possible una història més completa de l'àlgebra. Vegeu Franci & Toti Riggatelli (1985).

de resolució algebraica apareixen moltes vegades com un apèndix o bé com un capítol anomenat «Art major». El saber de moltes d'aquestes aritmètiques mercantils i de les àlgebres àrabs el va recollir Luca Pacioli (1447-1517) en una obra titulada *Summa de Arithmetica, Geometria, Proportioni & Proportionalità* (1494) que fou, possiblement, l'enciclopèdia matemàtica més influent del Renaixement.⁵ En termes de simbolisme, les característiques de les primeres àlgebres, a Itàlia, van ser l'ús de les lletres «p» i «m» per a representar la suma i la resta i la lletra «R» per a representar les arrels. Per a representar quantitats desconegudes, la majoria abreviaven «cosa» amb «co.», el quadrat o «census» amb «ce.», el cub amb «cu.», etc.

La influència de les àlgebres alemanyes, especialment textos com *Coss* (1525), de Christoff Rudolff (1499-1545); *Arithmetica Integra* (1543), de Michael Stifel (1487-1567), i també l'*Algebrae compendiosa facilisque descriptio* (1551), de Johann Scheubel (1494-1570), va ser també significant. A Alemanya, els autors empraven els signes «+» i «-» per a la suma i la resta, i el símbol «V» per a l'arrel quadrada. Per a representar les incògnites empraven usualment un símbol diferent per a cada potència.

A França, Nicolàs Chuquet (c. 1445-1488) va escriure el 1484 la *Triparty en la science des nombres* (publicada el 1840) que Etienne de la Roche (c. 1470-1530) va copiar i publicar, en part, a l'*Arismethique nouvellement composée* (Lió, 1520) (Spiesser, 2005: 129). Jacques Peletier (1517-1582), amb *L'Algèbre* (Lió, 1554), va ser un dels matemàtics que van contribuir al desenvolupament de l'àlgebra al segle XVI abans de Viète (Egmond, 1988: 141; Cifolletti, 1996: 121-142).⁶

A Espanya, al segle XVI, els primers textos impresos d'àlgebra apareixen com a capítols dins de textos d'aritmètica. Així, podem citar l'obra de Marco Aurel amb el títol complet de *Libro Primero de Arithmetica Algebraica, en el qual se contiene el arte Mercantil, con otras muchas Reglas del arte menor, y la Regla del Algebra, vulgarmente llamada Arte mayor, o Regla de la Cosa: sin la qual no se podra entender el decimo de Euclides, ni otros muchos primores, asi en Arithmetica como e Geometria: compuesto, ordenado, y hecho Imprimir por Marco Aurel, natural Aleman: Intitulado Despertador de ingenios. Va dirigido al muy magnífico Señor mossen Bernardo Cimon, Ciudadano de la muy insigne y coronada Ciudad de Valencia* (Aurel, 1552: portada). És un dels primers tractats impresos a la península Ibèrica, possiblement el primer, que conté àlgebra. Com es desprèn del títol, el contingut abraça des de l'aritmètica pròpiament mercantil fins a la regla de la cosa o de l'àlgebra, anomenada *Art major* (Rey

5. Més tard, Girolamo Cardano (1501-1576) a la seva obra *Artis Magnae sive de Regulis Algebraicis* (1545) ja va estudiar les equacions algebraiques de manera sistemàtica i com una branca diferenciada de les matemàtiques.

6. Peletier va escriure la seva àlgebra en francès, seguint l'*Arithmetica Integra* de Stifel i en la qual es poden apreciar influències italianes en el simbolisme. Per exemple, emprava les lletres «p» i «m» per a representar la suma i la resta (Peletier, 1554: 16). També podem citar Jean Borrel (Johannes Buteo, 1492-1572), que va escriure *Logistica quae et Arithmetica vulgo dicitur* (Lió, 1559) i emprava obres italianes com a fonts principals, i Pierre de La Ramée (Petrus Ramus, 1515-1572), que va escriure *Algebra* (París, 1560), emprant l'*Algebra* de Scheubel com a font.

Pastor, 1934: 100-103; Salavert, 1990: 77; Docampo, 2004: 549-556). L'obra consta de 24 capítols i no és sinó a partir del tretzè que defineix les notacions algebraïques i presenta la classificació d'equacions (Aurel, 1552: f. 68v-140r). Està basada en les aritmètiques de Rudolf i Stifel, utilitza les notacions alemanyes tant per a representar les potències com per a representar els símbols de les operacions (+, - i V). Aurel, com era habitual a l'època, degut a la forta influència italiana a les aritmètiques de la Corona d'Aragó (Salavert, 1990), s'havia llegit també la *Summa* de Pacioli. Va exercir una gran influència sobre l'*Arithmetica* d'Antic Roca.

Més tard, a Salamanca es va publicar l'*Aritmètica pràctica i especulativa* (*Arithmetica practica y speculativa*, 1562) de Juan Pérez de Moya, la més coneguda i difosa (Rey Pastor, 1934: 104-108; Malet-Paradís, 1984: 128-132). L'obra està dividida en nou llibres i en el setè tracta de la regla de la cosa o art major. Està basada en l'*Arithmetica* d'Aurel quant a continguts, però va rebre influències italianes com es pot comprovar en la notació (*p.*, *m.* i *r.*) (Pérez de Moya, 1562: 390). Va influir notablement en l'*Arithmetica* d'Antic Roca.

L'*Arithmetica* d'Antic Roca

El gironí Antic Roca (c. 1530-1580) es va graduar el 1555 en arts i filosofia a la Universitat de Barcelona, de la qual el 1557 era ja mestre col·legiat i el 1559 va ser elegit catedràtic d'Arts. Després va estudiar matemàtiques i medicina. Va ser corrector de l'edició de 1560 del diccionari d'Elio Antonio de Nebrija (1444-1522) i va escriure diverses obres amb comentaris a l'obra d'Aristòtil. Però la seva obra més coneguda és l'*Arithmetica* de 1564.⁷ Aquest autor és, doncs, un humanista: comenta Aristòtil, corregeix l'edició del diccionari de Nebrija i, al mateix temps, és metge i escriu una aritmètica plena de referències erudites.

Aquesta obra porta per títol: *Arithmetica, recopilación de todas las otras que se han publicado hasta agora por Antich Rocha* (Barcelona, 1564). Ja en el títol, Roca revela, en part, el seu propòsit: fer una recopilació de les altres aritmètiques publicades fins llavors. Al començament i abans del pròleg, Roca presenta un catàleg dels autors que ha emprat per a fer aquesta obra. Hi podem trobar citats autors clàssics com ara: Plató, Aristòtil, Euclides, Arquimedes i Ptolemeu, però també autors d'aritmètiques i àlgebres espanyols, francesos, italians o alemanys. Així, entre ells (poso entre parèntesis com apareixen citats a Roca), Chuquet (Nicolas Chuquet), Pacioli (Lucas de Burgo), Stiffel (Michael Stelfio), De la Rocha (Estevan de la Rocha), Scheubel (Ioan Scheubelio), Peletier (Jacobo Paletario), Borrel (Ioan Buteo), Ramus (Pedro Ramo), Pérez de Moya (Ioan Perez de Moya). Més endavant i abans del pròleg, hi trobem un altre catàleg d'autors, que Roca assenyala que han estat emprats per a escriure la segona part. D'aquesta segona llista, destaquem Guillermo de Lunis, Fibonacci (Leonardo Pisano) i Marco Aurel Aleman.

7. A més, Roca afegeix al final de l'*Arithmetica* la primera impressió, apareguda a Espanya, d'un manual de comptabilitat per partida doble, la traducció de la *Pratique pour brièvement apprendre à chiffrer et tenir livres de comptes* de l'autor alemany Valentin Menher.

Malgrat que sembla haver llegit tantes aritmètiques, Roca empra una notació pròpia. Per a representar la suma i la resta no utilitza ni la notació italiana ni l'alemanya d'Aurel; escriu «ma» per a representar més («más») i «me» per a representar menys («menos»). Per a les potències empra la mateixa notació que Pérez de Moya, és a dir, d'influència italiana.

L'*Arithmetica* està escrita en llengua vernacular i l'estil matemàtic és directe i simple, propi del gènere mercantil. No hi ha demostracions, ni construccions geomètriques, presenta només càlculs, regles, moltes definicions i resolucions de problemes mercantils. L'edició de 1564 (n'hi ha una de posterior de 1565) té 269 folis, es divideix en dues parts, cadascuna de les quals consta de quatre llibres, i una única numeració. La primera part del llibre és bàsicament una aritmètica pràctica, el contingut és estàndard, és a dir, els nombres, sumar, restar, multiplicar, dividir, trencats, progressions, arrels quadrades i cúbiques d'enters i de trencats i les proves corresponents;⁸ la segona part està dedicada als mètodes de resolució de problemes característics de les aritmètiques mercantils, i és aquí on es troba la «regla de la cosa» de la qual parlarem més endavant.⁹

Comença l'*Arithmetica* amb un pròleg titulat: «Pròleg que demostra com s'ha d'ensenyar l'Aritmètica» («Prologo que demuestra como se ha de enseñar la Arithmetica») (Roca, 1564). Aquí Roca assenyala dues idees: una, per ensenyar bé una ciència cal no tractar en ella coses d'altres ciències i, l'altra, el que es tracti s'ha de presentar en l'ordre convenient. Sobre aquests dos preceptes incideix aclarint que hi ha altres aritmètiques que, o bé la barregen amb altres ciències, o bé no guarden l'ordre natural. Posa exemples i diu que prendrà com a model el mètode d'ensenyar de Plató i Aristòtil. Roca intenta fer una compilació presentant els resultats de forma didàctica, és a dir, el que pretén és ensenyar i, a més, ser un bon mestre.

L'art major a l'*Arithmetica* d'Antic Roca

El llibre quart de la segona part «en el qual es tracta l'art major» consta de dinou capítols. Els cinc primers tracten de les operacions amb les arrels quadrades dels nombres irracionals (f. 223v-235r); del capítol sisè al vuitè tracta de les operacions amb les arrels cúbiques (f. 236v-239r); del novè a l'onzè tracta dels binomis i dels residus (f. 239v-250v); del dotzè al dinovè tracta de la regla de la cosa amb la qual dedueix la classificació de les equacions i les seves solucions (f. 251r-268v).

8. Tot i això, el primer llibre de la primera part tracta de l'*Arithmetica especulativa* (f. 1r-5r); el segon, ja sota el títol d'*Arithmetica practica*, conté els nombres i les operacions de sumar i restar (f. 5v-24v); el tercer tracta de les operacions de multiplicar i dividir (f. 25r-56v), i, finalment, el llibre quart versa sobre els trencats i les seves operacions, les progressions i les arrels quadrades i cúbiques (f. 57r-95v).

9. El primer llibre de la segona part conté la regla de tres, les proporcions, tipus de proporcions, operacions amb proporcions, espècies de regla de tres i molts problemes (f. 96r-137v); el segon conté problemes sobre regles de companyies, de mesclades, de testaments i d'intercanvis (f. 138r-171v); el tercer conté problemes de canvis, de monedes, d'una i dues falses posicions i de les regles dels signes (f. 172r-222v), i, finalment, el llibre quart conté l'art major (f. 223r-268v).

Roca especifica que l'art major es basa en el coneixement de quatre operacions: la dels nombres quadrats, la dels nombres cúbics, la dels binomis i la regla de la cosa (Roca, 1564: 223r). Per tant, la regla de la cosa és una operació de l'art major que és una part de l'aritmètica. De fet, aquesta idea pot provenir de Chuquet (Spiesser, 2005: 152), ja que les altres probables fonts com Pacioli, Aurel i Pérez de Moya consideren l'art major, la regla de la cosa i l'àlgebra una mateixa cosa. (Pacioli, 1494: f. 111v; Aurel, 1552: portada; Pérez de Moya, 1562: 387). Roca remarca que altres autors no han dubtat a anomenar *regla de la cosa* tot l'art major, ja que és la regla per excel·lència: «ella és la clau i la porta de tots els secrets i contemplacions que es poden trobar a l'Aritmètica»¹⁰ (Roca, 1564: f. 252r). Aquestes paraules ens recorden les de Chuquet: «Aquesta regla és la clau, l'entrada i la porta dels abismes que es troben a la ciència dels nombres»¹¹ (Chuquet, 1484: f. 83v).

Pel que fa als caràcters que representen les incògnites, Roca emprà la mateixa notació que Pérez de Moya d'influència italiana. Així, el nombre és representat per *N.*; la incògnita, anomenada *Cosa* o *Radix*, és representada per *Co.*; el quadrat, anomenat *Censo.*, per *Ce.*; el cub, anomenat *Cubo.*, per *Cu.*, etc. Tanmateix, Roca els descriu com caràcters que serveixen per a les proporcions contínues seguint el llibre nou d'Euclides. Aquesta referència a Euclides només l'he trobada en un comentari de Chuquet (Chuquet, 1484: f. 141v). Segons Roca, el fi de la regla de la cosa és trobar els nombres proporcionals massa dubtosos, i aquí de nou trobem similituds amb Chuquet i Pérez de Moya (Roca, 1564: f. 252r; Chuquet, 1484: f. 87r; Pérez de Moya, 1562: 387).

Quan ha de tractar les equacions (ell les anomena *igualacions*), Roca remarca que cada autor dóna un nombre diferent de tipus i que ell farà com Aurel, en prendrà 8⁴ de simples (amb dos termes) i 4 de compostes (amb tres termes). L'ordenació dels caràcters en proporció contínua li permet tractar les equacions amb graus qualssevol consecutius i reduir els tipus a dos: un per a les simples i un altre per a les compostes. Roca expressa les equacions en llenguatge retòric i no té en compte el zero com a solució de l'equació. En canvi, considera la possibilitat de dues solucions dins de l'equació de segon grau, encara que a vegades els resultats no són del tot correctes.

Tot i que l'obra ha rebut les influències de les aritmètiques de Chuquet, Aurel i Pérez de Moya, entre d'altres, Roca en fa una compilació amb criteri propi. No ho pren tot, sinó únicament el que considera essencial per a aprendre l'aritmètica. Així, al final, explica que en les equacions no és pas necessari prendre 8 tipus o 10 tipus, i mostra que es poden reduir a dos tipus. Per a dur a terme aquesta reducció, Roca emprà els caràcters ordenats en proporció contínua i d'aquesta manera contribueix al tractament de les equacions amb una classificació més general.

10. [«ella es la llave y la puerta de todos los secretos y contemplaciones que se puedan hallar en Arithmetica»]

11. [«Cette régle est la clef, l'entrée et la porte des abismes qui sont en la science des nombres»]

Bibliografia

- AUREL, M. (1552), *Libro primero de Arithmetica Algebratica, en el qual se contiene el arte Mercantivol, con otras muchas Reglas del arte menor, y la Regla del Algebra, vulgarmente llamada Arte Mayor, o Regla de la cosa: sin la qual no se podrá entender el décimo de Euclides, ni otros muchos primores, asi en Arithmetica como en Geometria: compuesto, ordenado, y hecho Imprimir por Marco Aurel, natural Aleman: Intitulado Despertador de ingenios. Va dirigido al muy magnifico señor mossen Bernardo Címon, Ciudadano de la muy insigne y coronada Ciudad de Valencia*, València, En casa de Joan de Mey.
- AL-KHWARIZMI (1986), *The algebra of Moham-med ben Musa*, edició i traducció de F. Rosen, Hildesheim, Zurich, Nova York, Georg Olms Verlag. [1a ed., 1831, Londres]
- CHUQUET, N. (1484), «Le triparty en la science des nombres par Maître Nicolas Chuquet parisien, d'après le manuscrit fonds français, n° 1346 de la Bibliothèque Nationale de Paris». A: MARRE, A. (ed.) (1880), *Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze Matematiche e fisiche* [Roma, Tipografia delle Scienze; 13], 736-814.
- CIFOLETTI, G. C. (1996), «The creation of the history of algebra in the sixteenth century». A: GOLDSTEIN, C.; GRAY, J.; RITTER, J. (ed.), *L'Europe mathématique: Histoires, mythes, identités*, Paris, Éditions de la Maison des Sciences de l'Homme, 121-142.
- DOCAMPO, J. (2004), «La formación matemática del mercader catalán 1380-1521. Análisis de fuentes manuscritas». Tesis doctoral, Universidade de Santiago de Compostela.
- EGMOND, W. van (1988), «How Algebra came to France». A: HAY, C. (ed.), *Mathematics from manuscript to Print 1300-1600*, Oxford, Clarendon Press, 127-144.
- FRANCI, R.; TOTI RIGATELLI, L. (1985), «Towards a history of algebra from Leonardo of Pisa to Luca Pacioli», *Janus*, **72**, 17-82.
- LÓPEZ PIÑERO, J. M. (1979), *Ciencia y técnica en la sociedad española de los siglos XVI y XVII*, Barcelona, Labor.
- MALET, A.; PARADÍS, J. (1984), *Els orígens i l'ensenyament de l'àlgebra simbòlica*, Barcelona, Universitat de Barcelona.
- MASSA ESTEVE, M. R. (2001), «Las relaciones entre el álgebra y la geometría en el siglo XVII», *Llull*, **24**, 705-725.
- NAVARRO, V. et al. (1999), *Bibliographia physico-mathematica hispanica (1475-1900)*, vol. I: *Libros y folletos, 1475-1600*, València, Universidad de Valencia, CSIC.
- PACIOLI, L. (1494), *Summa de arithmetica, geometria, proportioni & proportionalità*, Venècia, Pagani-no de Pagani.
- PELETIER, J. (1554), *L'algebre*, Lió, Jan de Tournes.
- PÉREZ DE MOYA, J. (1562), *Arithmética práctica y speculativa del bachiller Juan Pérez de Moya, agora nuevamente corregida y añadidas por el mismo autor muchas cosas con otros dos libros y una tabla muy copiosa de las cosas más notables de todo lo que en este libro contiene*, Salamanca, [s. n.].
- REY PASTOR, J. (1934), *Los matemáticos españoles del siglo XVI*, Madrid, Biblioteca Scientia.
- ROCA, A. (1564), *Arithmetica recopilación de todas las otras que se han publicado hasta agora*, Barcelona, Claudio Bornat.
- SALAVERT FABIANI, V. (1990), «Introducción a la historia de la aritmética práctica en la Corona de Aragón en el siglo XVI», *Dynamis: Acta Hispanica ad Medicinæ Scientiarumque Historiam Illustrandam*, **10**, 63-91.
- (1994), «Aritmética y sociedad en la España del siglo XVI». A: GARMA, S.; FLAMENT, D.; NAVARRO, V. (ed.), *Contra los titanes de la rutina: Encuentro, en Madrid, de investigadores hispano-franceses sobre la historia y la filosofía de la matemática*, Madrid, CSIC, 51-69.
- SIGLER, L. E. (trad.) (2002), *Fibonacci's Liber Abaci, a translation into modern English of Leonardo Pisano's book of calculation*, Nova York, Sources and Studies in the History of Mathematics and Physical Sciences, Springer.
- SPIESSER, M. (2005), «L'oeuvre de Nicolas Chuquet dans le contexte des savoirs mathématiques de la fin du XV^e siècle». A: *Histoire littéraire de la France*, tom 43, fasc. 1, 129-172.

ORÍGENS DE LA TERMODINÀMICA RELATIVISTA: PLANCK I EINSTEIN, 1907

MARTA JORDI TALTAVULL; LUIS NAVARRO VEGUILLAS

DEPARTAMENT DE FÍSICA FONAMENTAL, UNIVERSITAT DE BARCELONA.

Paraules clau: *termodinàmica, relativitat, temperatura, entropia, Planck, Einstein*

Origin of Relativistic Thermodynamics: Planck and Einstein, 1907

Summary: *It's a long time, almost 100 years, that Planck and Einstein began to ask themselves about the behaviour of entropy, absolute temperature and other thermodynamic magnitudes under a Lorentz's transformation. In this research we try to analyze and compare the first contributions, by Planck and Einstein in 1907, related to the relativistic behaviour of entropy and temperature.*

Key words: *thermodynamics, relativity, temperature, entropy, Planck, Einstein*

Introducció

La publicació, el 1905, per Einstein, de la teoria de la relativitat, juntament amb l'aparició de les primeres idees quàntiques de Planck i Einstein a principis de segle xx, van suposar un gran impacte per a la física, tant des del punt de vista filosòfic, com per la necessitat d'adaptar o canviar les velles teories al nou marc teòric. En aquest sentit, la teoria de la relativitat, considerada per Einstein una «teoria de principi», es va aplicar a la termodinàmica, i va donar lloc a la termodinàmica relativista (TR), que pretenia descriure les relacions de les diferents magnituds termodinàmiques, principalment l'entropia i la temperatura, entre diferents sistemes de referència inercials.

Les primeres contribucions a la TR són de Planck i d'Einstein, al 1907 (Planck, 1907; Einstein, 1907), en què els dos van arribar a la mateixa conclusió: la temperatura d'un cos, mesurada en un sistema de referència en què el cos estava en repòs, era superior a la del cos en moviment. Dit d'una altra manera: «el moviment refredava els cossos».

Després d'aquestes dues publicacions, la TR va passar a ser considerada com una extensió més de la mecànica relativista. Ara bé, al llarg del segle, aquestes no van ser les úniques contribucions a aquesta matèria, ni totes van coincidir amb els primers resultats obtinguts per Planck i Einstein al 1907. Al contrari, el mateix Einstein, al 1952 (Liu, 1994: 987-988), va fer possiblement la primera aportació a la TR en un sentit contrari als primers resultats, afirmant que, potser, «el moviment escalfava els cossos». Una tercera via de debat s'obrí quan alguns altres van justificar la invariància relativista de la temperatura (Landsberg, 1966).

Cap de les tres vies s'ha tancat, o sigui que el debat segueix obert. En aquest context, i davant la pràcticament nul·la investigació historiogràfica sobre el tema, l'objectiu de la present comunicació és examinar i comparar les primeres contribucions sobre la TR en els dos articles de Planck i Einstein del mateix any, 1907, en què es desenvolupà per primer cop aquesta disciplina, i així assentar les bases de posteriors estudis historiogràfics en aquesta direcció.

Planck, 1907

La formulació de Planck de la TR la trobem en una extensa part de l'article de 1907, que persegueix l'objectiu global de (Planck, 1958: 181):

[...] desenvolupar les conclusions, a les quals una combinació del principi de relativitat i de mínima acció per un cos ponderable qualsevol condueixi. Amb tot això, es donaran a conèixer més perspectives, així com també alguna conseqüència, la qual pugui suposar un examen experimental accessible directament.

És així com la TR és només una de les conseqüències que de l'aplicació conjunta d'aquests dos principis es poden derivar, i que Planck es proposa explorar. A tal efecte, Planck farà servir la física de la radiació del cos negre, que fins llavors havia constituït l'objecte principal de la seva implicació científica, en la majoria d'arguments de l'article, per a generalitzar-ne després les conclusions a la resta de cossos. En aquest sentit, Planck s'avança a dir (Planck, 1958: 181-182):

La radiació del cos negre en el buit és, sota tots els sistemes físics, singular, les propietats termodinàmiques, electrodinàmiques i mecàniques del qual, [...], s'afirmen amb absoluta exactitud. El seu tractament s'aplica, amb això, als altres sistemes.

D'aquesta manera, el primer que es proposa Planck és determinar les funcions termodinàmiques característiques de la radiació del cos negre (entropia, energia interna, pressió i

quantitat de moviment en funció de la velocitat, volum i temperatura), a partir del primer i segon principi de termodinàmica i de les expressions que, prèviament, un estudiant seu, Kurt von Mosengeil, havia deduït. Cada estat del sistema termodinàmic en moviment vindrà caracteritzat per les tres components de la velocitat, el volum i una altra variable independent.

Llavors, d'una combinació del primer i segon principi de termodinàmica, Planck escriu:

$$dS = \frac{Q}{T} = \frac{dE - A}{T},$$

en què Q és la calor transferida al sistema termodinàmic, dE és la variació d'energia de la radiació i A és el treball mecànic exercit, des de fora, sobre la radiació, en què intervenen dos tipus treball, el de compressió i també el de translació, en adaptació del primer principi de la termodinàmica als sistemes en moviment:

$$A = qdG - pdV$$

(q és la velocitat del sistema termodinàmic —la radiació, en aquest cas—, p la pressió, dG l'increment en la quantitat de moviment, i dV , del volum).

A partir d'aquí, només substituïnt tots els elements de la relació anterior de l'entropia per les expressions termodinàmiques adequades que derivà Mosengeil, Planck obté:

$$S = \frac{4ac^4}{3} = \frac{T^3V}{(c^2 - q^2)^2}.$$

En aquesta última expressió per l'entropia, que Planck farà servir posteriorment, a és la constant de la llei de Stefan-Boltzmann ($E = aT^4$) i c , la velocitat de la llum.

Amb això arribem al punt en què Planck es proposa aplicar el principi de mínima acció i el de relativitat. Ara bé, la implicació que prenen ambdós principis en els arguments de Planck és desigual. El primer pren un protagonisme passiu i el segon, actiu. És a dir, en el primer cas, Planck simplement confirma que les expressions per a la radiació del cos negre descrites prèviament s'ajusten a les relacions diferencials per a l'energia, quantitat de moviment, pressió i entropia derivades de l'aplicació del principi de mínima acció a un cos en general. En canvi, el principi de relativitat servirà a Planck per a deduir formalment la relació de les diferents variables termodinàmiques, entre elles la temperatura, per a diferents sistemes de referència inercials.

Però abans de fer-ho, Planck introdueix una tercera i necessària hipòtesi addicional: la invariància de l'entropia en diferents sistemes de referència inercials, la transformació relativista de la qual no pot derivar-se directament de les transformacions de Lorentz. I malgrat que el camí més fàcil per a demostrar-la hauria pogut basar-se en l'estreta connexió de l'entropia amb la probabilitat, Planck rebutja aquest camí i n'utilitza un altre, «més directe, completament independent a la introducció del concepte de probabilitat» (Planck, 1958: 188). Vegem-ho:

Suposem un cos en un estat 1, expressat en un sistema de referència inercial R , en el qual el cos està en repòs. Llavors, el fem evolucionar cap a un estat 2, mitjançant un «camí» adiabàtic i reversible, tal que es trobi en repòs en un altre sistema de referència inercial R' que es mogui amb velocitat uniforme v respecte del primer. L'entropia del cos en ambdós estats és la mateixa (degut a la reversibilitat), tant per a un sistema de referència com per a l'altre. És a dir, que $S_1 = S_2$, i que $S'_1 = S'_2$.

Ara suposem que $S'_1 > S_1$, de manera que l'entropia del cos en el sistema de referència pel qual el cos està en moviment és major que la que presenta el cos en el sistema pel qual està en repòs. Si utilitzem el mateix raonament pels estats finals en ambdós sistemes, també és clar que $S'_2 < S_2$. Ara bé, aquestes desigualtats es contradueixen amb les igualtats anteriorment exposades, de manera que l'única solució possible és que: $S' = S$, en qualsevol sistema. Així, Planck arriba a la conclusió que l'entropia d'un cos no depèn de l'elecció del sistema de referència inercial.

Un cop establerta aquesta nova hipòtesi, Planck l'utilitza, juntament amb les transformacions de Lorentz, per a concloure que (Planck, 1958: 189):

Si un cos reposa en un estat inicial per un sistema de referència R , portat per qualsevol camí reversible i adiabàtic a una velocitat v , així que el volum final V_2 es relacioni amb el volum inicial V_1 segons:

$$(2) \quad V_2 = V_1 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}},$$

llavors l'estat final per al sistema R' és idèntic en tots els components a l'estat inicial 1 per al sistema R .

Això implica les igualtats següents: la primera, $S'_2 = S_1$, en virtut de la tercera hipòtesi i de la reversibilitat del procés; la segona, $v'_2 = v_1$, ja que el mateix cos en l'estat 1 està en repòs respecte de R , i en l'estat 2 respecte de R' , i la tercera, $V'_2 = V_1$, obtinguda a partir de la transformació relativista del volum. Així esdevé clar que un canvi d'estat del cos, d'1 a 2, per a un sistema de referència donat, és equivalent a considerar, per a un mateix estat de moviment del cos, un canvi de sistema de referència, entre R i R' .

Llavors, simplement aplicant aquesta equivalència al canvi d'estat de la radiació del cos negre, i considerant les respectives expressions per a l'entropia, derivades de (1), prenent $q = 0$ per a S_1 i $q = v$ per a S_2 , s'obté:

$$S_1 = S_2 = \frac{4aT_1^3V_1}{3} = \frac{4ac^4T_2^3V_2}{3(c^2 - v^2)^2}.$$

D'aquí, amb la transformació relativista del volum (2), Planck dedueix directament que:

$$T_2 = T_1 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}.$$

I també que $p_1 = p_2$, en virtut de l'expressió per a la pressió de radiació d'un cos negre, deduïda també amb anterioritat. A continuació, Planck estén l'abast d'aquests resultats, no únicament a la radiació, sinó a qualsevol cos, com havia avançat a la introducció: «les dues darreres relacions valen, per tant, generalment per a qualsevol cos que és sotmès al procés indicat» (Planck, 1958: 190).

Ara bé, falta trobar la relació d'aquestes mateixes magnituds entre qualsevol parella de sistemes de referència inercials, sense que necessàriament un hagi de ser el sistema privilegiat a $v = 0$. Així, donat un sistema R que es mou a $v = v$, i un altre a velocitat $v = v'$, Planck generalitza les relacions anteriors i obté:

$$\frac{V'}{V} = \frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{c^2 - v'^2}{c^2 - v^2}}; p' = p; S' = S.$$

Einstein, 1907

La primera aportació que fa Einstein en termes de TR apareix en un article publicat amb pocs mesos de posterioritat al de Planck, descrit en l'apartat anterior, que pretenia ser un compendi de tot el que es podia inferir, fins al moment, conjuntament del principi de relativitat i de la teoria de Lorentz. No és fins a la quarta part d'aquest treball en què Einstein estudia el comportament relativista de l'energia i el moment dels sistemes físics en moviment, i amb això s'endinsa en la TR (Beck, 1989: 254):

I also discuss the dependence of entropy and temperature on the state of motion; as far as entropy is concerned, I kept completely to the Planck study cited [Planck, 1907], and the temperature of moving bodies I defined as did Mr. Mosengeil in his study on moving black-body radiation.

El que fa Einstein és aplicar directament el principi de relativitat a les equacions del primer i segon principi de termodinàmica, de forma generalitzada, sense resoldre prèviament el problema per a cap cos en concret, com fa Planck amb la radiació del cos negre. La forma del primer principi que pren com a punt inicial del raonament té la forma particular següent:

$$dQ = dE + pdV - qdG,$$

en què dQ és la calor transferida; dE , el diferencial d'energia interna; pdV , el treball compressional, i qdG , el treball translacional. Einstein afegeix aquest darrer terme a la fórmula habitual, com també fa Planck, per a justificar el fet que, en un cos en moviment, no tot el subministrament de calor més el treball extern es tradueixen en un augment d'energia interna, sinó que s'ha de descomptar el treball invertit en augmentar l'energia cinètica del cos.

Per altra banda, també fa servir la forma diferencial del segon principi de termodinàmica aplicat als processos reversibles.

I llavors apunta (Beck, 1989: 299):

Now we have to derive the equations relating the quantities dQ , η , T and the corresponding quantities dQ_0 , η_0 , T_0 , which refers to a co-moving reference system.

(η representa l'entropia). Pel que fa a aquesta, com ja ha anunciat a la introducció de l'article, Einstein reproduïx textualment el raonament que fa servir Planck per a deduir la seva invariança per a diferents sistemes de referència inercials. I llavors substitueix l'expressió matemàtica de les transformacions relativistes de l'energia, pressió ($p = p_0$) i volum d'un cos deduïdes prèviament en el mateix article, directament en l'equació del primer principi de termodinàmica, per a obtenir la relació següent:

$$dQ = dQ_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}},$$

que relaciona la calor transferida a un cos entre dos sistemes de referència inercials.

Notem que, al contrari que Planck, Einstein dedueix prèviament la invariança de la pressió i l'utilitza com a argument en la derivació de les expressions de TR.

Finalment, a partir de la invariància de les lleis físiques per qualsevol sistema de referència inercial, en concret el segon principi de termodinàmica, i fent servir la invariància de l'entropia i la relació anterior per a la calor, Einstein arriba a la mateixa conclusió que Planck per a la transformació relativista de la temperatura:

$$\frac{T}{T} = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}.$$

És a dir, que la temperatura d'un cos és inferior en el sistema en què el cos està en moviment.

Conclusions i perspectives

En definitiva, Planck i Einstein arriben al mateix resultat, que es pot resumir en: «el moviment refreda els cossos», però amb uns arguments anàlegs i altres de diferents:

Així, si bé Einstein parteix directament del primer i segon principis de la termodinàmica generalitzats i de la seva invariància sota canvis de sistema de referència inercials, Planck els utilitza només per a obtenir l'expressió de les principals funcions termodinàmiques de la radiació del cos negre, resoldre posteriorment el problema a partir d'aquest cas concret i generalitzar-lo després a la resta de cossos.

A més, Einstein arriba a la relació de temperatures a través de la relació de la transferència de calor entre diferents sistemes de referència inercials combinada amb l'expressió del segon principi de la termodinàmica, mentre que Planck hi arriba sense utilitzar explícitament cap expressió de la calor en cap moment.

Finalment, Einstein arriba a la invariància de la pressió prèviament al desenvolupament de la TR, simplement aplicant el principi de relativitat i les transformacions de Lorentz a la dinàmica, mentre que per a Planck aquesta n'és una conclusió.

Ara bé, tots dos utilitzen la invariància de l'entropia per a diferents sistemes de referència inercials, si bé Planck la formula prèviament i Einstein la pren de forma exacta després.

I tots dos utilitzen un versió del primer principi de la termodinàmica en la qual inclouen un terme de treball translacional, que serveix per a adaptar explícitament aquest principi al fet que el cos estigui en moviment respecte d'algun sistema de referència.

Un cop fetes les comparacions, és clar que aquest és només un estudi inicial de l'origen de la termodinàmica relativista que, lluny d'acabar aquí, pretén donar pas a l'estudi històric de l'impacte immediat que van suposar aquests resultats, així com de l'inici i continuïtat del debat, que encara avui roman sense tancar.

Bibliografia

BECK, A. (trad.) (1989), *The collected papers of Albert Einstein*, vol. 2: *The Swiss years: writings, 1900-1909*, Princeton, Princeton University Press.

EINSTEIN, A. (1907), «Relativitätsprinzip und die aus demselben gezogenen Folgerungen», *Jahrbuch der Radioaktivität*, **4**, 411-462. [Versió anglesa a: BECK, A. (1989), 252-311]

LANDSBERG, P. T. (1966), «Does a moving body appear cool?», *Nature*, **212**, 571-572.

LIU, C. (1994), «Is there a relativistic thermodynamics? A case study of the meaning of special relativity», *Studies in History and Philosophy of Science*, **25**, 983-1004.

PLANCK, M. (1907), «Zur Dynamik bewegter Systeme», *Sitzungsberichte der Preussischen Akademie der Wissenschaften*, **13**, 542-570. [Reimpres a: PLANCK, M. (1958), 176-209]

— (1908), «Zur Dynamik bewegter Systeme», *Annalen der Physik*, **26**, 1-34.

— (1958), *Physikalische Abhandlungen und Vorträge*, Braunschweig, Vieweg, 3 v.

MISCELLÀNIES ASTROLÒGIQUES EN CATALÀ AL SEGLE XV. II: BIBLIOTECA UNIVERSITÀRIA DE VALÈNCIA¹

GLÒRIA SABATÉ
UNIVERSITAT DE BARCELONA.

Paraules clau: *astrologia en català al segle xv, astronomia en català al segle xv, codicologia, manuscrits*

Astrological compilations in Catalan in the 15th century. II. Valencia, University Library

Summary: *Presentation and codicological and textual study of two astronomical and astrological manuscripts (ms. 216 and 653) preserved in València, Biblioteca Universitària.*

Key words: *astrology in Catalan in the 15th century, astronomy in Catalan in the 15th century, codicology, manuscripts.*

1. Introducció

No hi ha dubte, tal com indica Lluís Cifuentes (2001), que en terres de parla catalana al llarg de l'edat mitjana, després de la medicina, una de les branques científiques que més fou objecte d'elaboració i traducció en

1. Aquest treball s'inscriu en el Projecte d'Investigació «Ciencia y sociedad en el Mediterraneo occidental en la baja edad media» (HUM2004-02511). Una primera aportació a l'estudi de l'astronomia i l'astrologia en català a l'edat mitjana, també com a part del que serà la meua tesi doctoral, hom la pot trobar a «Astronomia i astrologia en català (segles xiv i xv). I: Llibres, lectors i lectures» (en prep.), en què ofereixo una catalogació i descripció de tots els manuscrits conservats de la temàtica que ens ocupa.

català fou l'astronomia i, en particular, l'astrologia, les quals foren vistes com una eina útil per a proporcionar una visió global de l'ésser humà i com una doctrina a partir de la qual interpretar el mutable esdevenir del món. L'ús del vulgar com a instrument de comunicació consolidat i apte per a difondre aquests gèneres científics implicarà una ampliació de públic lector interessat en aquestes disciplines, i aquesta ampliació vindrà recolzada per l'aparició d'un nou model de manuscrit, l'anomenat pels estudiosos *llibre registre*, elaborat en gòtiques cursives emprades fins aleshores per a redactar documents d'àmbit cancelleresc, poc decorat i escrit sobre paper, de factura menys costosa i normalment de contingut miscel·lani.

Aquestes característiques queden clarament materialitzades en dos manuscrits del segle xv de contingut astronòmic i astrològic conservats a la Biblioteca Universitària de València: el ms. 216 i el ms. 653. L'objectiu de la present comunicació serà presentar una acurada descripció codicològica dels dos testimonis, així com una anàlisi del contingut i de les seves fonts, com a primer pas per a establir una tipologia i evolució dels manuscrits astrologico-astronòmics catalans medievals conservats.

2. Manuscrits: contingut i tipologia

2.1. Ms. 216 de la Biblioteca Universitària de València²

(Signatura antiga: 92-4-18). Al lloc: Varios/tº 5.

Som davant d'un manuscrit de paper, de mida foli, de començaments del segle xv que copia textos del xiv. És un manuscrit de paper, mida estàndard i de disposició codicològica escolàstica de luxe, format per 138 folis (II + 1-137 + I), numerats per mà moderna, amb llapis, amb restes de foliació antiga en xifres aràbigues. Pel que fa a la seva col·locació, la majoria dels quaderns tenen 16 folis, amb la filigrana del carro (f. 6-137), semblant a Briquet 3528, documentada entre els anys 1429-1439. Els textos apareixen escrits a doble columna entre els folis 1-134, 137v, i a rengló tirat entre els folis 134v-137v. Diverses mans gòtiques (f. 1-110vb i 118-133vb).

Les seves mides són foli de 272 × 197 mm, justificació de 196 × 140 mm i columna de 196 × 65 mm (f. 4ra), amb pautat a punta seca, però els folis 136-137v no tenen cap mena de pauta; hi ha reclams verticals a la vora del marge dret, entre d'altres llocs al verso dels folis 6, 15, 36, 66, 82, 47 i 56. Pel que fa a la decoració, és rica i feta amb cura, fet estrany en la tradició manuscrita catalana, la qual cosa el podria vincular a una difusió inicial en cercles nobiliaris, i esdevindria d'aquesta manera una còpia feta per encàrrec. Un altre exemple d'aquestes característiques el trobem en el manuscrit 68 de la Biblioteca Universitària de Barcelona, que curiosament conté també un llunari i la còpia de diversos textos gastronòmics (Santanach, 2003).³ Si tornem a la decoració, tenim que al f. 27 hi ha una caplletra

2. BITECA, <<http://sunsite.berkeley.edu/Philobiblon>>, MANID 1177.

3. G. Sabaté, «Astronomia i astrologia en català (segles xiv i xv). I: Llibres, lectors i lectures». (En prep.)

il·luminada i una miniatura (àliga coronada amb ales obertes entre dos peixos), i els folis 57, 99-101 i 134 contenen les representacions zodiacals pintades a l'aquarel·la; il·lustracions en negre al marge d'alguns folis; calderons i caplletres (generalment de tres unitats de pauta) decorats en vermell i blau; epígrafs en vermell.

En bon estat de conservació, la numeració repeteix els folis 40 i 126; els folis de guarda són de paper modern. El reclam del foli 15 no coincideix amb l'inici del text del foli següent. La cisalla ha malmès una foliació antiga amb xifres romanes i, en algunes ocasions, alguns fragments de text. Presenta igualment nombroses anotacions marginals i crides de lectura. Algunes rúbriques han estat esborrades. L'enquadernació és de pergamí flexible, amb tanques de cuir. Segons Villanueva (1806-1852), abans de ser custodiat a la biblioteca actual pertanyia al convent de Sant Domènec.

De clar contingut mèdic i espiritual, conté 23 textos que configuren tres blocs clarament diferenciats però complementaris:

1. Oracions i obretes pietoses, entre les quals destaca una *Oració a Jesucrist per als moments de tribulació* (f. 91ra vb) o els *Proverbis de Salomó* (f. 71va- 87ra), oracions en llatí per al mal de queixal, per a evitar el mal temps, una oració adreçada a santa Brígida per al temps i per a exorcitzar els diables. També hi ha prescrites gran nombre de misses celebrades en totes les principals festivitats de l'any cristià, a més d'almoines i dejunis de pa i aigua.

2. Receptes mèdiques i de caràcter supersticiós, tals com el *Tresor de pobres*, traducció catalana del *Tesaurus pauperum* (f. 16ra-26vb) o el *Llibre que féu Màcer de les herbes quina virtut han* (f. 27ra-54vb).

3. Contingut astronòmic i astrològic amb una clara finalitat horària i de calendari, i en menor grau per a tenir cura de la salut, esdevé una mena de recopilació dels mètodes possibles per a mesurar el temps, també amb finalitats litúrgiques.

1] 1ra-15vb: Receptes, de contingut medicosupersticiós (Cifuentes, 2001: 116-121), que són producte de l'aplicació de la religió i la màgia als problemes de la salut i la malaltia:

[índex 1ra inc.] ccxxv. Per desfer tota jnfladura guarda en lo senjzo ...[3va expl.]...
Ales jnfladures deles / abelles / e a tota altra e de les vespes guarda en lo melj loco.ccxiiiij. [rúbr. inc.] canamus prjncipi. [text 4ra inc.] Aquesta recepta es bona / a tot home qui haja mal de gota ...[15vb expl.]... e fets ne la mjga daygua / o mes / e.

2] 16ra-26vb: *Tesaurus pauperum*, traducció catalana anònima amb el títol *Tresor de pobres* o *Llibre de medicina*.⁴ Hom el situa al capdavant de tots els receptoris que circularen en català al llarg de l'edat mitjana, i el seu èxit de difusió ve donat perquè es tracta d'un ampli re-

4. En conservem altres testimonis: Biblioteca de Catalunya, ms. 864; Arxiu Capitular de Vic, c. 191.

cull de receptes i observacions terapèutiques extretes de diverses fonts i presentades de manera simple i amb una finalitat pràctica (Cifuentes, 2001: 116-117):

[rúbr. 16ra inc.] A3Ci comença *Tesaurus pauperum* en nom de la santa trjnntat sia. Amen. [rúbr. inc.] Prjmo de la vjrtut del romanj. [text inc.] P3Rimerament si fets /.i.a cullera de romanj ...[26ra expl.]... ab omnj malo me defen[...] Amen + Ffiat + Ffiat +. [colofó inc.] Aci acaba lo libre compilat per ypocras deo gracias Ffinito libro sit laus deo Christo. Amen.

3] 27ra-54vb: *De viribus herbarum*, traducció anònima catalana amb el títol *Llibre que féu Mâcer de les herbes quina virtut han*. Es tracta d'un dels herbaris mèdics medievals més cèlebres en què s'exposen els beneficis de cada planta per a la salut. Se'n conserven dues versions catalanes, la que aquí apuntem, la més llarga conservada, i una altra de més curta conservada en dos manuscrits barcelonins⁵ (Cifuentes, 2001: 283-284):

[rúbr. 27ra inc.] A3Ci comença lo libre que feu Macer de les erbes qujna virtut han. [rúbr. inc.] Primo del assensi. [text inc.] D3el assensi sapies que es una erba que es appellada donzell ...[54va expl.]... e ab deu tan tost seran curats o curades. [colofó 54vb inc.] Aci acaba lo present libre compost e appellat Macer. Deo gracias. AMEN.

4] 54vb-67vb: *Llunari amb interpolacions*. Barreja nocions d'astronomia i d'astrologia, i ve configurat pel llunari pròpiament dit, que ocupa els folis 54-67, amb interpolacions diverses, de caire supersticiós (els f. 67v-68r contenen un llistat de dies dels mesos que porten malastrugança, amb exemples històrics), mèdic (hi apareixen purgues i sagnies, als f. 68v-69v) i de còmput eclesiàstic. També conté el moviment dels planetes (*De les plantes*, f. 68v) i *Lo compte de les lunes*, amb esment de naixements i morts de personatges bíblics que, d'acord amb la posició de la lluna, foren positius o negatius (Faraudo de Saint-Germain, 1950; J. Chabás, 2000):

4.1. *Llunari pròpiament dit:*

[rúbr. 54vb inc.] Aquesta Taula daual escrita es prouada per serujr.xx. legues en torn de Valencia per lestrelau. [text inc.] P3Rimo de dos dies de marc tro a.xxij. de abrjll ...[67vb expl.]... picis. F2Ebrer ha ij / iij / vij / x fret / e vmjt.

5. París, Nationale-Richelieu, ms. esp. 210 i Sevilla, Colombina, ms. 7-4-27.

4.2. 69va-71va: *Compte de les Lunes:*

[rúbr. 69va inc.] Compte deles lunes. [rubr inc.] Lluna prjma. [text inc.] F3Eyt fon Adam qualque cosa fer volras o començar volran alguns homens bo es...[71va expl.]... vida li sera larga el malalt yuac sanara. verum est.

5] 68ra-69va: *Sentencia sobre quan no fer sagnies* (abans d'iniciar-se el text, hi ha una taula en català, al f. 68ra):

[text 68ra inc.] [A]quests son los quatre dilluns malayts quj son en lany ...[69va expl.]... el xvj Deembre na iij vj xii e el xvij.

6] 71va-87ra: *Llibre de mil proverbis / Proverbis del rei Salamó:*

[rúbr. 71va inc.] Aci comencen los prouerbis de la sauiesa de Salamo. [text inc.] C3om hom per conexer amar / e honrar ...[87ra expl.]... o per altres ymaginacions / o vants pensaments de cor / e vetlan.

7] 87ra-va: *Els Deu manaments de la llei* (per a aquesta obra i les següents: Bohigas, 1955):

[rúbr. 87ra inc.] A3Ci comencen los.x. manaments de la lig que nostre senyor deus dona a moyses en lo munt de sinay los quals deu complir tot bon christia...[text inc.] L3o prjmer Manament es no creuras ne / a doraras sino vn sol deu tot poderos ...[87va expl.]... De ton proisme Empero aquests.x. Manaments se concloen en dos Co es en amor deus sobre totes coses / e son proisme axi com asi mateix.

8] 87va-88ra: *Catorze articles de la fe, set pertanyents a la divinitat i altres set pertanyents a la humanitat:*

[rúbr. 87va inc.] L2Os articles dela ffe son xij [sic] Co es vij ques pertanyen ala diujnjtat e xij ala vmanjntat...[text inc.] L2O primer article ques pertany ala diujnjtat es creure en vn deu tot poderos ...[88ra expl.]... A2Quests xiiij articles son de gran necessitat de creure que null hom sens ffe / e creença daquests articles paradís no pot hauer.

9] 88ra-va: *Virtuts cardinals i ordinals:*

[rúbr. 88ra inc.] L2Es virtuts que ordenen los homens bons son aquests. [text 88rb inc.] L2A prjmera es Prudencia ...[88va expl.]... carjtat / la qual sens tot mjga / ens fa ens ajusta ab nostre Senyor deu per que carjtat es la major / e mjllor virtut que sia al mon E quj aquesta ha totes les altres ensemps / e sens / aquesta nenguna vjrtut res no val nj pot esser merjtoria.

10] 88va-vb: *Les Set obres de misericòrdia:*

[rúbr. 88va inc.] L2Es obres de mjserjcordia deles quals al jorn del judici serem re-quests / e demanats son aquestes...[text inc.] L2A primera es als pobres famolents dar amenjar ...[88vb expl.]... L2A setena es morts pobres acobrjr e soterrar.

11] 91ra: *Comentari a l'oració que el benaurat Lluís, rei de França, trameté al rei Carles:*

[rúbr. 91ra inc.] Oracio beati ludoujci regis francie missa regi Carlici. [text inc.] S2Ent lois dona aquestes letres al Rey Carles / e diu que qui les legira / o ab si les portara no li cal hauer paor de sos enemichs nj morra de arms nj per nenguna natura nj de feyt no pora morjr E diu que en aquestes letres ha vns noms que quejls nomenara que aquell jorn no pot morjr de mala mort amen + Ellj + Sabatanj + Dor-doray + Emanuel amen.

12] 91ra-rb: *Oració a Jesucrist per als moments de tribulació:*

[rúbr. 91ra inc.] T2Ota persona en qual neccesitat sia posada per si / o per altrj digue lo Pater noster / e laue marja E apres adoramus te jhesu christe / e benedic-tus tibi quam per sancta crucem tuam redemjsti mundum En apres digues aques-ta oracio...[text 91ra-rb inc.] P2Er aquesta molt santa Creu + tua / e per aquel teu molt sant cors precios ...[91rb expl.]... que aquells quin han enveja sien confus-sos / Car Senyor mas ajudat / e est salut mja E apres digues los samps [sic] se-guents.

13] 92vb-93va: *Oracions:*

[text 92vb inc.] S2Ocorre senyor amj mesqui per la tua mjseracio per tal que vse de celestial gloria per la tua mjserjcordja ...[93va expl.]... vulles delljurar les animes de les anjmes [sic] de mon de mon [sic] pare pare [sic] / e de ma mare / e de lurs fills / e filles nets / e netes que son fora de aquest mon / e de totes animes christianes deffuntes / e los corssos de ma muller de mon fill e de serujtut de jnfells / e de tots perills nos deljures / E viuujes e Regnas per tots temps amen.

14] 93vb-96rb: *Lapidari (Faraudo de Saint-Germain, 1945):*

[rúbr. 93vb inc.] A3Ci comencen les vjrtuts deles docze [sic] pedre [sic]. [text inc.] L2A priera pedra Girgonca e es ab gentill color ...[96ra-rb expl.]... es xosa prouada nj si la porta en la bocha no haura set.

15] 96rb-vb-102vb: *Almanac perpetua a trobar los lochs verdaders de les planetes en los signes:*

Amb data *radix* de 1306 de l'Encarnació de J. C., Millàs i Faraudo (1948) el relacionen amb un altre d'origen àrab, traduït al llatí i calendat a Tortosa per al mateix any (*Almanach perpetuum translatum de arabico in latinum*), conservat al ms. 17961 de la Biblioteca Nacional de Madrid (f. 55r-91v). El nostre text coincideix quasi literalment amb el text llatí, per la qual cosa podria ser la seva traducció. Ambdós textos són molt coincidents, llevat de certes discrepàncies quant a l'ordre dels capítols o paràgrafs, tot i que sembla que l'ordre normal és el seguit en el text llatí, el qual ofereix una perfecta ordenació sistemàtica (tingueu en compte, també, Millàs (1949)): El text és el següent:

[rúbr. 96rb inc.] Almanach perpetua trensladat de arabich e / leua dels anys de Christ 1305 / e lo que sobrara appella residuum o ramanent. [accés inc.] E3N nom De Nostre senyor Jhesu Christ Comença l'almanach perpetua a trobar los lochs verdaders de les planetes en los signes... [rúbr. inc.] Dela luna... [text inc.] Q2Vant volras saber en qual signe es la luna Entra ab lo romanent co es a saber en lany en lo qual es en la taula dels anys del mïg moujment ... [102vb expl.]... L2O sol torna de punt en punt en.8. anys lo mig cos dela luna torna al punt en.76. anys als quals ajusta en loch dela [...].

Segons indiquen els estudiosos abans citats, manquen dos folis, i cito textualment, «on devia continuar-se el cap. del curs dels planetes seguit del de llurs latituds que figuren en el text llatí original del present Almanac [...] Devien també anar compresos en ambdós folis desapareguts les descripcions dels signes d'Aries, Taurus, Gèminis, Càncer, Leo i el començament de la de Virgo, juntament amb les miniatures al·legòriques de Taurus, Leo, Libra, Scorpius i Càncer que es troben de menys al ms.»⁶

16] 99ra-102rb: f. 99ra-102rb: *Propietats dels 12 signes del zodíac.*

Es tracta d'una curiosa relació de propietats quimèriques atribuïdes als dotze signes zodiacals, escapçada, ja que el text comença al signe de verge. Són interessants les figures o representacions al·legòriques dels signes, acuradament dibuixades, i la transcripció dels noms de les vint-i-vuit mansions lunars, bastant deformades al manuscrit (Millàs, 1931: 251):

[text 99ra inc.] [...] on senyoreja la sua planeta Alcovia es lo ventre de virginjs / e son 4 estelles aytals ... [102rb expl.]... o deu esser ferit per luyll / o deu esser ab vn vyll plau li de vestir draps blanchs / e fa diuersitat a homens / e ha vn signe ço es cancer argent.

6. Op. cit., pàg. 150.

17] 102rb-v: *Forma i manera de fer l'astrolabi:*

S'hi exposa inicialment el procediment per a traçar els llimbs, amb els diferents cercles i llurs divisions, seguit pel traçat dels almucantarats i dels azimuts, de la línia equinoccial i cercles horaris, interrompent-se aquí de cop:

[rúbr. 102rb inc.] F2Orma / e manera per fer lestelabre E direm prjmer del lim. [text inc.] P2Rimerament ab lo compas ftes un Cercle aytamany com volras lestelabre // E puix fes altre Cercle apres de aquell dins ...[102vb expl.]... lo qual ha nom equiuocial [sic] / e ftes ala pt damunt prop la linya merjdional vna F E baix. una H E en la linya mj-gana ala part esquera una G E ala part dreta una R... [102vb expl.]... lo qual ha nom equiuocial [sic] / e ftes ala pt damunt prop la linya merjdional vna F E baix. una H E en la linya mjgana ala part esquera una G E ala part dreta una R.

A aquest text segueixen tres conjurs en llatí; un contra el mal de queixal, un altre contra el mal temps i una oració a santa Brígida contra el mal temps i per exorcitzar diables.

18] 104ra: *Oració Deus baynots:*

[rúbr. 104ra inc.] *Oracio deus baynots.* [text inc.] S2Enyor deu si yo e feta cossa de que yo sia culpable a tu ya no he pugut ffer que sia obra / e factura tua / e si yo he toltat de mj la mja purjtat ..[expl.]... Regoneix me donchs senyor deu meu amj qui son teu / E foragita leua / e deneja tot que en mj sia estrayn Amen.

A aquesta oració segueixen dos tractats en llatí, el *De suma Trinitate ex fide catholica* i el *De constitutionibus*, més una explicació (també en llatí) de l'any bixest.

19] 107ra: *Taula calendària perpètua:*

Per a determinar al calendari amb la data compresa entre el dia 21 de març i el 26 d'abril, en la qual ha d'escaure's el diumenge de Pasqua del qual depenen totes les festes mòbils de l'any, amb les instruccions per al seu ús.

[text 107ra inc.] E2N aquesta taula dessus escrita es la pasqua / a sumada / e deuets saber que aquesta letra m significa març E aquesta letra A significa abril ...[expl.]... E deuets saber que lany.M.ccc.xxij. Pascuam en la primera Casa A xxvij de Març.

20] 107rb-108vb: *Misses de sant Pau ermità:*

[rúbr. 107rb inc.] Les mjsses de mossen Sent pau hermjta la persona qui les fa dir trau una anima de porgatorj Primo dues misses del Sant Sperit; cascuna missa ab.vij. candelles. [text inc.] P2rjmo dues misses del Sant sperjt cascuna missa ab.vij. candelles ..[108vb expl.]... la xxxij es de sent pere e de sent pau ab xij candelles.

21] 109ra-117v: *Llibre de sant Soví* (Santanach, 2003):

[rúbr. 109ra inc.] Sosengua a conills / e ha tota altra carn ...[109vb expl.]... carn de porch ffresch...[pròl. 109vb inc.] D3Eueu saber que en aquest libre ha scrit lxxxvij menjars...[rúbr. inc.] Salsa de paguo...[text inc.] P3Rimerament salsa de paguo ffe brou de galljnes ...[117vb expl.]... dins en la olla / e don un poch bull e leuaho / e feu ne escudelles.

Es tracta de la versió curta d'aquest receptari de cuina, ja que únicament inclou setantadues receptes. Al marge inferior del foli 117v, una mà diferent de la del copista ha escrit una nota que comença: «Preniu la gallina degollaula y peleula tantost e meteula a bullir...».

22] 134v-135v: *Despertar-s'à la àguila que-n l'ayre va volant*:

Profecia formada per dues parts, la primera en vers (34 v.) i la segona en prosa. La part versificada està constituïda per vuit cobles de versos monorims, més una cobla de dos versos monorims en posició central. Cada vers té dos hemistiquis, el primer dels quals té rima femenina i el segon, masculina:

[text 134v inc.] Despertarsera la aguila quen layre ua uolant / | ab ses ales ben esteses ab son bech ua siulant ...[expl.]... quar cells qui la qreu menys preen fugiran qijtadament | per muntayes e coues sera llur habitament...[text inc.] peccador habitant en la muntanya en aquella santa esglesia deuota ermita della sierra. magestat: en lany de la incarnasio de la [sic] Nostre Senyor nou sents huytanta set per lo qual temps degam saber lo temps ...[135v expl.]... En les couarges de la tera amagar fara molts altres deuots cristians. a doncs com homens per los deserts e coves e espesures samagaran per les cruels.

2.2. *Biblioteca Universitària, ms. 653*⁷

Copiat entre 1490-1510, és de mides octau, format per 146 folis de paper, agrupats en quaderns irregulars, sense reclams ni foliació. Té 21 línies escrites a rengló tirat per una mà gòtica. La filigrana és una mà amb flor, sense que l'hagi pogut identificar amb cap model ja repertoriat. No són visibles marques de cap mena de justificació, ni perforacions. No presenta cap mena de decoració; únicament l'espai en blanc per a les caplletres, indicades amb lletres de guia al marge; títols dels capítols encapçalant els folis, els quals són escrits amb la mateixa tinta que el text. Està en mal estat de conservació, ja que la tinta corrosiva s'ha men-

7. BITECA, <<http://sunsite.berkeley.edu/Philobiblon>>, MANID 2307. (signatura antiga 588, 22-6-22). Tradueix el text llatí: Millàs (1942), *Las traducciones orientales en los manuscritos de la Biblioteca Catedral de Toledo*, Madrid, CSIC, 161-162 i 177.

jat el paper L'enquadrernació és antiga de tipus cartera, en mal estat, de cuir amb restes de les tanques i trossets de corda per tancar-lo. Hi ha diverses notes de lectors posteriors, algunes en castellà. El primer text és català i el segon, en llatí.

Novament, és un volum miscel·lani; la primera obra que conté és la traducció catalana d'un tractat introductori a l'astrologia de l'astròleg jueu persa Sahl ben Bishr (s. VIII-IX), conegut per la forma llatinitzada del seu nom, Zahel (Cifuentes, 2001: 218). Es basa en obres d'autors àrabs (Mashallah) i el seu tractat, originalment escrit en àrab, fou traduït per un anònim al llatí amb el títol d'*Introductorium* (o *Liber introductorius*) *de principiis iudiciorum*, text que ens ha arribat conservat en el ms. 10063 de la Biblioteca Nacional de Madrid. No se sap si la traducció catalana, sense títol i anònima tot i que sembla que d'autor valencià, es va fer a partir de l'àrab, però el fet que hi hagi interpolacions llatines indica que molt probablement es va traduir del llatí. Quant al contingut, ofereix les característiques principals i definitòries dels planetes i dels signes, i com afecten en l'esdevenir dels homes nascuts sota certs auspicis.

La segona obra és de quiromància, disciplina estretament lligada a l'astrologia; d'aquí la coherència del contingut miscel·lani d'aquest manuscrit. És escrita en llatí i hem de tenir present que aquesta mena d'obres podien estar incloses en obres d'astrologia més extenses, en forma de capítols, o bé, com és el nostre cas, configurant un tractat específic, normalment breu. Tal com assenyala Cifuentes, amb aquesta mena de sistemes «hom cercava de conèixer el caràcter de les persones, preveure el futur, interpretar el passat i, en general, descobrir les veritats ocultes» (Cifuentes, 2001: 220).

2.2.1. Contingut

Apuntem únicament el text català:

[1] Sahl ben Bishr o Zaher, *Liber introductorius de principiis iudiciorum*, traducció catalana anònima sense títol i acèfala:

[tít. inc. 1] planetes. [text inc.] [p]³laneta (com volen alguns) signjfica cosa herant E per co los anthics estrolechs aqueles esteles que en lo cel se mohien herants nomenaren planetes...[expl. 71v] ...e tots temps se acompanyara ab milors que no es ell home de bona doctrina la qual tindra tant quant viu sera. Cond.: acèfal.

3. A tall de conclusió

Per a finalitzar, i a tall de conclusió, únicament remarquem de quina manera els manuscrits que hem descrit en aquesta breu presentació manifesten clarament l'evolució que la ciència dels estels patí des de finals del segle XIV i al llarg de tot el segle XV: d'un interès inicial per

l'astronomia, amb finalitats mèdiques i de fixació de calendari, amb breus nocions astrològiques com a suport, tal com queda demostrat al ms. 216 amb les *Propietats dels 12 signes del zodíac*, cap a finals del xv assistim a un clar predomini de l'astrologia, sobretot judiciària, ben representada pel tractat introductorï conservat en el segon manuscrit estudiat.

El suport d'aquesta matèria científica també evoluciona, i ens indica el canvi de destinatari i l'ampliació dels lectors cap a nous sectors socials, ja que d'un còdex vinculat a les formes escolàstiques i de luxe, com és el primer manuscrit que hem vist, propi d'una recepció propera a la inicial d'aquesta mena de literatura, la cort o cercles ben propers (hom assenyala la possibilitat que fos un manuscrit copiat per a un membre del clergat valencià), a finals del xv ens trobem davant el ms. 653, un còdex vinculat al model ja esmentat a l'inici de «llibre registre», ben llunyà dels cercles nobiliaris i amb un ús eminentment pràctic. El primer còdex, per tant, respon a l'interès especialment constatable entre la noblesa, l'alta burgesia i el clergat, per les obres didàctiques i científicomèdiques (un altre exemple d'aquesta mena de manuscrits el trobaríem en el ms. 68 de la Biblioteca Universitària de Barcelona). El segon còdex valencià, en canvi, s'allunya d'aquests paràmetres i hom el pot relacionar amb l'accés de nous grups socials al món de l'escriptura i de la lectura, i a una còpia allunyada dels *scriptoria* tradicionals.

Aquesta mena d'estudi cal dur-lo a terme en tots els manuscrits conservats, ja que és una tasca que sens dubte contribuirà a conèixer els textos que circulaven i a tenir una millor percepció de la importància que els sabers astronòmic i astrològic tingueren en la cultura de la baixa edat mitjana a les nostres terres.

Bibliografia

- BITECA, *Bibliografia de Textos Catalans Antics*: <<http://sunsite.berkeley.edu/Philobiblon>>
- BOHIGAS, P. (1955), «Petita contribució a l'inventari d'obres catalanes de pietat popular anteriors al s. XIX», *Analecta Sacra Tarraconensia*, **359**, 15.
- CHABÁS, J. (2000), «*Lo compta de la Luna*: lunarios medievales». A: BATLLÓ ORTIZ, J. *et al.* (coord.), *Actes de les V Trobades d'Història de la Ciència i de la Tècnica*, Barcelona, SCHCT, 335-341.
- CIFUENTES, L. (2001), *La ciència en català a l'Edat Mitjana i el Renaixement*, Barcelona, Palma de Mallorca, Universitat de Barcelona, Universitat de les Illes Balears. (Col·lecció Blanquerna; 3)
- FARAUDO DE SAINT-GERMAIN, L. (1945), «Noticia de un lapidario valenciano del siglo xv», *Boletín de la Real Academia de Buenas Letras de Barcelona*, **18**, 193-216.
- (1950-1952), «Un lunario valenciano cuatrocen-tista», *Boletín de la Real Academia de Buenas Letras de Barcelona*, **23-24**, 9-48.
- MILLÀS, J. M. (1931), *Assaig d'història de les idees físiques i matemàtiques a la Catalunya medieval*, Barcelona, Estudis Universitaris Catalans, Institució Patxot. [Reimpr.: Barcelona, Edicions Científiques Catalanes, 1983]
- (1942), *Las traducciones orientales en los manuscritos de la Biblioteca Catedral de Toledo*, Madrid, CSIC, 161-162 i 177.
- (1949), «Almanaques catalanes y portugueses del siglo xiv, de origen árabe», *Estudios sobre historia de la ciencia española*, Barcelona, CSIC. [Reimpr.: Madrid, CSIC, 1991]
- MILLÀS, J. M.; FARAUDO DE SAINT-GERMAIN, L. (1948), «Textos astronòmics en un manuscrit català medieval», *Boletín de la Real Academia de Buenas Letras de Barcelona*, **21**, 143-162.
- SANTANACH, J. (2003), *Llibre de totes maneres de confits*, Barcelona, Barcino. (Els Nostres Clàssics. Col·lecció B; 22)
- VILLANUEVA, J. (1806-1852), *Viage literario a las iglesias de España, Le publica con algunas observaciones Don Joaquín Lorenzo Villanueva*, vol. 4, Madrid, Impr. Real, 140-141, 22 v. [Impr. Real, vol. I-V; Impr. de Olivares, vol. VI-X; Impr. de la Real Academia de la Historia, vol. XI-XXII]

LA DOCUMENTACIÓ D'AUTORS CATALANS EN EL DHEMCYT¹

FRANCESC RODRÍGUEZ; CECILI GARRIGA

GRUP NEOLCYT, UNIVERSITAT AUTÒNOMA DE BARCELONA.

Paraules clau: *lexicografia, llengua de la ciència, diccionari històric, segles XVIII-XIX*

Text Documents by Catalan Authors in the DHEMCYT

Summary: *Scientific and technical Spanish terminological studies, especially in the 18th and 19th centuries, are very little developed. This is clearly seen due to the lack of a Spanish historical dictionary. In this paper a project on the elaboration of a scientific and technical dictionary of the time is presented on the basis of the texts provided. Special attention is paid to the contributions to the Spanish scientific language by some 18th and 19th centuries Catalan authors, through outstanding texts for the spread of the scientific and technical discipline.*

Key words: *lexicography, scientific language, historical dictionary, 18th & 19th centuries*

Introducció

La llengua espanyola és una de les poques llengües del nostre entorn que no disposa d'un diccionari històric, és a dir, un diccionari que tingui com a objectiu explicar la història de les paraules, l'evolució dels seus significats, documentant aquesta evolució als textos. L'anglès, amb l'*Oxford English Dictionary*; el francès, amb el *Trésor de la langue*

1. Aquest estudi s'emmarca dins del projecte «Diccionario histórico del español moderno de la ciencia y de la técnica», finançat pel MEC (HUM2004-00486 i HUM2006-60012), i desenvolupat pel grup Neolcyt (<<http://seneca.uab.es/neolcyt>>).

française o el *Dictionnaire Robert Historique* són els exemples més clars. Fins i tot en l'àmbit del català, es pot considerar que el *Diccionari català-valencià-balear* d'Alcover i Moll és un diccionari històric (Seco, 2003).

La Real Academia Española ha iniciat, dues vegades al segle XX, sengles projectes de diccionari històric, però en ambdós casos ha abandonat davant plantejaments massa ambiciosos i metodologies antiquades, més pròpies de la lexicografia del segle XIX.

Davant aquesta mancança, el nostre grup s'ha plantejat omplir una part d'aquesta llacuna elaborant un diccionari històric, limitat, d'una banda, a la llengua de la ciència i de la tècnica, i d'una altra, a una època, l'època moderna (segles XVIII i XIX), moment en què es formen les terminologies científiques i tècniques en moltes disciplines.

Aquest objectiu té un doble interès per a la ciència lingüística, ja que els estudis sobre la història del lèxic espanyol s'han centrat tradicionalment en la llengua literària, deixant de banda la llengua de la ciència i de la tècnica, i, a més, l'atenció dels filòlegs ha estat dirigida de forma quasi bé exclusiva als primers segles de formació de la llengua, ja que s'ha considerat que a l'època moderna, a partir de la Il·lustració, la llengua és transparent i no necessita interpretació. Per últim, la idea, tan consolidada, que a Espanya no hi havia ciència i que, per tant, l'espanyol era una llengua apta per a la literatura però no per a la ciència, ha tingut un paper decisiu a l'hora de deixar de banda l'estudi de la història de la llengua de la ciència i de la tècnica. Val a dir, en aquest sentit, que el desenvolupament dels estudis d'història de la ciència en la segona meitat del segle XX han permès als filòlegs conèixer millor la realitat científica peninsular i adonar-se que hi ha un corpus de textos de ciència i tècnica d'alt valor filològic, que poden servir per a interpretar la història d'una part important de la llengua espanyola moderna.

En aquesta comunicació, ens proposem explicar un aspecte de la metodologia seguida per a l'elaboració del *Diccionario histórico del español moderno de la ciencia y de la técnica* (DHEMCYT), el de la selecció dels textos, i mostrar el valor que la història de la ciència té per als filòlegs, com a eina que ens permet interpretar la importància d'aquests textos. I ho exemplificarem en uns quants autors catalans, els textos dels quals són fonamentals per a la penetració de diversos vocabularis especialitzats en espanyol.

La importància de les fonts documentals: els corpus

La lexicografia actual és una de les disciplines lingüístiques que més ha aprofitat l'avenç de les noves tecnologies. És impensable l'elaboració d'un diccionari seriós sense un corpus lingüístic que serveixi de base a la descripció del lèxic.

Però els corpus disponibles en espanyol no són de gran ajut en el nostre cas. Es tracta de corpus de textos generals, en els quals els textos de ciència i tècnica són escassos, i sovint no són els més representatius. A més, com és sabut, la llengua de la ciència i de la tècnica és un subsistema subsidiari de la llengua general, de manera que en un text especialitzat la major part de les unitats lèxiques són paraules no especialitzades. Així les coses, es necessitaria in-

troduir una enorme quantitat de textos especialitzats perquè estadísticament el lèxic de la ciència i de la tècnica fos representatiu.

Respecte a la selecció dels textos que han de formar part del corpus, només des del coneixement que ens subministren els historiadors de la ciència es pot determinar quins són els més adequats. Veiem-ne un exemple.

Un dels corpus més complets en l'àmbit de l'espanyol és el Corde (Corpus diacrónico del español), elaborat per la Real Academia Española i disponible per mitjà de la seva pàgina web.² Es tracta d'un corpus escrit, de text complet, que pretén recollir 125 milions de paraules des del començament de l'idioma fins al 1975. En aquest corpus, els textos dedicats a ciència i tècnica suposen el 15 %. A més, els textos estan classificats segons una periodització; un dels talls és el que va de 1714 a 1812, i un altre el que va de 1813 a 1898. Doncs bé, si busquem quins textos hi ha en l'àmbit de la física, trobarem que se'n recullen dos:

— CASAS BARBOSA, José (1881), *Manual de electricidad popular*, Madrid, Editorial de G. Estrada. [44.185 paraules]

— VICUÑA, Gumersindo (1881), *Manual de física popular*, Madrid, Biblioteca Enciclopédica Popular Ilustrada. [57.414 paraules]

Com es pot observar, per a un període de pràcticament dos-cents anys, se seleccionen dos textos del mateix any, del final del període. Però, a més, és dubtós que aquests autors siguin els més representatius. És cert que Casas Barbosa va publicar obres de divulgació com *Las maravillas de la telefonía* (1879) o *Las maravillas de la electricidad* (1880), i que Vicuña va ocupar importants càrrecs institucionals (catedràtic de Física Matemàtica de la Facultad de Ciencias de Madrid, membre de l'Academia de Ciencias, diputat a Corts, director general del govern conservador, etc.),³ però hi ha textos més representatius en la història de la física espanyola de l'època, com ara la traducció de Vázquez y Morales de l'*Ensayo para la electricidad de los cuerpos* (1747), de J. A. Nollet, text que introdueix nombrosos tecnicismes a l'espanyol, o com les obres de Sigaud de la Fond (traduït per Tadeo Lope, 1787), el *Diccionario universal de física* de Brisson (traduït per Cristóbal Cladera, 1797) o els informes i memòries de Gimbernat o de Juglà i Font... (Rodríguez Ortiz & Garriga, 2005).

Així les coses, amb un bon coneixement dels textos fonamentals de la ciència, el filòleg pot determinar, per mitjà d'una lectura atenta, i amb el suport de les obres lexicogràfiques que proporcionin els primers testimonis disponibles, els termes de ciència i tècnica amb un esforç menor del que suposaria constituir un corpus d'aquestes característiques.

És en aquest sentit que hi ha una sèrie d'obres de ciència i tècnica escrites o traduïdes per autors catalans que esdevenen fonamentals per a la descripció de la història de la llengua es-

2. <www.rae.es>.

3. Vicuña va mantenir un dura polèmica amb Ramon Manjarrés perquè defensava el trasllat de l'Escola d'Enginyers Industrials de Barcelona a Madrid, tal com explica Lusa Monforte (s. d.).

panyola de la ciència moderna. Vegem-ne alguns casos, molts dels quals han estat treballats amb finalitats lingüístiques, encara que d'altres estan pendents de ser estudiats:⁴

— Benet Bails (1730-1797): matemàtic barceloní, autor de diversos tractats de matemàtiques i arquitectura, va destacar per la seva formació humanística i la sensibilitat lingüística que va demostrar en les seves obres. Va ser membre de la Real Academia Española.

— Antoni de Martí i Franquès (1750-1832): científic tarragoní, nascut a Altafulla, que va practicar diferents ciències, però que des del punt de vista lingüístic destaca per ser el primer en el qual es poden documentar termes de la nova nomenclatura química de Lavoisier, fins i tot abans que es publicués en francès (Garriga, 1996).

— Francesc Salvà i Campillo (1751-1828): metge, físic i enginyer barceloní. Des del punt de vista lingüístic, destaquen les seves aportacions sobre l'electricitat aplicada a la telegrafia (Moreno Villanueva, 1995-1996).

— Francesc Sanponts i Roca (1756-1821): enginyer barceloní fundador i director de l'Escola de Mecànica de Barcelona, per a la qual va publicar, com a llibre de text, els *Principios de mecànica*, text fonamental de la disciplina, juntament amb la traducció del francès del *Tratado elemental de mecánica e hidrodinámica* de l'abat Saury.

— Antoni Juglà i Font:⁵ la seva obra *Memoria sobre la construccion y utilidad de los para-rayos* (1788) és fonamental per a descriure la història del primer lèxic de l'electricitat en espanyol (Moreno Villanueva, 1995-1996).

— Francesc Carbonell i Bravo (1768-1837): farmacèutic que va estudiar química a Montpeller amb Chaptal i que va ser un dels més importants divulgadors de la nova química per mitjà de les seves classes a la Reial Junta de Comerç de Barcelona. La seva obra *Elementos de Farmacia* va ser llibre de text a les facultats de farmàcia espanyoles. També va ser molt important, des del punt de vista lèxic, la traducció de la *Química aplicada a las artes* de Chaptal, el *Curso analítico de química* de Mojón (Gutiérrez Cuadrado, 1998) i la publicació de *l'Arte de hacer y conservar el vino* (1820), considerat el primer tractat d'enologia en espanyol (Bajo, 2001).

— Pere Vieta i Gibert (1778-1856): catedràtic de Física Experimental del Real Seminario de Nobles de Madrid. A petició seva, la Junta de Comerç de Barcelona va acordar establir l'escola gratuïta de Física Experimental i el va nomenar catedràtic. Traductor del *Tratado de física completo y elemental* (1827-1828) (Moreno Villanueva, 1995-1996).

— Josep Garriga i Buach (1787-?): químic i metge gironí, va estudiar a Montpeller i París. Amb José María San Cristóbal va publicar el *Curso de química general aplicado a las artes*, en dos volums, considerada com la primera obra escrita originalment en espanyol amb

4. Les referències bibliogràfiques que apareixen són únicament d'estudis lingüístics d'aquests textos. Les referències a estudis d'historiadors de la ciència no les podem afegir ateses les limitacions d'espai. En altres treballs del grup, consultables a <<http://seneca.uab.es/neolcvt>>, s'hi poden trobar.

5. Ni a l'*Enciclopedia Espasa* ni a la *Gran enciclopèdia catalana* se'n dona la data de naixement ni de la mort.

aquest enfocament, i en la qual es manifesta ja una llengua plenament normalitzada, d'acord amb la nova nomenclatura química (Garriga, 2004).

— Josep Roura i Estrada (1787-1860): enginyer gironí. Es va formar a Montpeller i Barcelona i va succeir Carbonell al capdavant de la càtedra de la Reial Junta de Comerç de Barcelona. La popularitat li va arribar pel fet d'haver fet possible la primera instal·lació de gas a Espanya. Com a catedràtic de Química Aplicada també certificà la qualitat mineralògica en el prospecte *Camino de hierro titulado de la serenísima Infanta Doña Maria Luisa Fernanda desde las Minas de Carbon de Piedra inmediatas a San Juan Las Abadesas al puerto de Rosas* (1844), un dels primers projectes ferroviaris peninsulars.

— Melcior de Guàrdia i d'Ardèvol: disposem de poques dades sobre aquest autor. Segons la *Gran enciclopèdia catalana*, va ser magistrat de l'audiència i alcalde de Barcelona (1812-1813). Destaca lingüísticament per ser autor d'una de les dues traduccions dels *Elementos de química teórica y práctica* de Morveau – Maret – Durande (1788), obra que contrasta per les solucions lèxiques adoptades en front la traducció de Tadeo Lope Aguilar, un any més tard (Garriga, 1998).

— Agustí Yáñez i Girona (1789-1857): científic barceloní que es va dedicar a diverses disciplines: història natural, mineralogia, química, farmàcia, etc. Destaca per la publicació de les seves *Lecciones de historia natural* (1820), primera obra didàctica d'aquest tipus en espanyol.

— Joaquim Hysern i Molleras (1804-1833): metge gironí que va ser professor de fisiologia del Real Colegio de Cirugía de San Carlos, i va destacar en especialitats com la urologia, l'oftalmologia i l'homeopatia. Va ser també un dels tres traductors de Daguerre, amb l'obra *Exposición histórica de los procedimientos del daguerrotipo y del diorama* (1839), obra a través de la qual va penetrar a l'espanyol el lèxic de la fotografia (Gállego, 2003).

— Pere Mata i Fontanet (1811-1877): metge i polític tarragoní. La seva obra més important va ser el *Tratado de medicina y cirugía legal* (1846), però té un interès lingüístic especial per ser un dels tres traductors de la primera obra de Daguerre, *Historia y descripción de los procedimientos del darregotipo y del diorama* (Gállego, 2003).

— Narcís Monturiol i Estarriol (1819-1885): conegut per ser un dels inventors del submarí, va ser autor de l'*Ensayo sobre el arte de navegar por debajo del agua* (1891), text en què es documenten per primera vegada paraules com *ictíneo*, *escafandra*, etc.

— Jaume Ferran i Clua (1852-1929): metge tarragoní famós per la seva dedicació a la microbiologia. Va ser un dels primers d'administrar vacunes a humans. Però el seu interès lingüístic deriva de ser l'autor, juntament amb el seu col·laborador Innocent Paulí, del manual *La instantaneidad de la fotografía* (1879), un dels textos essencials per a la divulgació de la fotografia a Espanya, incorporant una part fonamental del lèxic fotogràfic a l'espanyol (Gállego, 2003).

— Eduard Maristany i Gibert (1855-1941): enginyer de camins barceloní, implicat en el desenvolupament de les primeres línies ferroviàries catalanes i autor entre 1885 i 1889 de

mitja dotzena de projectes i manuals com *Enclavamientos entre señales, agujas y otros aparatos de vía*, que van introduir gran part del lèxic del ferrocarril en espanyol (Rodríguez Ortiz, 1997).

Aquests són només alguns exemples que des del punt de vista lingüístic ens semblen rellevants. Per a la història de la llengua, ens mostren una altra cara d'una realitat lingüística que cal descriure sense prejudicis, amb el suport dels historiadors. Per a la lexicografia, ens forneix d'un conjunt de textos que permetran descriure els processos d'introducció de les terminologies en espanyol. Per a la història de la ciència, en fi, posa de manifest la necessitat d'establir lligams entre historiadors i filòlegs per tal de poder donar una imatge més completa de la importància de determinats científics i dels seus textos.⁶

6. En aquest sentit va la introducció de Blecua *et al.* (2003) al dossier monogràfic d'*Asclepio* «Historia, lengua y ciencia: un encuentro necesario», així com l'estudi de Gutiérrez Rodilla (2003) en el mateix volum.

Bibliografia

- BAJO, F. (2001), «El arte de hacer y conservar el vino de Francisco Carbonell y Bravo: primer manual de enología científica española». A: BRUMME, J. (ed.), *La historia de los lenguajes iberrománicos de especialidad*, Barcelona, Frankfurt am Main, Madrid, IULA (UPF), Vervuert, Iberoamericana, 131-144.
- BLECUA, J. M. *et al.* (coord.) (2003), «La historia de los textos científicos en la mirada del filólogo y del científico», *Asclepio*, **55** (2), 3-5.
- GÁLLEGO, R. (2003), «El léxico de la fotografía en los textos del siglo XIX en España», *Asclepio*, **55** (2), 135-157.
- GARRIGA, C. (1996), «Apuntes sobre la incorporación del léxico de la química al español: la influencia de Lavoisier», *Documents pour l'Histoire du Français Langue Étrangère ou Seconde*, **18**, 419-435.
- (1998), «Química, enseñanza y divulgación de la terminología: las Lecciones de química teórica y práctica de Morveau, Maret y Durande». A: BRUMME, J. (ed.), *La historia de los lenguajes iberrománicos de especialidad (siglos XVII-XIX); soluciones para el presente*, Barcelona, UPF, 163-174.
- (2004), «El curso de química general y la estandarización del léxico químico a principios del siglo XIX». A: ALSINA, V.; BRUMME, J.; GARRIGA, C.; SINER, C. (ed.), *Traducción y estandarización*, Madrid, Frankfurt am Main, Vervuert, Iberoamericana, 127-141.
- GUTIÉRREZ CUADRADO, J. (1998), «F. Carbonell y Bravo y su texto *Curso analítico de química* escrito en italiano por F. Mojón». A: GARCÍA TURZA *et al.* (ed.), *Actas del IV Congreso Internacional de Historia de la Lengua Española*, Logroño, AHLE, Gobierno de La Rioja, Universidad de La Rioja, 219-230.
- (2002), «La *lexia gas del alumbrado*». A: PÖLL, B.; RAINER, F. (ed.), *Vocabula et vocabularia: Études de lexicologie et de (méta-) lexicographie romanes en l'honneur du 60è anniversaire de Dieter Messner*, Frankfurt am Main, Peter Lang, 161-182.
- GUTIÉRREZ RODILLA, B. (2003), «La historia del lenguaje científico como parte de la historia de la ciencia», *Asclepio*, **55** (2), 7-25.
- MORENO VILLANUEVA, J. A. (1995-1996), «La recepción del léxico de la electricidad en el DRAE: de Autoridades de 1884», *Revista de Lexicografía*, **2**, 73-97.
- RODRÍGUEZ ORTIZ, F. (1997), *Introducción y desarrollo del léxico del ferrocarril en la lengua española*, tesi doctoral, Barcelona, Publicacions Universitat de Barcelona.
- RODRÍGUEZ ORTIZ, F.; GARRIGA, C. (2005), «La lengua de la ciencia y de la técnica moderna en el CORDE: los *Anales de química* de Proust». A: BERNAL, E.; DECESARIS, J. (ed.), *Palabra por palabra. Estudios ofrecidos a Paz Battaner*, Barcelona, IULA, 291-232.
- SECO, M. (2003), «Las palabras en el tiempo: los diccionarios históricos», *Estudios de lexicografía española*, Madrid, Gredos, 109-156.

FÍSICA Y RELIGIÓN EN LA ESPAÑA DECIMONÓNICA: MÁS ALLÁ DEL MERO CONFLICTO

STEFAN POHL VALERO

CENTRE D'ESTUDIS D'HISTÒRIA DE LES CIÈNCIES, UNIVERSITAT
AUTÒNOMA DE BARCELONA.

Palabras clave: *Iglesia católica, física, divulgación de la ciencia, España del siglo XIX*

Physics and Religion in Nineteenth-Century Spain: Beyond the mere Conflict

Summary: *This article explores some interactions between the Spanish Catholic Church and physics in the Spain of the second half of the nineteenth century. It ocuses in particular on the roll of the Church in the popularization of physics.*

Key words: *Catholic Church, physics, popularization of science, nineteenth-century Spain*

Introducción

En este artículo se abordan brevemente algunos aspectos de la interacción entre física y religión en el contexto español del siglo XIX. En particular me centro en la segunda mitad del siglo XIX, época que fue testigo de un intenso debate público entre ciencia y religión, y en el papel que tuvo la Iglesia en la divulgación de la física.

Históricamente, la relación entre ciencia y religión ha demostrado ser un proceso de interacción bastante complejo (Brooke, 1991; Brooke & Cantor, 1998; Ferngren, 2002). En general se puede hablar de tres grandes aproximaciones que se desprenden de las narrativas históricas que han abordado el tema. La primera aproximación, que po-

dríamos llamar *de conflicto*, supone que ha existido un arduo camino por tratar de imponer la razón científica basada en hechos empíricos, sobre ideas basadas en la fe y los dogmas religiosos. Esta aproximación ha enfatizado que la religión en general y en especial la religión católica han supuesto un freno irremediable para el progreso de la ciencia (véase, por ejemplo, Draper, 1876).

La segunda aproximación apunta a la idea de que ambas esferas, la científica y la religiosa, responden a diferentes necesidades humanas y que no es válido el tratar de unirlos. Así, se argumenta que el conflicto que se ha dado en el pasado fue el resultado de malentendidos e intromisiones innecesarias (Brooke, 1991: 4). Por último, y alejándose de la aproximación de conflicto, han existido narraciones históricas que han resaltado la idea de relación íntima entre ciencia y religión. Desde esta perspectiva se ha argumentado, por ejemplo, que la ciencia moderna es una derivación inconsciente de la teología medieval cristiana (Brooke & Cantor, 1998: 19).

Pero, ¿cómo se pueden articular estas tres narrativas históricas? ¿Cuál prima sobre las otras? ¿Es posible aspirar a un relato definitivo de las relaciones entre ciencia y religión? La actual historiografía ha reconocido la complejidad de estas preguntas y ha intentado buscar nuevas aproximaciones que den cuenta de las múltiples interacciones entre ciencia y religión. De forma general se puede decir que se ha resaltado la importancia de tener en cuenta los contextos sociales y culturales donde ocurre la interacción, así como las funciones que la teología puede tener dentro de la ciencia y viceversa. Las características morales y religiosas de los actores históricos, sus agendas y estrategias particulares, las diferentes audiencias que recibían y se apropiaban de las explicaciones científicas, o el grado de profesionalización e institucionalización de la ciencia son, pues, aspectos a tener en cuenta (Brooke & Cantor, 1998).

De igual manera que «la polémica de la ciencia española» ha influido la misma disciplina de la historia de la ciencia, otro tanto se puede decir de la interacción ciencia y religión.¹ Ambos aspectos, caracterizados por prolongadas controversias públicas y por lo demás íntimamente relacionados, han generado una imagen histórica que promueve una marcada polaridad y antagonismo. En vez de hablar de éxito o fracaso, conflicto o armonía, freno o complemento, parece más sugerente pensar en términos de interacción, apropiación o mediación. En otras palabras, las constantes controversias públicas que se vieron en el siglo XIX pueden poseer un interés histórico no en el sentido que revelan un verdadero o falso conflicto entre ciencia y religión, sino en que promueven la búsqueda de unas condiciones determinadas que generaron el debate. Se trata, pues, de enfocar la atención en el desplazamiento de la autoridad social y en los usos y funciones sociales de la ciencia.

1. Para un análisis sobre la influencia de «la polémica de la ciencia española» en la disciplina de la historia de la ciencia española, véase Nieto-Galan (1999).

El debate público del materialismo científico

Como ocurrió en el resto de Europa, durante la segunda mitad del siglo XIX se generó en España un debate público que giraba entorno a las posibles consecuencias antirreligiosas de nuevas teorías científicas. Naturalmente, un protagonista importante en el debate fue la teoría evolutiva de Darwin (Glick, 1982), pero otras teorías y otros personajes fueron igualmente importantes. La geología, la astronomía o la termodinámica hicieron parte del debate y muchas de estas teorías se complementaron a la hora de ser apropiadas para sustentar determinadas posturas ideológicas. Visiones evolutivas del universo en las que la materia, regida por leyes naturales, sufría un proceso de continuo perfeccionamiento se derivaron y consolidaron a partir de teorías de la física y la astronomía.

De acuerdo al materialismo científico se argumentaba que una explicación basada en la interacción mecánica de la materia era la forma adecuada y suficiente para develar todos los secretos de la naturaleza, incluyendo aquellos relacionados con los procesos orgánicos y mentales. Esta visión del mundo resaltaba la eternidad del universo y su absoluta determinación por leyes naturales, con lo que la presencia de un Dios creador y omnipresente se volvía del todo irrelevante. Uno de los principales argumentos científicos que sancionaba este determinismo físico, de acuerdo a los materialistas y naturalistas científicos, era la ley de la conservación de la energía (Büchner, 1868; Tyndall, 1874; Haeckel, 1878).

El debate que se generó en la esfera pública española en torno al materialismo científico está inserto en un entramado cultural y social, y contempla varios niveles de análisis. En primer lugar es inseparable de un proceso de comunicación científica que permitió que la autoridad social y cultural de la ciencia aumentara en la esfera pública. Relacionado con esto, es indispensable tener en cuenta un proceso secularizador que buscó, entre otras, establecer la ciencia como la fuente de autoridad moral en reemplazo de la religión, y las implicaciones políticas y sociales que se desprendieron de ello. En España, este proceso secularizador se había intensificado a partir de la revolución de 1868 y estaba íntimamente conectado con el proyecto político anticlerical de los republicanos, socialistas y anarquistas españoles (Payne, 2006).

La cruzada científica católica

Naturalmente, un actor importante en el debate fue la Iglesia católica española. Esta institución, además de condenar algunas de las teorías científicas que proponían una visión del mundo materialista, o de luchar por mantener el control sobre la educación científica universitaria, reflejó un importante esfuerzo por construir una imagen pública de ella y sus representantes que demostrara su interés y armonía por la ciencia. Una de las razones de este esfuerzo debe buscarse en el intento de la Iglesia por mantener dentro de la institución la fuente legítima de autoridad moral, y con ello su poder de control social. En este sentido, la Iglesia buscó propagar unos valores relacionados con la ciencia que a su vez sustentaran los valores católicos.

Dentro de este marco general quisiera repasar algunas de las iniciativas que tuvo la Iglesia como institución en los procesos comunicativos de la ciencia y la forma en que a través de ellos fueron interpretadas y divulgadas las leyes de la termodinámica. La Iglesia creó institutos científicos, como por ejemplo la Academia Filosófico-Científica de Santo Tomás de Aquino, fundada en Barcelona en 1879. A través de este órgano se publicó una revista científica llamada *El Sentido Católico de las Ciencias Médicas*. Siguiendo iniciativas realizadas en otros países, se publicaron asimismo revistas dedicadas a las ciencias en general. Por ejemplo, la *Ciencia Cristiana* fue fundada en 1877 y se basaba en la italiana *La Civiltà Cattolica*. Igualmente se publicaron varios libros de texto sobre física y química que intentaban reconciliar las modernas teorías de estas ciencias con la filosofía católica informada por Tomás de Aquino (Botet, 1875; Sucona, 1879; Arbós, 1881; Gispert, 1881).

De forma general se resaltaba que las modernas leyes de la física no minaban unos conceptos religiosos claves, tales como la idea de Dios, el libre albedrío o la inmortalidad del alma. Y de hecho, se trataba de demostrar científicamente estas ideas religiosas. Esto reflejaba a su vez una de las estrategias que adoptó la Iglesia a la hora de luchar públicamente contra el materialismo científico y contra los intentos secularizadores que utilizaban a la ciencia para legitimar sus discursos.

Entre estas estrategias —que se adaptaban al nuevo orden liberal que intentaba influir en la creciente opinión pública a través de medios de comunicación como la prensa (Callahan, 2003: cap. 1)— la Iglesia resaltó los aportes científicos de eminentes católicos y de sus instituciones, produjo (como ya hemos visto) revistas de divulgación científica, adoptó una retórica científica a la hora de tratar temas de teología, recurrió con ahínco a la teología natural y fomentó la discusión ontológica de leyes científicas en busca de una armonía teológica.

Por ejemplo, no era extraordinario encontrarse artículos que buscaban demostrar de forma científica la veracidad de las sagradas escrituras recomendando libros que demostraban la concordancia entre la Biblia y la geología, o por ejemplo reseñando el descubrimiento de documentos históricos antiquísimos (en escritura cuneiforme) que contenían descripciones del diluvio universal. Igualmente, se ventiló de nuevo el proceso contra Galileo por parte de la Inquisición tratando de matizar la reacción de la Iglesia, o se recurrió al testimonio histórico de muchas personas sobre la existencia de milagros para comprobar de forma *experimental* el orden sobrenatural (véase, por ejemplo, Comellas, 1880).

Indudablemente la estrategia más utilizada por las revistas católicas en sus discursos moralizadores a la hora de presentar una imagen armónica entre ciencia y religión fue la teología natural. Se resaltaba la inmensidad del universo con datos experimentales como la distancia entre el sol y la tierra, la increíble velocidad de la luz, la ingente cantidad de caballos de fuerza que el sol producía en un determinado lapso de tiempo, etc., para a continuación resaltar la grandeza y necesidad lógica de un creador. Lo mismo ocurría a escala más pequeña, por ejemplo la demostración de Dios a partir de la fascinante composición química de los organismos. Títulos como «La naturaleza ante la ciencia y la fe» o «Consideraciones

sobre la creación» eran artículos llenos de datos experimentales y referencias de reconocidos científicos internacionales que inevitablemente concluían resaltando que la maravilla y armonía de la naturaleza era la prueba experimental definitiva de que el universo había sido creado y era regido por un ser inteligente y no por un mecanismo casual.² Como lo resaltaba el dominico Zeferino González (1831-1894), el argumento «físico-teológico, basado sobre el orden, la armonía y la belleza *experimentales y positivas* en el mundo, que acusan de la manera más evidente, y hasta en cierto modo experimental, positiva y tangible, la existencia de una inteligencia suprema, causa supracósmica de la existencia y gobierno del universo [...]» (González, 1872: 132).

Un elemento importante en la campaña pública de la Iglesia por demostrar su espíritu científico consistió en resaltar la existencia de personajes e instituciones científicas de reconocido carácter católico. Así, se mencionaba con frecuencia cómo en otras partes de Europa existía un fuerte movimiento científico-católico representado por revistas como las italianas *La Scienza Italiana* y *La Civiltà Catolica*, o la belga *Revue des Questions Scientifiques*. Igualmente se resaltaban academias y sociedades católicas dedicadas a cuestiones científicas. La Academia Filosófico-Médica de Santo Tomás de Aquino instituida en 1874 en Bolonia, la sociedad Görres para promover los estudios científicos en la Alemania católica o la sociedad científica de Bruselas eran algunos ejemplos. Como un artículo comentaba al respecto, estos esfuerzos demostraban que la Iglesia estaba organizando «una verdadera cruzada científica, que será la admiración de las gentes en los tiempos futuros» (Ortí, 1877: 351).

En las publicaciones católicas se nombraban continuamente a los católicos de «reconocida ortodoxia» que destacaban por su autoridad y reconocimiento científicos. El astrónomo y jesuita italiano Angelo Secchi (1818-1878) o el abate y gran divulgador francés de la física François Moigno (1804-1884) eran ejemplos que se esgrimían con frecuencia. En cuanto a los héroes locales, tal vez el prelado católico español que más prestigio tenía era el dominico Zeferino González; sus trabajos eran citados con asiduidad y sus conocimientos científicos eran resaltados. Como dijera un artículo al comentar una de sus obras, «en sus *Estudios religiosos, filosóficos, científicos y sociales* hay dos trabajos sobre los termómetros y la electricidad los cuales nada dejan que desear a los más expertos en ciencias naturales.»³ Igualmente, algunos libros de texto sobre ciencias eran destacados en la medida que sus autores eran expresamente católicos.

La lectura católica de las leyes de la termodinámica

Relacionado con la termodinámica y en clara respuesta a la amplia difusión de obras de materialistas y naturalistas científicos, el mismo significado ontológico de la energía fue interpretado y expuesto por intelectuales católicos españoles de forma que evitara una interpre-

2. Respectivamente, Muñoz de Luna (1874-1875) y Perier (1876).

3. *La Defensa de la Sociedad* (1873), vol. iv, p. 585.

tación determinista y materialista. Aunque la conservación de la energía había sido utilizada para legitimar una visión del mundo eterna y sin necesidad de un Dios creador, muchos intelectuales católicos divulgaron una interpretación ontológica de la energía que evitaba tales concepciones. El argumento utilizado, que se basaba especialmente en las ideas del astrónomo y jesuita Angelo Secchi expuestas en su libro *L'Unità della forze fisiche, saggio di filosofia naturale*, consistió en negar el concepto de energía como algo inherente a la materia, como una realidad objetiva (Secchi, 1869). La energía, o las *fuerzas físicas*, como se les llamaban, fueron expuestas como el resultado exclusivo del choque de la materia y el éter. Con esto se trataba de presentar a la materia como un ente totalmente inerte, sin capacidad de producir sus propias actividades. Esto evitaba la imagen de un mundo eterno y cíclico, ya que se necesitaba para su activación de un agente externo, agente que no era otra cosa que la mano de Dios.

La segunda ley de la termodinámica fue igualmente utilizada para demostrar una visión del mundo en armonía con los valores católicos. La ley de la disipación de la energía, o como el físico alemán Rudolf Clausius (1822-1888) la había denominado, la *entropía*, caracterizaba un universo material que necesariamente debía tener un inicio y que se dirigía inevitablemente hacia un fin, aquel donde toda la energía estaría disipada en forma de calor y, por lo tanto, no habría posibilidad de ningún tipo de vida. Esta ley fue presentada entonces como una ley natural que caracterizaba un universo teleológico con principio y fin, y supuso un argumento adicional en contra de una visión del mundo cíclica y eterna.

Conclusiones

Dentro del proceso secularizador de la época, los esfuerzos de la Iglesia católica española por difundir públicamente su interés y armonía con la ciencia se deben entender, por lo menos en parte, como un esfuerzo por aumentar el prestigio y autoridad de la Iglesia para mantener así a sus feligreses y el control social sobre ellos.

En este proceso, la Iglesia tuvo un papel en la divulgación de las teorías científicas, toda vez que produjo publicaciones al respecto, fundó instituciones científicas y fomentó el debate público sobre el papel de la religión en la ciencia y viceversa. Los múltiples textos moralizadores elaborados en la segunda mitad del siglo XIX y que recurrían a la teología natural exponían, no obstante, una amplia cantidad de datos científicos, con lo que el mismo texto podía ser leído como un trabajo de popularización científica o como uno de teología. Así pues, la Iglesia —como muchas otras instituciones— debe ser tenida en cuenta a la hora de analizar los mecanismos que permitieron una presencia cada vez mayor de la ciencia en la esfera pública española.

Es bajo este contexto que la Iglesia como institución y el catolicismo como tradición cultural son elementos sin los cuales no se pueden entender los procesos de apropiación que sufrieron las leyes de la termodinámica en la esfera pública española de la segunda mitad del siglo XIX.

Bibliografía

- ARBÓS, J. (1881), *Tratado fundamental de química y física con arreglo a la doctrina de Santo Tomás de Aquino sobre la materia y la forma: seguido de un plan general para el estudio de dichas ciencias*, Barcelona, Imprenta y Librería Religiosa y Científica del Heredero de Pablo Riera.
- BOTET, R. (1875), *Tratado completo de química general filosófica*, Manila, Establecimiento Tipográfico de Sto. Tomás.
- BROOKE, J. (1991), *Science and religion*, Cambridge, Cambridge University Press.
- BROOKE, J.; CANTOR, G. (1998), *Reconstructing nature. The engagement of science and religion*, Edimburgo, T&T Clark Ltd.
- BÜCHNER, L. (1868), *Fuerza y materia: Estudios populares de historia y filosofía naturales*, Madrid, Librería de Alfonso Durán.
- CALLAHAN, W. J. (2003), *La iglesia católica en España (1875-2002)*, Barcelona, Crítica.
- COMELLAS, A. (1880), *Demostración de la armonía entre la religión y la ciencia*, Barcelona, Librería de Álvaro Verdaguer.
- DRAPER, J. W. (1876), *Historia de los conflictos entre la religión y la ciencia*, Madrid, Imprenta de Aribau.
- FERNGREN, G. B. (ed.) (2002), *Science and religion: A historical introduction*, Baltimore, The Johns Hopkins University Press.
- GISPERT, J. (1881), «Sección doctrinal. La teoría atómico-dinámica. Y el sistema escolástico de la materia y la forma», *El Sentido Católico de las Ciencias Médicas*, III, 653-657, 669-675, 685-691.
- GLICK, T. F. (1982), *Darwin en España*, Madrid, Cátedra.
- GONZÁLEZ, Z. (1872), *El positivismo materialista*, Madrid, Don Juan Aguado.
- HAECKEL, E. (1878), «Teoría evolutiva del universo y de la tierra», *Revista Europea*, XII, 392-399, 431-436.
- MUÑOZ DE LUNA, R. (1874-1875), «Sección doctrinal. La naturaleza ante la ciencia y la fé», *La Defensa de la Sociedad*, VI, 609-617.
- NIETO-GALAN, A. (1999), «The images of science in modern Spain. Rethinking the "Polémica"». En: GAVROGLU, K. (ed.), *The science in the European periphery during the Enlightenment*, Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, 73-94.
- ORTÍ, J. M. (1877), «Revista de asociaciones científico-católicas», *La Ciencia Cristiana*, II, 350-364.
- PAYNE, S. G. (2006), *El catolicismo español*, Barcelona, Planeta.
- PERIER, C. M. (1876), «Sección Doctrinal. Consideraciones sobre la creación», *La Defensa de la Sociedad*, IX, 3-41.
- SECCHI, A. (1869), *L'unité des forces physiques. Essai de philosophie naturelle*, París, F. Savy, Libraire-Éditeur.
- SUCONA, T. (1879), *Santo Tomás de Aquino y la química moderna*, Tarragona, [s. n.].
- TYNDALL, J. (1874), «La evolución histórica de las ideas científicas», *Revista Europea*, II, 469-476, 500-513.

LLISTA DE PARTICIPANTS

IX Trobada d'Història de la Ciència i de la Tècnica (Girona, 2006)

Nom

Acosta Rizo, Carlos
Adam Donat, Antoni
Alayo Manubens, Joan Carles
Aznar y del Àguila, Juan Jesús
Baig i Aleu, Marià
Barca Salom, Francesc Xavier
Batlló Ortiz, Josep
Beretta, Marco
Bernat, Pasqual
Bertomeu Sánchez, José Ramón
Boada, Marc
Bohigas i Maynegre, Jordi
Boner, Patrick
Caballer Vives, Maria Cinta
Cadefau Surroca, Trinidad
Calvo Calvo, Àngel
Calvó Monreal, Francesc Xavier
Camacho Fernández, Johanna
Camarasa Castillo, Josep Maria
Camós Cabeceran, Agustí
Cartañà i Pinén, Jordi
Castells i Llavanera, Marina
Català Gorgues, Jesús I.
Català Poch, Carme
Català Poch, M. Assumpció
Ceba Herrero, Agustín
Chamorro Trenado, Miquel Àngel
Chifré i Petit, Eduard Josep
Clemente Martínez, Carme
Cobo Gómez, Jesús Vicente
Comes Maymó, Mercè
Cuéllar Fernández, Luigi
Cuello Subirana, Josep
Duran Castells, Jaume
Duran i Pineda, Ricard
Español González, Luis

Correu electrònic

geo_carlosacosta@hotmail.com
AAD@ouc.es
jc.alayo@eic.ictnet.es
museutecnicaemp@terra.es
baig@ifae.es
francesc.x.barca@upc.edu
jbatllo@obsebre.es
beretta@philo.unibo.it
pbernat@xtec.cat
bertomeu@uv.es
mboada@pendulum.es
ilccvv@udg.es
pb331@cam.ac.uk
mariacinta.caballer@ehu.es
b7005741@centres.xtec.es
angel.calvo@ub.edu
arjuna03@terra.es
johanna_camacho5@hotmail.com
jcamarasa@iec.cat
acamos@xtec.net
j.cartana@hotmail.com
marina.castells@ub.edu
jcatala@uch.ceu.es
catala_poch@menta.net
catala_poch@menta.net
aguscebe@yahoo.es
mangel.chamorro@udg.es
jchifre@gencat.net
clemente@altanet.org
jcobo@tauli.cat
mcomes@ub.edu
lhcuello@puc.cl

jaumeduran@ub.edu
ricardduran@hotmail.com
luis.espanol@dmc.unirioja.es

Fernández-Novell, Josep M. *jmfernandeznovell@ub.edu*
 Ferran Boleda, Jordi *jferranb@uoc.edu*
 Forcada Nogués, Miquel *mforcada@ub.edu*
 Fuente i Collell, Pere de la *iesterraroja@xtec.cat*
 García Belmar, Antonio *belmar@ua.es*
 García Martínez, Álvaro *alvaro.garcia@udistrial.edu.co*
 Garriga Escribano, Cecili *Cecilio.Garriga@uab.es*
 Garrigós Oltra, Lluís *lfgarrig@fis.upv.es*
 Gassiot Matas, Lluís *lluigassiot@inicia.es*
 Genescà Sitjes, Maria *mgenesca@obsebre.es*
 Grapí Vilumara, Pere *pgrapi@xtec.cat*
 Guevara Casanova, Iolanda *iguevara@xtec.cat*
 Guillem-Llobat, Ximo *joaquim.guillem@uv.es*
 Gutiérrez Medina, M. Lluïsa *lgtierrez@ub.edu*
 Herrera Casais, Mónica *monicaherrera@wanadoo.es*
 Izquierdo Aymerich, Mercè *merce.izquierdo@uab.es*
 Johnston, Stephen *stephen.johnston@mhs.ox.ac.uk*
 Jordi Taltavull, Marta *martajordit@gmail.com*
 Konstantinidou, Aikaterini *akonstko7@aet.uab.edu*
 Lanuza Navarro, Tayra M. C. *tayra.lanuza@uv.es*
 Lara Garcés, M. Pilar *mplara2002@hotmail.com*
 Llombart Palet, Josep *jose.llombart@ehu.es*
 Lusa Monforte, Guillermo *guillermo.lusa@upc.edu*
 Mañes Beltrán, F. Xavier *xavier.manes@uab.es*
 Maroto i Borrego, Josep Vicent *jmaroto@prv.upv.es*
 Martínez Vidal, Àlvar *alvar.martinez.vida@uab.es*
 Martínez-Márquez Balleste, Rosa *jlribes@teleline.es*
 Marzàbal Blancafort, Ainoa *ainoamb@gmail.com*
 Massa Esteve, M. Rosa *m.rosa.massa@upc.edu*
 Merino Rubilar, Cristian *cristiangonzalo.merino@campus.uab.es*
 Miró Ametller, Joan *joan.miro@udg.es*
 Moll Blanes, Isabel *DHAIMB0@uib.es*
 Montserrat i Sangrà, Jesús M. *jmontse3@xtec.cat*
 Moreno Lupiáñez, Manuel *manuel.moreno@upc.edu*
 Mülberger, Annette *Annette.Mulberger@uab.es*
 Nadal Puigdefàbregas, Anna *annaijoan@correucatala.com*
 Navarro Brotons, Víctor *victor.navarro@uv.es*
 Navarro Loidi, Juan *jnavarrolo@euskalnet.net*
 Pardo Tomàs, José *pppardo@bicat.csic.es*
 Parra Serra, Josep Manel *jparra@ffn.uab.es*
 Paternain Suberviola, José Luis *joseluis.paternain@urv.net*
 Pellón González, Inés *ines.pellon@ehu.es*
 Perarnau Llorens, Jaume *jperarnau@gencat.net*
 Pérez Pérez, Núria *nuriap.perez@upf.edu*
 Pineda Fluixà, Cristina
 Piqueras Carrasco, Mercè *mercepiqueras@mesvilaweb.cat*
 Pohl Valero, Stefan *cehic@uab.es*

Pons Busquet, Jordi
Pons Poblet, Josep Maria
Puig Aguilar, Roser
Puig-Pla, Carles
Puigvert Solà, Joaquim M.
Pujol Bertran, Anton
Quintanilla Gatica, Mario
Ramírez Martínez, Felipe E.
Rebagliato Font, Joan
Recasens Gallart, Eduard
Riera Climent, Luis
Riera Palmero, Juan
Ripoll Masferrer, Ramon
Rius Piniés, Mònica
Roca Rosell, Antoni
Rodríguez Ortiz, Francesc
Romero Vallhonestà, Fàtima
Ros Massana, Rosa
Ruhí i Vidal, Albert
Ruiz Castell, Pedro
Sabaté i Marín, Glòria
Sallent Del Colombo, Emma
Sánchez Miñana, Jesús
Senra Petit, Pau
Simón Castel, Josep
Sucarrats Riera, Raimon
Suriol Castellví, Josep
Tarrés Turon, Josep
Torres Llinàs, Lluís
Valentines Álvarez, Jaume
Vallmitjana Rico, Santiago
Varela Restrepo, J. Joaquín
Vidal Hernández, Josep Miquel
Vilallonga, Borja
Villanueva Garcia, Begoña
Villuendas Pellicero, Diego
Virós i Pujolà, Lluís
Zarzoso Orellana, Alfons
Zúñiga Carmona, José Omar

museu_cinema@ajgirona.org
josepm.pons@udg.es
roserpuig@ub.edu
carles.puig@upc.edu
joaquim.puigvert@udg.es
apujol@comib.com
mquintag@puc.cl
ies.las.verdillas@centros5.pntic.mec.es
annaijoan@correucatala.com
eduardo.recasens@upc.edu

jriera@med.uva.es
f.ripoll@caoc.net
monica_rius@ub.edu
antoni.roca-rosell@upc.edu
Francesc.Rodriguez@uab.es
fromero1@xtec.cat
rosa.ros@udg.es
albertruhi@cdgir.com
pedro.ruiz@mec.es
glsabatm7@farab.ub.edu
emma.sallent@ub.edu
jsm@etsit.upm.es
pauspetit@yahoo.es
phljs@leeds.ac.uk
rsucarrats@gmail.com
jose.suriol@upc.es
joseptarres@telefonica.net
lluis.torres@udg.es
jaume.valentines@upc.edu
santi.vallmitjana@ub.edu
jjoaquin@hotmail.com
jmv.ime@cime.es
bvilallonga@mac.com
bzbvigab@ehu.es
villuendas.diego@gmail.com
lviros@xtec.cat
azarzoso@museudelamedicina.org
omarzuni@hotmail.com

NORMES D'EDICIÓ

ACTES D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA

Presentació d'originals

1. Els treballs s'han de presentar en suport informàtic (degudament identificats amb els noms i cognoms dels autors) compatible amb el programa Microsoft Word per a PC de tractament de textos, i acompanyats de la corresponent còpia impresa en paper. Penseu que la còpia impresa és de molta ajuda en el cas que l'article inclogui taules, gràfiques, il·lustracions o qualsevol altra especificitat.

2. Els originals en paper s'han d'enviar a nom de Societat Catalana d'Història de la Ciència i de la Tècnica (*Actes d'Història de la Ciència i de la Tècnica*), carrer del Carme, 47, 08001 Barcelona (Spain). La versió electrònica corresponent s'ha d'enviar com a fitxer adjunt a l'adreça *schct@iec.cat* posant com a assumpte «article *Actes*».

3. L'extensió màxima dels articles —incloent-hi gràfiques, esquemes, il·lustracions, notes i bibliografia— ha de ser de dotze fulls mecanografiats preferiblement amb el tipus de lletra Times New Roman, a un espai i mig d'interlineat, en format DIN A4 d'un màxim de trenta línies de setanta espais (aproximadament 26.000 caràcters).

ORGANITZACIÓ DE L'ARTICLE

1. Títol del treball, en majúscules i negreta. Nom, cognoms, adscripció professional del(s) autor(s) i correu(s) electrònic(s). Paraules clau. A més, en anglès: títol del treball, resum del contingut —*summary*— d'un màxim de deu línies i *key words*.

Model:

NOVES APORTACIONS AL CONEIXEMENT DE L'OBRA ALQUÍMICA D'ISAAC NEWTON

M. DOLORS ROVIRA;¹ MERCÈ FONT I PONS²

¹ GRUP D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA, INSTITUT D'ESTUDIS CATALANS.

² CENTRE D'HISTÒRIA DE LES CIÈNCIES, UNIVERSITAT AUTÒNOMA DE BARCELONA.

Paraules clau: *alquímia, Isaac Newton, Anglaterra als segles xvii i xviii*

New Insight to the Knowledge of the Alchemy Work of Isaac Newton

Summary: *This is a very short summary of the chapter: New Insight to the Knowledge of the Alchemy Work of Isaac Newton.*

Key words: *alchemy, Isaac Newton, England in the xviiith and xviiiith centuries*

2. Dins de l'article, els apartats amb títol han d'anar precedits per un espai interlineat addicional i escrits amb negreta.

3. Les il·lustracions han de ser a una tinta i cal facilitar-ne una còpia de la millor qualitat, per afavorir-ne la reproducció. També s'admeten imatges en suport electrònic. Les figures i les taules s'han de numerar correlativament amb nombres aràbics: figura 1, figura 2...; taula 1, taula 2...

4. Les citacions d'altres treballs s'han d'incloure dins del text i s'adequaran al model següent:

Un autor: (Navarro, 1992: 197-207) (Lusa, 1993: 152)

Dos autors: (López Piñero & García Ballester, 1971)

Més de dos autors: (Glick *et al.*, 1978: 88-103)

5. Les notes a peu de pàgina s'han de reduir al màxim.

6. Cada article ha d'incloure, al final, una bibliografia organitzada alfabèticament segons els cognoms dels autors o, en cas de treballs anònims, per la primera paraula del títol —que no sigui article o partícula. Si un autor té més d'un treball, l'ordre de les successives referències serà cronològic i, si hi ha més d'una referència d'un mateix any, s'escriurà a continuació de l'any una lletra minúscula per ordre alfabètic (2007a, 2007b...).

7. Les referències bibliogràfiques correspondran a publicacions citades dins del text i seguiran els models següents:

Articles de revistes:

SALAVERT FABIANI, V. L. *et al.* (1991), «Bibliografía histórica sobre la ciencia y la técnica en España», *Asclepio*, **43** (2), 233-302.

Llibres:

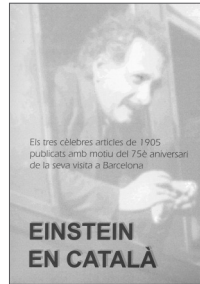
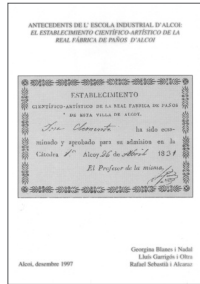
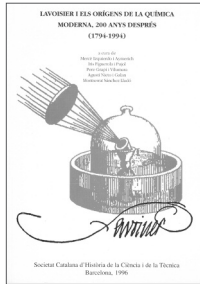
VERNET, J. (1978), *La cultura hispano-àrabe en Oriente y Occidente*, Barcelona, Ariel.

Capítols de llibres, actes de congressos o llibres miscel·lanis:

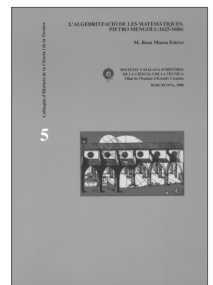
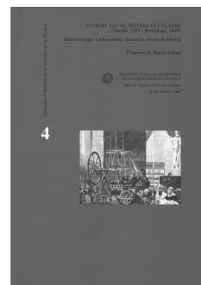
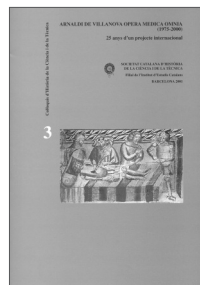
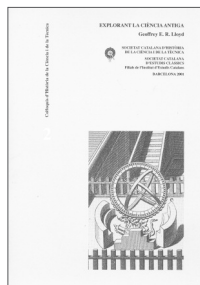
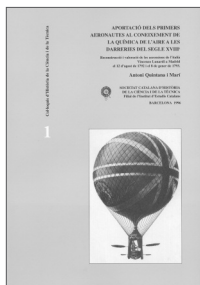
ROCA ROSELL, A. (1988), «La ciència internacional a Catalunya (1914-1923)». A: NAVARRO VEGUILLAS, L. (ed.), *Història de la física. Actes de les Trobades Científiques de la Mediterrània (Maó 1987)*, Barcelona, CIRIT, 319-332.

PUBLICACIONS DE LA SOCIETAT CATALANA D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA

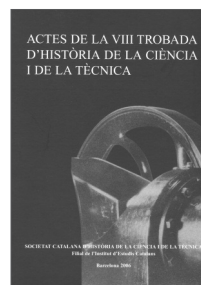
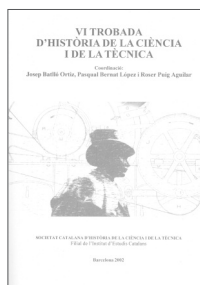
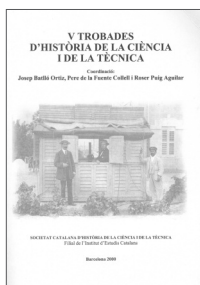
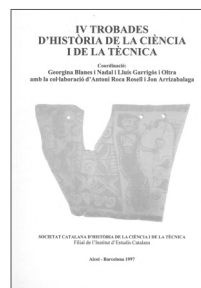
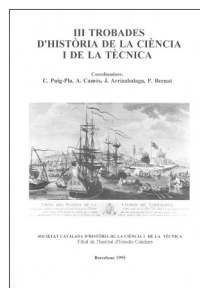
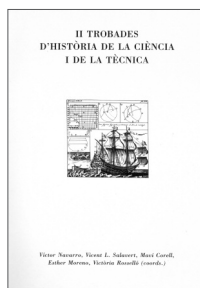
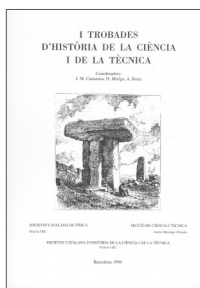
Monografies



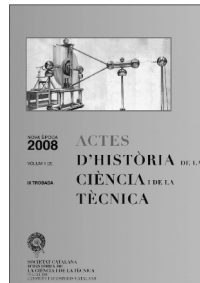
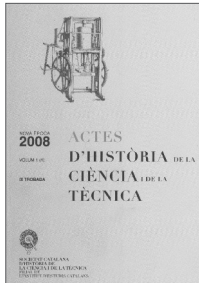
Col·loquis



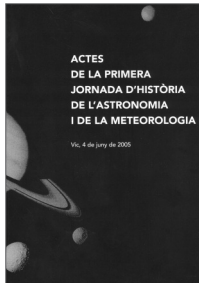
Actes d'Història de la Ciència i de la Tècnica (primera època)



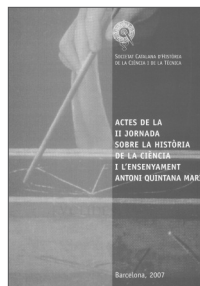
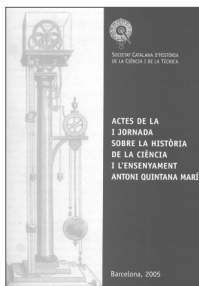
Actes d'Història de la Ciència i de la Tècnica (nova època)



Jornada d'Astronomia i Meteorologia



Història de la Ciència i l'Ensenyament



ACTES
D'HISTÒRIA DE LA
CIÈNCIA I DE LA
TÈCNICA