



NOVA ÈPOCA
2009

VOLUM 2 (2)

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

Editor en cap

Carles Puig-Pla
Universitat Politècnica de Catalunya

Editors del present volum

Jordi Ferran Boleda
Universitat Oberta de Catalunya

Carles Puig-Pla
Universitat Politècnica de Catalunya

Consell editorial

Josep Batlló Ortiz
CGUL-IDL, Universidade de Lisboa

Pere Grapi Vilumara
CEHIC-Universitat Autònoma de Barcelona

Nèstor Herran Corbacho
IRIST-Université de Strasbourg

Maria Rosa Massa Esteve
CRHT-Universitat Politècnica de Catalunya

Roser Puig Aguilar
Universitat de Barcelona

Consell assessor

Mònica Rius Piniés
Universitat de Barcelona

Antoni Roca Rosell
Universitat Politècnica de Catalunya

Xavier Roqué Rodríguez
CEHIC-Universitat Autònoma de Barcelona

José Pardo Tomás
Institució Milà i Fontanals – CSIC

Josep M. Vidal Hernández
Institut Menorquí d'Estudis

Víctor Navarro Brotons
Universitat de València

ACTES
D'HISTÒRIA DE LA
CIÈNCIA I DE LA
TÈCNICA

NOVA ÈPOCA / **VOLUM 2 (2)** / 2009



**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>

Imatge de la coberta: Coberta del manual de Silberschlag d'enginyeria hidràulica

Disseny gràfic: Maria Casassas

© dels autors dels articles

© 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

Tiratge: 500 exemplars

Text revisat lingüísticament per Mercè Rial

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. 47.665-2008

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

Editorial	7
-----------------	---

ARTICLES

Kathryn M. OLESKO: Geopolitics & Prussian technical education in the late-eighteenth century	11
Àlvar MARTÍNEZ VIDAL; EMMA SALLENT DEL COLOMBO: «Making Science Understandable». Divulgació científica i mediació editorial: El cas de <i>The Wisdom of the Body</i> de Walter B. Cannon (1871-1945)	45
Carmel FERRAGUD: Els practicants de la medicina en la creació del Regne de València (1238-1300).....	61
Jesús SÁNCHEZ MIÑANA; Guillermo LUSA MONFORTE: De músico a óptico: los orígenes de Francesc Dalmau i Faura, pionero de la luz eléctrica y el teléfono en España.....	87
Néstor HERRAN: La radioactivitat a les patents d'invenció espanyoles, 1900-1929	99
Josep SURIOL CASTELLVÍ: Els túnels ferroviaris a la collada de Toses	111
Lluís GARRIGÓS OLTRA: Identificación del color reflejado mediante patrones generados por superposición de filtros a principios del siglo xx: el analizador de Kallab	123
José Luis PATERNÁIN; María CABRÉ BARGALLÓ; Miguel Ángel MONTERO SIMÓ; Antoni ROMEU FIGUEROLA: Conrad Hal Waddington (1905-1975). El naixement de l'epigenètica	135
NORMES D'EDICIÓ	147
PUBLICACIONS DE LA SOCIETAT CATALANA D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA	151

EDITORIAL

Actes d'Història de la Ciència i de la Tècnica inicia amb aquest número una segona fase de la nova trajectòria iniciada l'any 2008. Tal i com s'anunciava a la presentació del primer volum d'aquesta nova etapa, la revista de la Societat Catalana d'Història de la Ciència i de la Tècnica (SCHCT) ha mantingut en els tres primers números apareguts una certa continuïtat amb el que s'havia fet amb les antigues publicacions de les actes de les trobades o de les diverses jornades organitzades per la Societat.

Després d'una voluntat manifesta de transició suau, notareu que aquest exemplar presenta ja una significativa reducció, tant pel que fa al nombre de pàgines com al nombre d'articles, sempre en la línia del que ens havíem marcat per aconseguir un format més proper a les publicacions periòdiques de la disciplina. S'ha intentat fer un esforç per aconseguir aquella exigència progressiva de rigor professional que el consell editorial desitja i que ja esmentava com a objectiu en el primer número de la revista.

Així mateix, *Actes d'Història de la Ciència i de la Tècnica* s'obre a contribucions d'investigadors de la història de la ciència, la tècnica i la medicina més enllà dels membres de la SCHCT sense cap altra restricció que les del rigor professional de les recerques presentades i el compliment de les normes d'edició. Com veureu en les normes d'edició, a partir d'ara la revista oferirà també la possibilitat de publicar notes de recerca, i revisions bibliogràfiques.

Des d'aquí us volem convidar a fer-nos arribar les vostres recerques per a publicar-les en els propers números.

ARTICLES

GEOPOLITICS & PRUSSIAN TECHNICAL EDUCATION IN THE LATE-EIGHTEENTH CENTURY¹

KATHRYN M. OLESKO

BMW CENTER FOR GERMAN & EUROPEAN STUDIES
SUITE 501 ICC, GEORGETOWN UNIVERSITY
WASHINGTON, DC 20057-1022 USA.
oleskok@georgetown.edu

Paraules clau: *Instrucció tècnica, Prússia, enginyeria hidràulica del segle XVIII, Banakademie.*

Geopolitics & Prussian technical education in the late-eighteenth century

Summary: *Technical instruction in eighteenth-century Prussia—both military and civilian—faltered for most of the century. In the military, promising technical achievements, such as Leonhard Euler's application of the calculus to Benjamin Robins' ballistics, were accompanied by weak institutional settings for training military engineers,*

1. An abbreviated version of this essay was presented as the plenary lecture at the X Trobada d'Història de la Ciència i de la Tècnica in Lleida, Spain on Nov. 13, 2008. I thank Antoni Roca-Rosell and his colleagues for their gracious invitation and conference participants for their perceptive remarks. This essay is drawn from my book-in-progress, *Prussian Precision, 1648-1947*, Chapter 3, «Public Works and Exactitude». Parts of this project were supported by the National Science Foundation, the National Endowment for the Humanities, the Georgetown University Graduate School, and last, but not least, the BMW Center for German & European Studies at Georgetown. I thank them one and all.

The following abbreviations are used below: Geheimes Staatsarchiv Preußischer Kulturbesitz (GStA PK), Generaldirektorium (GD), Hauptabteilung (HA), Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek (NSUB), *Sammlung nützlicher Aufsätze und Nachrichten* (SNA).

with the result that much of the best military technical training continued to take place by apprenticeship. Civilian technical instruction fared better thanks to the expansion of Prussia. Obtaining control over Prussia's territorial acquisitions in many respects demanded greater technical expertise than the wars that yielded them. This essay argues for the importance of Prussian territorial expansion from 1742, when Prussia acquired Silesia, to the three Polish partitions in 1772, 1793, and 1795, in shaping Prussian technical instruction in civil engineering. Specifically, the geography of the North European Plain—with its marshes and bogs, lakes and lagoons, and numerous waterways—presented formidable challenges, especially in hydraulic engineering. Field experiences in that region were decisive in shaping Prussian civil engineering practices that, at the end of the century, became the foundation of technical instruction at the Bauakademie, Prussia's technical school for civil engineering and architecture, established in 1799. The Bauakademie was the earliest predecessor of the Technische Hochschule in Berlin (1879).

Key words: Technical instruction, Prussia, eighteenth-century hydraulic engineering, Bauakademie

Introduction

For most of the eighteenth century, Prussia was a geographical jigsaw puzzle. Its key province, Brandenburg, was on the west surrounded at a distance by a territorial archipelago dotting the Holy Roman Empire, and on the east separated from the country's eastern-most province, East Prussia (Ducal Prussia), by the vast plains of the Polish-Lithuanian Commonwealth. Wars expanded Prussian territory considerably, helping to create geographical continuity. In the Wars of Austrian Succession, Frederick the Great acquired Silesia in 1741, and with it most of the Oder River. Decades later the war between the Polish-Lithuanian Commonwealth and Russia resulted in the division of Poland among the victors. As a result of three Polish partitions, Prussia nearly doubled its size, gaining the provinces of West Prussia and the Netzedistrikt in 1772, South Prussia in 1793, and finally New East Prussia in 1795. Altogether Prussia's expansion over nearly fifty years amounted to roughly 340,000 square kilometers. All of these new provinces shared a similar geography: flat, marshy land laced with rivers—a nightmare to traverse in any season but winter when the ground water was frozen. Populated by Poles and Slavs, Prussians considered these provinces «wilderness» in need of taming. Prussians civilized that wilderness through hydraulic engineering projects that drained land for colonization and linked waterways for transport. Massive in scale, these ventures helped to define the Prussian state, molded Prussian engineering instruction, and

shaped the attitude and outlook of the Prussian engineer as well as his relationship to the state.

None of these hydraulic engineering projects were easy to execute. The draining and rerouting of the Oder River in Silesia between 1747 and 1753 illustrate their challenges and complexities. Life on either side of the Oder had been conditioned for centuries by twice-yearly flooding, after the snow melt in the spring, and then again in the summer. The nature of the Oder in several areas was not that of a river flowing from its source to mouth, but rather of a body of water that saturated land and meandered through the landscape carving out sandbars and little islands whose locations and configurations changed with every flood. Wartime experiences on the Oderbruch, the marshy area bordering the river, convinced Frederick II (r. 1740-1786) to drain the area to facilitate troop maneuverability, to

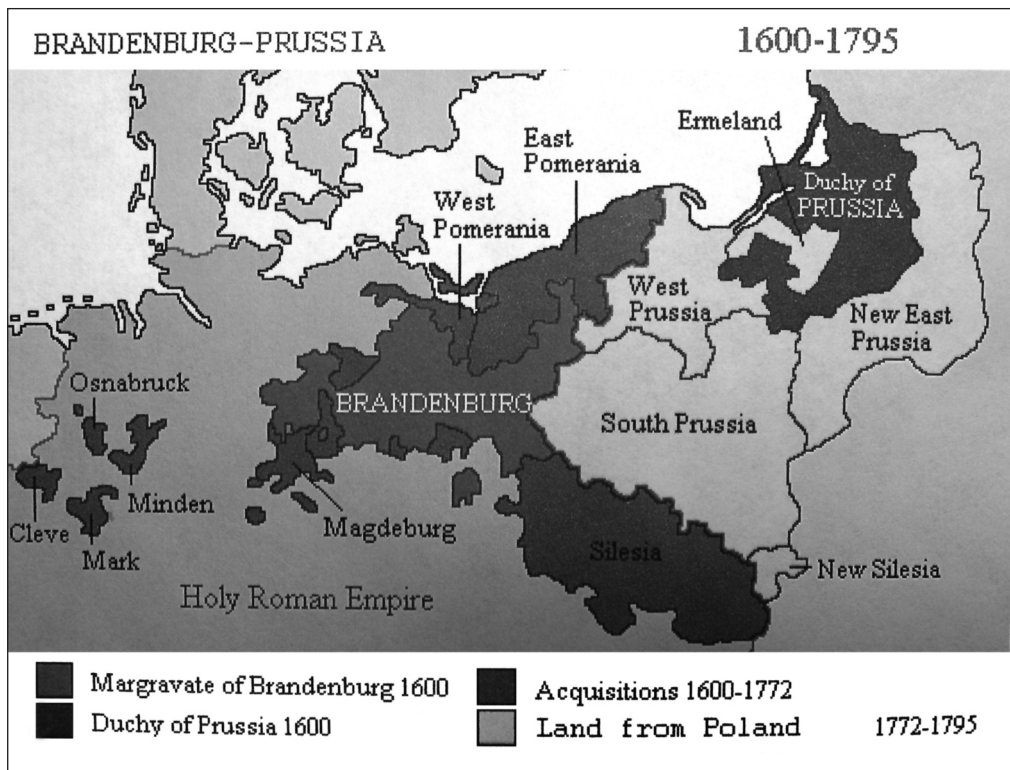


Figure. 1. Prussian Territorial Expansion, 1600-1795.

Source: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Acprussiamap2.gif>

Permission is granted to copy, distribute and/or modify this document under the terms of the GNU Free Documentation License, http://en.wikipedia.org/wiki/GNU_Free_Documentation_License. Courtesy of Adam Carr.

improve water transport, as well as to create new sites for settlement and farming. His subsequent management of newly acquired land created a template for development that he and his successors deployed repeatedly over the century. The rerouting of the Oder River and the draining of the marshland on either side of the river covered an area about sixty kilometers long and twelve to twenty kilometers wide. The plan to reroute the Oder and reclaim land was conceived as a part of economic and demographic modernization that included increasing trade, having greater access to major water routes, exchanging indigenous fishing for farming, and creating a more profitable region economically. The attempt to control nature, though, was anything but. Flooding persisted, as it still does today. With each flood the force of the water moved the Oder closer to its older meandering configuration, and each time the dikes, dams and locks were repaired to bring the Oder back to its straighter route.²

Predicting and controlling the flow of water properly required careful measurements of elevation and the horizon. In addition, for the construction of locks that would enable travel over a gradient, the water's volume and velocity had to be computed accurately. Neither set of measurements was easy. Records for the project indicate that those who worked on it wanted to «measure and level accurately», but constantly fell short of their goal. Surveying the Oderbruch was always a complex balancing act: soggy land made it difficult to determine the horizon; hundreds of people had to be organized and coordinated (at the height of the project approximately 1,000 people worked in a single day); bad weather threw schedules off; sickness, including malaria, always threatened; and the labor force either worked against the clock to keep costs down (the budgets were always inaccurate) or sabotaged the project, obstructing its progress. Military engineers—called to the project belatedly and always few in number—were not always prepared for the technical difficulties involved: they had to be instructed on the spot in how to perform leveling on a marshy terrain that compromised accurate readings. The river's gradient proved to be the project's Achilles heel, especially at the Finow Canal, which linked the Oder and Havel Rivers.³ Both on the Oder River and at the Finow Canal, the number of locks had to be continual-

2. On the Oderbruch region, and the project of 1747-53 in particular, see: Gerd Heinrich, «Friedrich der Grosse und die Preussische Wasserstrassenpolitik», in Helmut Neuhaus, ed., *Verfassung und Verwaltung* (Köln: Böhlau Verlag, 1994), 103-123; Bernd Hermann, «Nun blüht es von End' zu End' all überall». *Die Eindeichung des Nieder-Oderbruches, 1747-1753: Umweltgeschichtliche Materialien zum Wandel eines Naturraums*. Cottbuser Studien zur Geschichte von Technik, Arbeit, und Umwelt, Bd. 4 (Münster: Waxmann, 1997); Siegfried Bacher, *Kulturhistorische Landschaftselemente in Brandenburg: Entwässerungssysteme am Beispiel des Oderbruchs* (Berlin: Verlag für Wissenschaft und Forschung, 1999); David Blackburn, *The Conquest of Nature: Water, Landscape, and the Making of Modern Germany* (New York: W. W. Norton, 2006), 21-76.

3. GStA PK, II. HA GD, Abt. Kurmark, Tit. CCLXXIX, Lit. F, Nr. 2, Bd. 8, fols. 1, 3-6; David Gilly, «Kurzgefasste Darstellung der vorzüglichsten Gegenstände der Land- und Wasser-Baukunst in Pommern, Preußen, und einem Theil der Neu- und Kurmark», *SNA* 1.1 (1797): 26-52, on 39-43.

ly adjusted to fit the gradient properly—an indication that the leveling had not been done accurately.⁴

That the project was completed at all is remarkable given that at the time, there was in Prussia no rigorously formal means for training civil engineers. The project's director, the engineer Simon Leonhard van Haerlem, came from a family of hydraulic engineers based in Hanover. The mathematician Leonhard Euler (1707-1783), whom Frederick II had brought to the Berlin Academy of Sciences along with other mathematicians to assist in state economic projects, figured out how to reduce the labor required for the project by demonstrating that the sheer force of the water flowing through the new route would complete the dredging to the necessary depth. At crucial points Euler and his team—which included his teenage son Johann Albrecht Euler (1734-1800)—took the leveling measurements necessary to determine such matters as the size of dikes and the location of locks. Although there can be no doubt that in Prussia the skills to handle such a complicated task had improved to some degree since the beginning of the century—especially in the handling of the level—Prussian technicians simply did not possess the expertise or wherewithal of their French, Dutch, or English contemporaries. Prussian technicians had in fact been late in adopting a principal instrument in hydraulic engineering, the level. The first Prussian book on the level, from 1715, castigated Prussian technicians for their ignorance of the instrument and their unwillingness to recognize the economic advantages that could be accrued from accurate leveling.⁵ In an effort to improve Prussian practices, Frederick II subsidized the publication of two books on the level while the Oderbruch project was ongoing: in 1749, a German translation of the most advanced treatment of the level, by Jean Picard, originally published in French by Philippe de la Hire; and in 1750, a textbook by his former teacher, the fortification engineer Abraham von Humbert.⁶ By then Dutch, French, and English engineers and surveyors were using telescopes to increase the accuracy of readings with a level, but Prussians were still learning the basics.

Difficulties in executing the Oderbruch project were in part due to the state of Prussia's technical training. Until well after the Oderbruch project, Prussian technical instruction was weak in both the military and civilian sectors. In 1717 Prussia's «Soldier King», Frederick William I, formalized military instruction in cadet academies for lesser nobles who could not afford an education for their sons, and in 1729 he organized the army's engineer-

4. GStA PK, II. HA GD, Abt. Kurmark, Tit. 272 Wassersachen Oder, Nr. 3, Bd. 1.

5. Leonhard Christoph Sturm, *Aufrichtige Entdeckung des zu Aufnahme der Länder und Commerciens höchst-nützlichen Nivellirens oder Wasserwägens* (Augsburg: Peter Detleffsen, 1715), [1], [4].

6. Jean Picard, *Abhandlung vom Wasserwägen, nebst einer Nachricht von etlichen Wasserwägungen*, ed. Philippe de la Hire, trans. Daniel Passavant (Berlin: n.p., 1749), originally published as Jean Picard, *Traité du Nivellement*, ed. Philippe de la Hire (Paris: Michallet, 1684); Abraham von Humbert, *Neue Anweisung zum practischen Gebrauch des Nivellirens mit der ordentlichen Wasser-Wage worinnen zugleich eine richtige Anleitung gegeben wird wie man sich dieses Instruments recht bedienen soll* (Berlin: A. Haude und J. C. Spener, 1750).

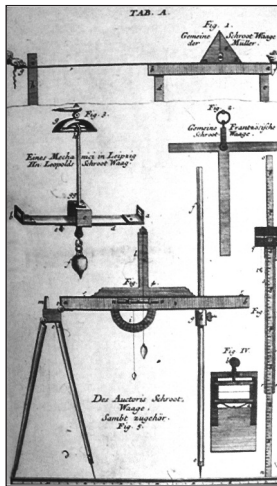


Figure 2. Early-18th-century levels.

Source: Leonhard Christoph Sturm, *Aufrichtige Entdeckung des zu Aufnahme der Länder und Commerciens höchst-nützlichen Nivellirens oder Wasserwägens* (Augsburg: Peter Detleffsen, 1715), Table A. Photo courtesy NSUB.

ing corps. But the number of Prussian military engineers remained stagnant at around forty for the first half of the century; most were involved in fortification or military surveying.⁷ An early civilian technical institute was the *Akademie der Mahler, Bildhauer und Architektur*—renamed the *Königliche Preussische Akademie der Künste und mechanischen Wissenschaften* in 1704—but instruction in it focused primarily on the aesthetic side of art and architecture with the result that the «mechanical sciences» were initially viewed in anatomical terms, as having to do with the construction and motion of the human body. A weak institution a decade after it opened, the *Akademie der Künste* in any event did not stress or develop technical instruction, even though some historians trace the origins of civil engineering back to it.⁸ Not until after the Seven Years War (1756-1763) and the subsiding of the inflationary period following it did Frederick II and his administrators turn their attention to technical instruction, but at the time military technical instruction took the lead. An *Académie des no-*

7. Rodney Gothelf, «Friedrich Wilhelm I and the Beginning of Prussian Absolutism, 1713-1740», in *The Rise of Prussia, 1700-1830*, ed. Philip G. Dwyer (Essex: Pearson Education Limited, 2000), 60-61.

8. Konrad Levezow, *Geschichte der königlichen Akademie der bildenden Künste und mechanischen Wissenschaften* (Stettin: Liech; Leipzig: Bruders, 1808); Oskar Simon, *Die Fachbildung des Preussischen Gewerbe- und Handelsstandes im 18. und 19. Jahrhundert nach den Bestimmungen des Gewerberechts und der Verfassung des gewerblichen Unter-richtswesens* (Berlin: Heines, 1902), 642-669. Those who view the *Architektonische Lehranstalt* as the forerunner of instruction in civil engineering include Peter Lundgreen, *Techniker in Preussen während der frühen Industrialisierung* (Berlin: Colloquium Verlag, 1975), 18.

bles (*Académie militaire*) opened in 1765 as an institution of more scholarly learning for officers, but instruction very explicitly avoided more difficult subjects; mathematics only went as high as trigonometry and the techniques needed to design fortification; and very little from mechanics or astronomy was taught.⁹ It was soon followed by a *Pépinière von Architekten* in 1771, which was reestablished as the *École de genie et d'architecture* in 1776; it became a military engineering school when it moved to Potsdam in 1788. Instruction in civil engineering at the *École* was weak, and the institute was dissolved in 1807.¹⁰ Of note for civil engineering was the establishment in Berlin of a mining academy (*Bergakademie*), modeled on Freiberg's, in 1770.¹¹

Whereas in France, Spain, and elsewhere in Europe military institutes were the driving forces behind the development of technical education, cross-fertilization between civil and military engineering instruction in Prussia was rare during these main phases of development—at the beginning of the century, after the Seven Years War, and in the 1790s when several applied educational institutes were established. The last decade of the century witnessed a flurry of activity in technical instruction. An *Artillerie-Akademie* was founded and directed in Berlin in 1791 by General Georg Friedrich von Tempelhoff, a talented mathematician who introduced differential calculus into military instruction and who gave the Seven Years War its name.¹² No new military institutes appeared until after 1806 when the reform of military instruction took on a new urgency after Prussia's defeat to Napoleon. Also in the 1790s a series of provincial schools for arts and trades (*Kunstschulen*) were founded in Königsberg, Halle, Breslau, Magdeburg, Danzig and elsewhere. Intended to promote industrial production and good taste in craftsmen, these schools offered instruction in drawing and elementary mathematics, but they often failed to achieve their goals. Rigorously reformed in 1800, these schools tried to mount a more rigorous curriculum, but their clientele—craftsmen and small manufacturers—was simply unsuited for anything above an elementary level. Nothing in the curricula of these *Kunstschulen* suggests that they contributed to technical training in civil engineering.¹³ The same holds for the *Architektonische Lehranstalt*, established as part of the *Königliche Preussische Akademie der Künste und mechanischen Wissenschaften* in 1790; with the introduction of the *Lehranstalt* the parent institution became known as the *Königliche Preussische Akademie der bildenden Künste und mechanischen Wissenschaften*, indicative of its reorientation toward the fine arts,

9. B. Poten, *Geschichte des Militär- Erziehungs- und Bildungswesen in den Landen deutscher Zunge*, Bd. 4, *Preussen* (Berlin: Hofmann: 1896), 26-45.

10. Simon, *Die Fachbildung des Preussischen Gewerbe- und Handelsstandes*, 678; Poten, *Geschichte des Militär- Erziehungs- und Bildungswesen*, 103-112.

11. Hugo Strunz, *Von Bergakademie zur Technischen Universität Berlin, 1770-1970* (Essen: Glückauf, 1970);

12. Poten, *Geschichte des Militär- Erziehungs- und Bildungswesen*, 91-99.

13. Simon, *Die Fachbildung des Preussischen Gewerbe- und Handelsstandes*, 669-677, 682-690.

including architecture. «Mechanical sciences» then dropped from its name in 1809.¹⁴ Instruction at all of these institutions was insufficient, however, to provide the type of training that surveyors and civil engineers needed for competency in the field.

Why the tide turned in the 1790s has to date not been well explained. Several developments coincided in that decade. What we do know is that «architecture», which had been understood classically as embracing both architecture as an art form and all branches of civil engineering, increasingly became a rational and classical art —just as it was taught at the *Architektonische Lehranstalt*. Also in the 1790s, though, leading civil engineers— self-taught, all of them —began to teach civil engineering privately: it was these individuals to whom Frederick William III (r. 1797-1840) turned for the improvement of engineering instruction in Prussia. Their proposal was the culmination of two decades of institutional and geopolitical developments. The result was the *Bauakademie*, Prussia's first institution dedicated to instruction in civil engineering, founded in 1799.

Three decades earlier, during Prussia's reconstruction after the Seven Years War, Frederick II had enacted three measures of consequence for Prussian technical practices. First, as a means of administrative quality control he instituted the *Ober-Examinations-Kommission* (OEK) in 1770. Part of the social movement in Prussia that promoted the development of an educated middle class and deepened its association with reason, the OEK tested and certified candidates in the knowledge-based pre-requisites it deemed necessary for state positions, including surveying, and later, civil engineering. In an era still without formal technical training, the examination ensured that certain minimum standards of learning and practice were met.¹⁵ Second, he legalized the Rhineland rod as Prussia's standard of length for surveying, civilian and military construction, and artillery calculations. Local units of weights and measures had been the norm before then. While the Rhineland rod did not establish complete uniformity, it did permit some degree of standardization in engineering and the building trades.¹⁶ Finally, Frederick II ended the decentralized regional administration of civil and hydraulic engineering projects by establishing in 1770 a special bureaucracy, the *Oberbaudepartement*, for the administration of Prussia's public works projects. Economic development in general, including continued reconstruction after the Seven Years War, especially in the eastern provinces of Prussia, was the primary motivation for the department. No other administrative body at the time played such a large role in shaping and maintaining Prussia's landscape, natural and human-made; had a greater impact on the

14. Simon, *Die Fachbildung des Preussischen Gewerbe- und Handelsstandes*, 679.

15. Joachim Ludwig Zitlmann, «Kurze Darstellung der Geschichte und Verfassung des Königlichen Preussischen Ober-Bau-Departments», *SNA* 5.1 (1803): 90-112.

16. «Circular des General-Directoriums an sämtliche Kammern und Kammer Deputationen, Berlin, 28. October 1773: Einführung eines allgemeine Feld- und Baumaßes», *Die Behördenorganisation und die Allgemeine Staatsverwaltung Preussens im 18. Jahrhundert*, ed. Ernst Posner *et al.*, Bd. 16.1 (Hamburg and Berlin: Parey, 1970), 97-98.

physical and aesthetic construction of the state; or did more to reform measuring practices statewide. Before 1770 any project involving measurement in Prussian lands, including civil and hydraulic engineering, assembled its technicians from state and local administrators, the military, and local residents. The *Oberbaudepartement* changed the staffing of projects: henceforth all projects were administered from Berlin.¹⁷

The bureau consisted of a board of ten men, none from the military, who professed an expertise in the construction or management of Prussia's material resources and infrastructure: streets, waterways, mines, mills, civil architecture, mapmaking, surveying, forestry, and fire safety. Prussian civil engineering began to take shape in this bureaucratic context. Its most well-known members included the polymath Johann Heinrich Lambert (1728-1777), the hydraulic engineer and mathematician Johann Albert Eytelwein (1764-1848), and the architect and civil engineer David Gilly (1748-1808). Largely self-educated in mathematics, science, and technology, they also came for the most part from families at the lower end of the economic scale, or from families once well off but now in need of financial security. Eytelwein and Gilly in particular were instrumental in transforming Prussia's technical education, but not until after the three partitions of Poland when the *Bauakademie* was founded. Their experiences in the field, on Slavic soil, played into their understanding of technical education, how they viewed the relationship between the engineer and the state, and even the identity of the Prussian state itself.

Geopolitics, waterways, and the Prussian frontier

By the time all three reforms —administrative, professional, and metrological— were enacted in the early 1770s, Prussia was emerging from the economic recession precipitated by the Seven Years War (1756-1763). Frederick II began to issue grants for reconstruction immediately upon the termination of hostilities, but reconstruction was slow until the end of the 1760s when the state began to recover financially from war-induced inflation.¹⁸ Damage from the war was great all across Prussia, but despite the damage inflicted upon them, the provinces of western Prussia garnered less state attention than those in the east.¹⁹ The choice was strategic.

17. «Instruktion für das Oberbaudepartement», *ABB*, 15:282-91. Silesia was exempt from the practice as a result of agreements reached in 1741 when the province became a part of Prussia, but local authorities often heeded to Berlin on certain matters, especially hydraulic projects. On the *Oberbaudepartement* and the *Bauakademie*, see the excellent study by Reinhart Strecke, *Anfänge und Innovation der preußischen Bauverwaltung: Von David Gilly zu Karl Friedrich Schinkel* (Köln: Böhlau, 2002), and the exhibit catalog, *Mathematisches Calcul und Sinn für Ästhetik: Die preußische Bauverwaltung, 1770-1848* (Berlin: Duncker & Humboldt, 2000), especially Reinhard Strecke, «Prediger, Mathematiker und Architekten: Die Anfänge der preußischen Bauverwaltung und der Verwissenschaftlichung des Bauwesens», 25-36.

18. Hubert C. Johnson, *Frederick the Great and His Officials* (New Haven & London: Yale University Press, 1974), 237-238; Christopher Clark, *Iron Kingdom: The Rise and Downfall of Prussia, 1600-1947* (Cambridge: The Belknap Press of Harvard University Press, 2006), 209-210.

19. Thomas Spohn, «Die baulichen Spuren Preußens in Westfalen», *Westfalen. Hefte für Geschichte, Kunst und Volkskunde* 73 (1995): 95-154.

In contrast to western provinces, which could be likened to an archipelago, eastern provinces were large, contiguous, and laced with rivers that could be added to Prussia's waterway transportation infrastructure.²⁰ For instance, Gilly directed the rebuilding of the fortress city of Küstrin on the Oder and supervised most of the other projects in eastern regions.²¹ In 1769 he directed the lowering of the Madüsee in Pomerania by nine Prussian feet (2.82 meters), which increased the incline of the Plöne River, and yielded land for 700 colonists.²² Two years later supervised the draining of Usedom on the Baltic Sea; 280 settlers later descended. And with the draining of the Plöne River in 1774, 150 families found space to live.

Not long after postwar reconstruction began, tensions in international politics between Prussia, Russia, Habsburg Austria, and the Polish-Lithuanian Commonwealth resulted in further Prussian gains in the east. The Commonwealth, which claimed neutrality in the Seven Years War but allowed Russian troops passage to fight Prussia, found itself at war with Russia over constitutional and religious issues between 1768 and 1772. For some time Prussia had been eyeing Commonwealth lands as a way to unite its western and eastern provinces, and had even begun to take over bordering Commonwealth areas in 1770 and 1771. The end of the war resulted in adjusting the balance of power in Central Europe by dividing Commonwealth lands between Prussia, Russia, and Habsburg Austria. The resulting partitions of Poland—three in all—led to a remarkable expansion of Prussia by the addition of West Prussia and the Netzedistrikt, carved largely out of the Commonwealth's Royal Prussia in 1772, followed by the addition of mainly South Prussia in 1793, and finally New East Prussia in 1795. These eastern provinces constituted the Prussian frontier. With the addition of West Prussia and the Netzedistrikt, Prussia acquired about eighty percent of the Commonwealth's trade, a welcome economic boost that further strained Prussia's multiple systems of weights and measures in spite of having established a common standard of length for land measurement and building projects in 1773. Altogether from the Commonwealth, Prussia acquired 300,000 square kilometers of land and 3.2 million people, raising Prussia's population by almost 60% to 8.7 million.²³ Prussia was more multiethnic

-
20. W. O. Henderson, *Studies in the Economic Policy of Frederick the Great* (London: Frank Cass & Co., 1963), 75-80; Herbert Moegelin, «Das Rétablissement des adligen Grundbesitzes in der Neumark durch Friedrich den Großen», *Forschungen zur Brandenburgischen und Preußischen Geschichte* 46 (1934): 28-69, 233-274; Benno von Knobelsdorff-Brenkenhoff, *Eine Provinz im Frieden erobert: Brenckenhoff als Leiter des friderizianischen Rétablissements in Pommern, 1762-1780* (Köln: Grote, 1984); GStA PK, I. HA Rep. 76 (alt) Ältere Oberbehörden für Wissenschaft, Kunst, Kirchen- und Schulsachen IV, Nr. 18, fol. 2v.
21. Marlies Lammert, *David Gilly: Ein Baumeister des deutschen Klassizismus* (Berlin: Akademie-Verlag, 1964).
22. David Gilly, «Fortsetzung der im ersten Bande S.52 abgebrochene Darstellung des Land- und Wasserbaues in Pommern, Preussen, und einem Theil der Neu- und Kurmark», *SNA* 1.2 (1797): 27-29. Eytelwein turned the draining of the lake into a quantitative experimental study: Johann Albert Eytelwein, «Untersuchungen über die Zeit, welche erfordert wird, einen See oder Behälter durch eine oben offenen rechtwinkliche Oeffnung um eine bestimmte Tiefe abzulassen», *SNA* 1 (1797): 79-87.
23. Clark, *Iron Kingdom*, 213. For a near-complete list of colonies, see Udo Froese, *Die Kolonisationswerk Friedrichs der Großen: Wesen und Vermächtnis* (Heidelberg & Berlin: Kurt Vowinckel Verlag, 1938), 120-146.

than it ever had been, and now included Poles, Kashubians, Lithuanians, Belorussians, Ukrainians, and the largest population of Jews in Europe. After the first partition, Frederick II —despite his earlier advocacy of toleration— wanted to reduce the roughly 25,000 Jews in West Prussia to 2,000 by expelling «ragtag Jews». Although he failed to achieve his goal —he managed to expel only 7,000 Jews— he nonetheless maneuvered the greatest diaspora of any group from Prussia since the sixteenth century. After the second and third partitions expulsions were impossible, so assimilating the non-German population became a high priority. West, South, and New East Prussia also included Germans and Dutch who had settled there between the sixteenth and eighteenth centuries, but they were a minority.²⁴

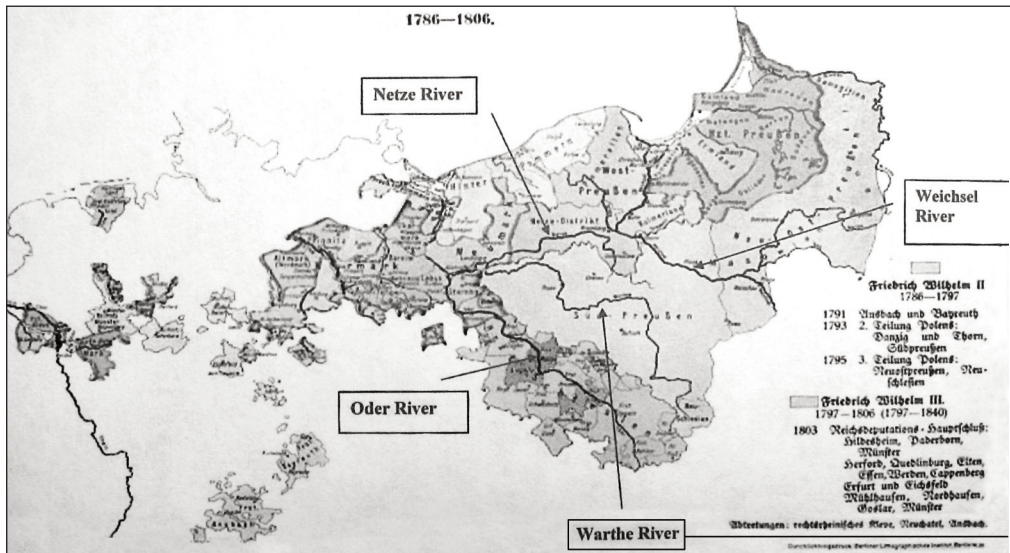


Figure 3. Major Rivers in the Prussian Frontier: Oder, Netze, Warthe, Weichsel.

Source: Ida Mück, *Atlas zur territorialen Entwicklung Preußens*. (Berlin: Gea Verlag, c. 1900). Karte VII.

Modified digitally by the author

Slavic and Polish Prussia presented formidable administrative challenges. All of these provinces shared a similar geography: flat, marshy land laced with rivers and left with slight

24. William W. Hagen, *Germans, Poles, and Jews: The Nationality Conflict in the Prussian East, 1772-1914* (Chicago: University of Chicago Press, 1980), vii, 5-6, 45-46, 55-65. On the Prussian attempt to establish colonies of Jews, see Jonathan M. Hess, «Sugar Island Jews? Jewish Colonialism and the Rhetoric of ‘Civic Improvement’ in Eighteenth-Century Germany», *Eighteenth Century Studies* 32 (1998): 92-100.

surface irregularities —moraine hills—left by glaciers. Not only did all of this new territory have to be measured—a massive task for the *Oberbaudepartement* whose resources were already strained by post-Seven Years War reconstruction—but the addition of the Netze River in the Netzedistrikt, the Warthe River and all of its tributaries in South Prussia, almost all of the Weichsel River in West, South, and New East Prussia, and the slow-flowing and meandering Narew River, a tributary of the Weichsel River, in New East Prussia—significantly increased the demand for hydraulic engineering in order to expand Prussia's system of water transportation, to take over lucrative Slavic trade routes like the Weichsel, and to unite eastern and western Prussia by connecting Prussia's waterways through strategically placed canals. Reclaimed land also had to be carefully measured for colonists who would settle on it; for it was the intention of Frederic II that most of the land be colonized with Germans, a practice his nephew Frederick William II (r. 1787-97) continued with the second and third partitions.²⁵ In Polish Masuria, for instance, where a new canal network was established and excess water drained off into nearby tributaries or lakes, German-speaking colonists were lured from Württemberg, the Palatinate, and Hessen-Nassau for settlement in new villages where property boundaries were determined by *Oberbaudepartement*-certified surveyors.

This pattern of hydraulic development, land reclamation, and colonization was repeated hundreds of times over in areas acquired from the Commonwealth, pressing the *Oberbaudepartement* and its surveyors into service in a region where the volume and types of hydraulic projects and measurements that had to be executed increased phenomenally in the first three decades of the agency's existence, thus providing an entire generation with crucial experience in the field.²⁶ Slavic and Polish Prussia became not only subject to hydraulic engineering and measurement nearly everywhere, but also for the most part under the direction of the best that the *Oberbaudepartement* had: Gilly and Eytelwein. Eytelwein performed the leveling for draining the Narewbruch and straightening the Narew in New East Prussia, in addition to rectifying the Oder, Warthe, and Weichsel Rivers. He also worked on the East Prussian harbors of Memel and Pillau and the Pomeranian harbor at Swinemünde. Gilly took measurements for the first maps of South Prussia, as he had done years earlier for Pomerania, and supervised the construction of the Danzig and Elbing harbors.²⁷ He continued his earlier reclamation of land along the Netze and Warthe Rivers, producing

25. Hagen, *Germans, Poles, and Jews*, 42-43.

26. For a near-complete list of colonies established after the first partition, see Froese, *Das Kolonisationswerk*, 120-146.

27. Charlotte Bussenius, *Die Preussische Verwaltung in Süd- und Neuostpreussen, 1793-1806* (Heidelberg, Quelle & Meyer, 1960), 190-193, 302-308, 311-315; Erich Neuhaus, *Die Fridericianische Colonisation im Netze und Warthebruch* (Landsberg a. W.: Schaeffer, 1905). Gilly's maps are in the Library of Congress: Special Karte von Sudpreussen, mit allerhöchster Erlaubniss aus der königlichen grossen topographischen Vermessungs-Karte / unter Mitwirkung des Directors Langner, reducirt und herausgegeben vom Geheimen Ober Bau-Rath Gilly ; die Post-Course und Hauptstrassen sind gezeichnet vom ersten General-postamts-Registrator Matthias, 1802 u. 1803 ; gestochen von Carl Jättinig in Berlin; Paulus Schmidt sculp. in Berlin.

30,000 hectares suited for 160 villages and 4,000 families. He supervised the draining and rebuilding of Driesen on the Netze, too. The Bromberg Canal linking the Netze and Brahe Rivers was completed in 1774 after eighteen months of hard labor by some six to eight thousand workers. It provided a much-needed trade route from the Weichsel to the Oder and eventually to the Elbe.²⁸ Prussia was linked east to west by engineered waterways.

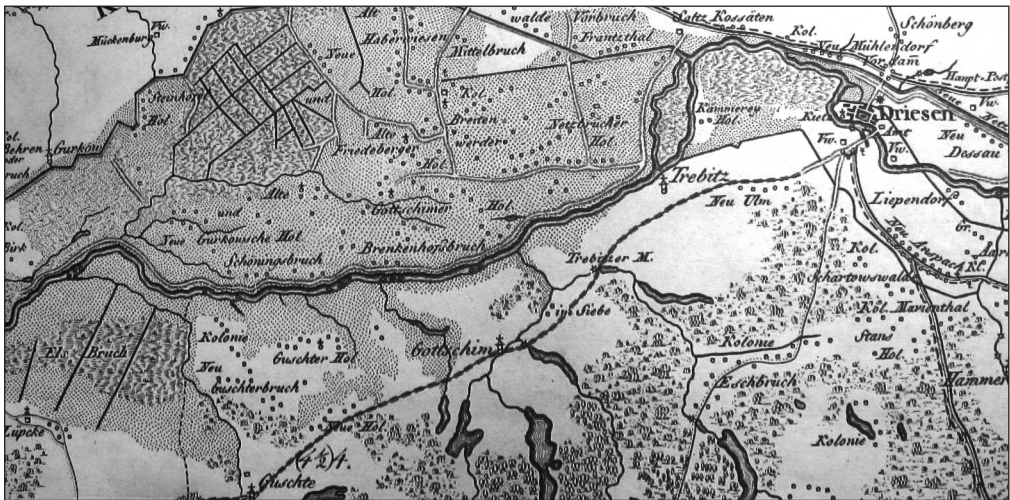


Figure. 4. *The Netzebruch in the Netzedistrikt, with Driesen in the upper right.*

Source: David Gilly's map of South Prussia, section AI. Photographed by the author. Courtesy of the Library of Congress Map Division.

Over vast tracts of land and expansive waterways, Prussian technicians imposed symmetry, regularity, and order in the Slavic- and Polish-speaking eastern provinces to a greater degree than in western ones. Take Gilly's map of the Netzedistrikt, for instance, included with his map of South Prussia. In the marshes of the upper and lower left, the straight lines and geometrical regularity of dams and ditches contrast sharply with the irregularities of the region's natural features, especially the meandering tributaries of the Netze. Geometric grids and technological projects rationalized and tamed waterways and a landscape that had hitherto been called «wilderness» (or whose inhabitants were called

28. W. O. Henderson, *Studies in the Economic Policy of Frederick the Great* (London: Frank Cass & Co., 1963), 80-85.

«barbarians», like the Russians who remained in postwar New Mark).²⁹ Yet more was at stake here than the imposition of technical norms. Introducing Prussian ways of thinking, planning, and even living were just as important as draining land and laying a grid. Eytelwein, when asked to design and construct a brewery and brandy distillery for New East Prussia, refused to take up differences of opinion on how either was made, arguing instead that local traditions had to be given up in the interest of rationally projecting annual production so as to compute the proper size of the facility in preparation for drawing an appropriate architectural plan.³⁰ State-certified surveyors were regularly deployed to integrate Prussian practices into the region, as when they measured forested land in New East Prussia order to stem the use of wood as fuel and building material, already a well-established injunction elsewhere in Prussia.

Christopher Clark has pointed out that Polish Prussia provided conditions for valorizing *preußische Ordnung* with its virtues of orderliness, efficiency, punctiliousness, and precision because it reputedly contrasted so sharply with, and could accomplish so much more than, *polnische Wirtschaft*, Polish [mis]management, identified with chaos, disorganization, waste, laziness, negligence, servitude, and disorder.³¹ Starting with the first partition, Prussian administrators complained of the lack of «industriousness, cleanliness, and orderliness» of Polish subjects, with the result that Prussian rulers insisted on imposing a «Prussian character» on them.³² As a late-century history of Prussia noted of Pomerania: «The organization of this region was quite poor—in a word, Polish».³³ But one has to be careful of taking this prejudicial contrast too far when holding up the ubiquitousness of projects dependent upon hydraulic engineering and measurement in Slavic and Polish Prussia as evidence of the supposedly superior rationalizing impulses of Prussian administrators. The persistent illegal use of local weights and measures in Slavic and Polish Prussia for land measure and construction despite incorporation of lands into Prussian jurisdiction points to the strength of *other* types of rationality in those administrations and economies. The recurring need to produce up-to-date and accurate tables for converting Polish (and other) weights and measures into Prussian ones indicates that even in those areas where the Prussian length was sup-

29. Andreas Kossert, *Masuren: Ostpreußens vergessener Süden* (Berlin: Seidler, 2001), 53; Fritz Terveen, *Gesamtstaat und Retablisement: Der Wiederaufbau des nördlichen Ostpreussen unter Friedrich Wilhelm I, 1714-1740* (Göttingen: Musterschmidt, 1954), 6; Hans Joachim Helmigk, *Oberschlesische Landbaukunst um 1800* (Berlin: Verlag für Kunstwissenschaften, 1937), 192; Herbert Moegelin, «Das Rétablisement des adligen Grundbesitzes in der Neumark durch Friedrich den Großen», *Forschungen zur Brandenburgischen und Preußischen Geschichte* 46 (1934): 31.

30. Johann Albert Eytelwein, *Beschreibung der Erbauung und Einrichtung einer vereinigten Brauerei und Branntweimbrennerei auf dem Land* (Berlin: F. T. la Garde, 1802), 5.

31. Clark, *Iron Kingdom*, 233, and more generally, 230-239, 576-587.

32. Hagen, *Germans, Poles, and Jews*, 39-40, 43.

33. C. G. D. Stein, *Handbuch der Geschichte des preußischen Staats* (Berlin: Friedrich Franke, 1796), 523.

posed to be used, robust local practices —an active form of resistance against Prussian rule— thwarted complete imposition of Prussian norms.³⁴

Yet the impact of having measured so much land and of initiating so many hydraulic projects in these new eastern provinces in a span of about thirty years was not merely a matter of what technical projects did to Slavic and Polish Prussia, but of what Slavic and Polish Prussia did for Prussian hydraulic engineering. Experience gain in the field was far greater in these eastern provinces than anywhere else in Prussia: Slavic and Polish Prussia was the largest area to date over which Prussian technicians plied their skills. More new colonies and large-scale projects —canals, dikes, dams, and so on— were established in eastern provinces than in western ones, so the power of engineering in transforming waterways and the landscape was more visible to residents —and to state officials— and ubiquitously so. Even state surveyors learned considerably from their field experience, not the least of which was how to make certified measurements a part of good state administration. Hydraulic engineering projects in Slavic and Polish Prussia —like the Oderbruch project in Silesia— were nothing less than a training ground for Prussia's first generation of non-military engineers, and the lessons learned there were not forgotten. A developmental template that linked metrical order and public works to colonization in the east persisted, even becoming a model for the Third Reich's aspirations in Eastern Europe were the extermination of Jews and the dispersal of the local population was couched in hydrological metaphors. Slavs were «swamp-dwellers»; the «Slav flood» was a persistent demographical threat before WWI; and the containment of Slavs was referred to as *Eindämmung*, or damming.³⁵

From field work to formal training

One of the most significant and long-lasting consequences of public works activity in the Polish partitions was the transformation of Prussian technical education. Members of the *Oberbaudepartement* had aided in the assimilation of Slavic and Polish lands by using examinations based on apprenticeship experience, not formal training, to certify surveyors' metrical practices, while engineers had learned largely by apprenticeship. The increased pace of public works projects, especially hydraulic ones, provided the impetus for the reform of Prussian technical education. Field experiences after the First and Second Polish Partitions

34. As Eytelwein did in the first edition of his *Vergleichungen der gegenwärtig und vormals in den königlich preußischen Staaten eingeführten Maaße und Gewichte, mit Rücksicht auf die vorzüglichsten Maaße und Gewichte in Europa* (Berlin: Realschulbuchhandlung, 1798). On Polish Prussia, see Karin Friedrich, *The Other Prussia: Royal Prussia, Poland, and Liberty, 1569-1772* (NY/London: Cambridge University Press, 2000).

35. On the hydrological metaphors, see Blackbourn, *Conquest of Nature*, 256. For a parallel story about German forestry practices and geometrical order, see Jeffrey K. Wilson, «Environmental Chauvinism in the Prussian East: Forestry as a Civilizing Mission on the Ethnic Frontier, 1871-1914», *Central European History* 41 (2008): 27-70. The eastern regions first colonized in the eighteenth century became the locus of Nazi imperialism.

prompted a degree of normalization in surveying and hydraulic engineering practices simply as a means to complete multiple projects simultaneously. Immediately following the Second Polish Partition in 1793, Gilly inaugurated, with Eytelwein and others, private instruction in the form of the *Lehranstalt zum Unterricht junger Leute in der Land- und Wasserbaukunst*. Not surprisingly, topics in hydraulic engineering dominated instruction. Their courses constituted Prussia's most comprehensive curriculum in architecture and civil engineering to date, with lectures on mathematics, architecture, statics, hydrostatics, the theory of machines, dike and dam construction, hydraulic engineering, arithmetic, geometry, trigonometry, algebra, surveying, leveling, perspective, and architectonic drawing. Although their institute only lasted until 1795-1796—that is, until just after the Third Polish Partition when many were called into the field again—its success confirmed the prevailing opinion in the *Oberbaudepartement* that more formal steps had to be taken to improve technical instruction in Prussia. Gilly's talented son, the architect Friedrich Gilly (1772-1800), tried to keep momentum on the matter going with the establishment of a private society for young architects in 1798; but his society became only a forum for developing the artistic, not the technical, dimensions of architecture and engineering.

Success in Prussianizing Slavic and Polish regions—in large part the result of *Oberbaudepartement* activity in surveying, colony design, and hydraulic engineering—enhanced the political profile and administrative need of civil servants responsible for it. The absence, then of appropriate institutions for training, particularly given that there were several strong French technical institutions including the new *École polytechnique* established in 1794-1795, became a pressing political matter after Gilly's *Lehranstalt* disbanded. So at the behest of Frederick William III, the *Oberdepartement* board asked Eytelwein, Gilly, and others to write up a plan for an engineering school in 1798. In 1799 the *Bauakademie* opened as Prussia's first formal civilian institute of instruction in broad areas of engineering and architecture. Its faculty came largely from the governing board of the *Oberbaudepartement*, under whose aegis it fell in 1801. And its curriculum followed that of Gilly's earlier *Lehranstalt* and even included instruction in the design and building of villages for colonization, including the determination of how water would be brought to them.

The *Bauakademie*'s curriculum thus had a strong emphasis upon the practical, and measurement was found nearly everywhere: *all* pupils had to take three years of courses in surveying (*Feldmesskunst*), including geometric surveying and leveling, and had to spend three summers out in the field as an apprentice under an experienced surveyor.³⁶ Pupils had to know how to work with surveying and leveling instruments; to manipulate and convert all the weights and measures in Prussia; to measure and divide fields and forests; to construct ditches, dams, dikes, canals, harbors, streets, and bridges (including calculating cost and

36. Heinrich August Riedel, «Nachricht wegen Fortsetzung der allgemeinen Betrachtungen über die Baukunst», *SNA* 2.1 (1798): 107-118.

necessary labor); to design and build whole village complexes for colonists (including determining how water would be brought to them, which involved using the level); to deal with floods, ice, and moving water (including determining its velocity); and to drain land and irrigate it.³⁷ In addition, pupils learned how to take experimental measurements from trials, as in the testing of building materials and devices such as the lightening rod that would yield data to improve the quality of construction. Prussian technicians in the field brought back streams of results and data that could be poured over in the classroom, and there were no results more abundant than those gained in Prussia's eastern frontier. Prussia's geography and natural resources not only entered into the *Bauakademie's* curriculum, but also played into how practitioners defined hydraulic engineering, Prussian style.

In hydraulic engineering at the end of the eighteenth century, French and Dutch engineers led the way in theory. The standard work on the topic was Bernard Forest de Bélidor's *Architecture hydraulique* (1737), which appeared in a Prussian-supported German translation with a foreword by Christian Wolff in 1740-1742. Wolff argued strongly for the union of theory and practice, for one without the other was, in his words, like the blind leading the blind. As was done in France, he urged, in the German states «those who wanted to become engineers had to be thoroughly familiar with theory».³⁸ Yet neither Wolff's imprimatur nor Euler's suggestion that Frederick II's Dutch hydraulic engineers use the work as a guide to constructing the fountains at Sanssouci were sufficient for *Oberbaudepartement* officials to take Bélidor seriously for quite some time.³⁹ They insisted instead on the careful study of local conditions and indigenous practices first, even while acknowledging that hydrological conditions in Prussia were not necessarily unique, and that solutions developed elsewhere might very well work in Prussia.⁴⁰ The French, they thought, had made great progress. But they adopted French theory and practice only so far because the French based their work on Dutch theories, and Dutch conditions were not necessarily Prussian ones; the low areas of Holland were far sandier, sunk below sea level more, and did not have the scarring moraines left by glaciers.⁴¹ As board member Johann Esaias Silberschlag (1716-1791) real-

37. Johann Albert Eytelwein, «Nachricht von der Errichtung der Königlichen Bauakademie zu Berlin», *SNA* 3.2 (1799): 28-40, on 32-35; GStA PK, I. HA, Rep. 96A Geheimes Zivillkabinett (ältere Periode), Tit. 12M, fol. 15.

38. Christian Wolff, «Vorrede», in Bernard Forest de Bélidor, *Architectura Hydraulica, oder die Kunst das Gewässer zu denen verschiedentlichen Nothwendigkeiten des menschlichen Lebens zu leiten* (Augsburg: Klett, 1740-42), unpaginated. A second edition, also with a foreword by Wolff, appeared between 1748 and 1771.

39. The Sanssouci project failed so miserably that there may have been good reason to work with local conditions first rather than imported theories. Dutch engineers, for the most part without the required experience in constructing the massive fountains that Frederick II wanted, managed the project at Sanssouci from 1748 onward, but were not successful until the 1760s. G. Huth, «Verunglückte Wasserwerke in Sans-Souci bei Potsdam», *Allgemeines Magazin für die bürgerliche Baukunst* (2.1) 1792: 78-93.

40. Johann Esaias Silberschlag, *Ausführlichere Abhandlung der Hydrotechnik oder des Wasserbaues*, 2 Bde. (Leipzig: Caspar Fritsch, 1772-73), 2:31-34.

41. «Vorrede», *SNA* 1.1 (1797): iv.

ized in 1772, two years after the founding of the *Oberbaudepartement*, creating order out of disparate practices and far-flung theories would not be easy, but it was necessary to provide a standard other than pleasing external appearances for judging the initial costs and final results of hydrological projects. Dutch contributions, he acknowledged, would presumably dominate, but other results would have to be included in what he hoped would amount to a systematized body of knowledge.⁴² «Theory» for them came to mean the derivation of empirical laws under controlled local conditions, not the laws of hydrodynamics as developed by Euler, the French, and others. «Practice» meant the experience-based techniques and methods that had proven effective in dealing with the Prussian landscape from the Oderbruch project to the partitioning of Poland, not the blanket acceptance of Bélidor's highly regarded hydraulic engineering.

The systematization of hydraulic engineering in the *Oberbaudepartement* thus took on an overwhelmingly local orientation. Places like Uckermark, a «very special province» in the northeast corner of Brandenburg, for instance, were singled out for the hydrological challenges they presented. Named for the Ucke River, a tributary of the Oder, the region had persistent flowing water in the soil not entirely explained by the behavior of its rivers, lakes, lagoons, or the weather, so figuring out how to drain the area was, according to Silberschlag, like solving a puzzle. He noted that windmills similar to those used by the Dutch might work to operate pumps to draw the water to the surface, but they depended on the vagaries of the wind which was «a very uncertain force» that worked «not when it's supposed to, but when it can».⁴³ In a similar vein Eytelwein drew upon his knowledge of the Oderbruch, gained while a dike inspector in Küstrin, as the basis of his textbook on *Faschinenwerke*, a traditional diking technique that resulted in elaborately laced dam-like structures made from natural resources. *Faschinen* were a «flexible» technology based upon weaving together pliable branches, such as willow found locally, that captured sand and silt in the crevices between branches and thereby coaxed nature into finishing the task of creating a firm wall by providing conditions ripe for promoting plant growth. Bundled together in the spring, these *Faschinen* were measured with a ruler, rod, and plumb bob, and the labor required to assemble them carefully calculated. *Faschinen* were considered more effective and less expensive than stones or wood pilings for controlling unwanted flooding, or more importantly, for creating dry land for productive purposes, as both the Oderbruch and Warthebruch projects had demonstrated.⁴⁴

42. Silberschlag, *Ausführlichere Abhandlung der Hydrotechnik*, 1: «Vorrede» (unpaginated).

43. Silberschlag, *Ausführlichere Abhandlung der Hydrotechnik*, 2:6-9, 34.

44. Johann Albert Eytelwein, «Praktische Anweisung zum Faschinenbau und den damit zusammengehörigen Anlagen an Flüssen und Strömen. Nebst einer Anleitung zur Veranschlagung dieser Werke», *SNA* 2.1 (1798): 62-73; Johann Albert Eytelwein, *Praktische Anweisung zur Konstruktion der Faschinenwerke und den dazu gehörigen Anlagen an Flüssen und Strömen nebst einer Anleitung zur Veranschlagung dieser Baue* (Berlin: Friedrich Maurer, 1800).

Silberschlag claimed *Faschinen* came from France, but the technique as well as its characteristic woven pattern became firmly identified with Prussia.⁴⁵ Eytelwein's textbook remained the standard for fifty years, and his method of constructing *Faschinen* could be found all over Prussia.⁴⁶



Figure 5. Constructing *Faschinen*.

Source: Johann Albert Eytelwein, *Praktische Anweisung zur Konstruktion der Faschinenwerke und den dazu gehörigen Anlagen an Flüssen und Strömen nebst einer Anleitung zur Veranschlagung dieser Baue* (Berlin: Friedrich Maurer, 1800), Frontispiece. Photograph courtesy of NSUB.

Empirical knowledge of hydrological practices and indigenous conditions acquired over five decades of field experience as Prussia expanded thus took precedence over imported theories and shaped the *Oberbaudepartement's* understanding of what was necessary in hydraulic engineering instruction. Under the leadership of Gilly and after the Third Partition of Poland, the second generation of *Oberbaudepartement* members created from their experiences a foundation for civil engineering practice and instruction. Following the cessation of private instruction in the *Lehranstalt zum Unterricht junger Leute in der Land- und Wasserbaukunst*, but while they were in the field on former Polish soil, Gilly and Eytelwein started a new journal, the *Sammlung nützlicher Aufsätze und Nachrichten, die Baukunst betreffend, für angehende Baumeister und Freunde der Architectur*, a total of twelve issues in six volumes published between 1797 and 1806. The journal was a preparatory step to creating a compendium of best practices in architecture, civil engineering, and hydrotechnology that

45. Silberschlag, *Ausführlichere Abhandlung der Hydrotechnik*, 2:41. The root of the word *Faschine* is *fascis* (L.) meaning «bundle». Expressed in Italian as *fascio*, it is also the root of «fascist».

46. Gotthilf Hagen, *Handbuch der Wasserbaukunst*, 3 Theile (Königsberg: Borntträger/Berlin: Ernst & Korn, 1841-1867) Theil 2, Bd. 2: 8.

could serve as a reference work for practitioners and instructors. Part of the flurry of journals having relatively short publishing lives but with profound impact on public instruction during the Prussian Enlightenment, the *Sammlung* was not merely or even primarily for architecture, but rather assembled in one place the diverse intellectual, scientific, practical, economic, political, civil, and aesthetic concerns that came to bear on all construction projects: rural and urban, public and private, royal and state. The journal was furthermore a testament to the central role of measurement in all the *Oberbaudepartement* did. Articles in the *Sammlung* as well as the collective publications of *Oberbaudepartement* members attest to the extent of their efforts to express the material world in numerical terms, to standardize measuring practices, and to instigate changes in how state measurement was done and by whom.

Empirical studies demonstrated their commitment to modeling the constructed world in mathematical terms whose dimensions were acquired through measurement. Even though Silberschlag had on occasion expressed antagonism toward *Mefßkünstler* («measuring artists») for their lack of knowledge of higher mathematics, the complaint wore thin in the years ahead.⁴⁷ Lambert had died in 1777, but his investigations continued to provide the principal model for how to unite measuring practices, empirical data, and theoretical generalizations in *Oberbaudepartement* projects. Until late in the century, members of the *Oberbaudepartement* translated Lambert's earlier works from French into German, repeated his trials, and added new own data to his. Eytelwein did just that with Lambert's study of how fire hoses could be used to maximize the effect of water while minimizing the fatigue of firefighters, as did Heinrich August Riedel (1748-1810) with Lambert's windmill trials where he transformed Lambert's data into empirical equations, hoping to discover a way to maximize a windmill's power, an exercise in part motivated by the department's desire to minimize costs while maximizing effects.⁴⁸ This exercise, in turn, led them to consider the quality, meaning, and value of data more deeply, as Lambert had done, and to explore the significance of the graphical analysis of data, a technique Lambert had pioneered after learning of the more widely used graphical representation of barometric data.⁴⁹

Stationed as a dike inspector in Küstrin on the Oder and preparing for his state examinations early in his career, Eytelwein explored the significance of water level measurements—he had access to about twenty-five years of data—by representing them graphically. What troubled him about tabular data was that it was difficult to draw conclusions from them, whereas when placed in a graphical format as were frequently done with barometric

47. Silberschlag, *Ausführlichere Abhandlung der Hydrotechnik*, 1:xvi.

48. «Lamberts Tabelle der besten Dimensionen der Feuersprützen, dennoch mit einer Kolumne vermehrt vom Geh. Oberbaurath Eytelwein», *SNA* 1.2 (1797): 105; «Versuche und Bemerkungen über die unterschlächtigen Mühlen, vom Herrn. Prof. Lambert, übersetzt durch Heinrich Riedel», *SNA* 1.2 (1797): 110-126.

49. As he did in Johann Heinrich Lambert, *Hygrometrie oder Abhandlung von den Hygrometern. Aus dem Französischen übersetzt*. (Augsburg: bey Eberhard Ketts sel. Wittib., 1774)

measurements, one could see patterns «at a glance». With Rhineland feet as his vertical measurement, and years, months, and 10-day intervals within months as his horizontal markers, he represented the ebb and flow of the height of the Oder.

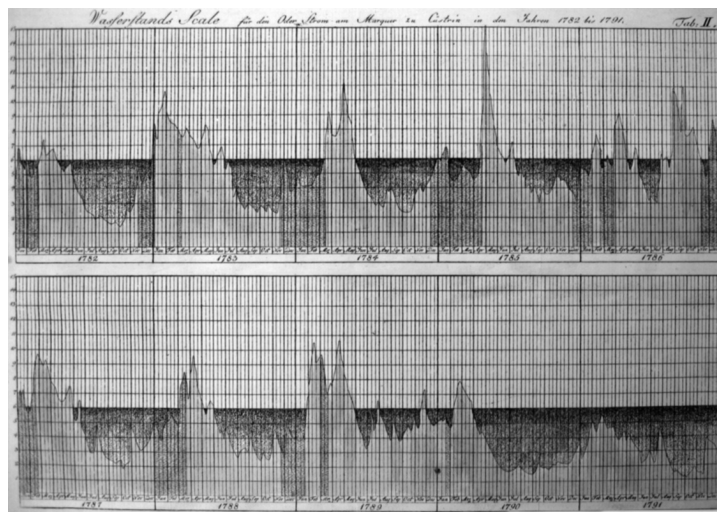


Figure 6. *Water Levels of the Oder, 1782-1791.*

Source: Johann Albert Eytelwein, «Von dem Nutzen einer Wasserstandsscale, nebst Anweisung zur Verfertigung derselben», *SNA* 2.1 (1798): 25-28, Tafel II. Photographed by the author. Courtesy of NSUB.

His most significant generalization —crucial for predicting floods— was that not only did higher than normal water levels follow periods of freezing, but also that flood height (spikes on the graph) was directly correlated to the duration of freezing (darker shades below the curved line).⁵⁰

Nearly everywhere practical problems alimanted science rather than the reverse. The persistence of flooding vexed Prussian engineers, but empirical data on water tables in crucial locations, they thought, might reveal a pattern that could be used as the foundation of flood prevention and control, as Eytelwein had done for Küstrin. Eytelwein also took up difficult topics in hydrodynamics, such as determining the velocity of the flow of water through an apparatus submerged in water, an experiment that fell short because he was unable to develop a general theory of resistance in a fluid.⁵¹ There was at the time no rigorous theory of waves, but they attempted nonetheless to determine analytically the curve of a wave, and from there to figure out

50. Johann Albert Eytelwein, «Von dem Nutzen einer Wasserstandsscale, nebst Anweisung zur Verfertigung derselben», *SNA* 2.1 (1798): 25-28.

51. Johann Eytelwein, «Versuch mit dem Stromquadranten, in Beziehung auf die Bestimmung der Geschwindigkeit der Flüsse, nebst Vergleichung der Theorie mit diesen Erfahrungen». *SNA* 3.1 (1799): 53-74.

exactly what dike curvature would hold up best against crashing waves.⁵² The cumulative impact of Eytelwein and others in the *Sammlung* (and other related publications) was considerable: they accentuated the notion that environmental phenomena were mathematically regular and could be made accessible through measurement; they recast fieldwork based on personal experience as quantified, systematic knowledge; and they applied their knowledge to the training of the next generation of Prussian hydraulic engineers who, like them, dealt with real conditions through approximation formulas based on empirical results. Everywhere *Prussian* conditions shaped their understanding of hydraulic engineering.

What began as an attempt to systematize primarily Dutch theory and practice ended up with a distinctly Prussian stamp. When Gilly began in the mid-1790s to assemble an outline for a lecture course on hydraulic engineering for the *Oberbaudepartement*, he considered local conditions to be sufficiently different from elsewhere to single out Prussia as having a special place in hydraulic engineering. As he explained in 1795 at the moment when Prussia attained its widest geographical expanse to date and had finally acquired the contiguous land bridge to East Prussia that Frederick II had wanted:

The state of our country compels us to pay great attention to the course of currents. Our rivers flow with great strength from the mountains, and our northern climate means we have to worry at certain times about large amounts of ice and snow. We therefore have to make artificial dikes which we must protect from the onslaught of floods with the greatest of care because behind the dikes are created the most flourishing environs (like the Oderbruch, the Wartebuch, the low-lying areas by the Weichsel and Elbe [Rivers], and in other areas). For these reasons our country is a not insignificant showplace of hydrotechnology, where the person eager for this kind of knowledge finds multiple opportunities to develop the theoretical principles of this science from practice, and then to apply them.⁵³

Dutch hydraulic projects, he believed, could not be used as models for Prussian ones because Holland was «protected from the stormy sea in ways we don't find here [and] because in Holland rivers have a very low grade», resulting in river currents much slower than Prussia's and therefore much easier to manage.⁵⁴ So when he and Johann Eytelwein published their textbook on hydraulic engineering in the early 1800s for instructional use at the *Bauakademie*, they continued to integrate local experience into mostly foreign theories and practices, including in

52. Schlegel, «Über das Profil der äussern Abdachung der Seedeiche», *SNA* 1.2 (1797): 70-77.

53. David Gilly, *Grundriss zu den Vorlesungen über das Praktische bey verschiedenen Gegenständen der Wasserbaukunst* (Berlin: Kgl. Hof-Buckdruckerey, 1795), 6.

54. David Gilly, «Kurzgefasste Darstellung der vorzüglichsten Gegenstände der Land- und Wasser-Baukunst in Pommern, Preußen, und einem Theil der Neu- und Kurmark», *SNA* 1.1 (1797): 26-52, on 27.

their exposition the most enduring technologies of other nations «only so far as they are applicable» to Prussia.⁵⁵ The second edition of their textbook included several simple approximation formulas based on empirical studies, and in addition addressed the cost effectiveness of using the steam engine, which had by then become more common in hydraulic engineering, though by no means everywhere. Mindful of the economic frugality that characterized most Prussian public works projects, they recommended extreme caution before deploying it due to the initial outlay for the machine and the subsequent high cost of fuel and repairs.

Eytelwein, who had produced the second edition alone after Gilly's untimely death in 1808, in addition wrote three handbooks —on the mechanics of solid bodies and hydraulics, on the statics of solid bodies, and on hydrostatics— all for pupils of the *Bauakademie* in which he avoided calculus and higher analysis. Although all three were designed «with special consideration of their application to architecture», the volumes were actually intended more for hydraulic and civil engineers. His texts offered a comprehensive coverage of the mechanics, statics, and hydrostatics of solid and liquid bodies based on the analysis of forces, and included applications to bridges, canals, water wheels, and pumps; to the flow of water in compound pipes (as in water fountains, such as at Sanssouci); and to the empirical determination of the velocity of currents. (The latter two were still regarded as especially difficult undertakings). In addition to integrating contemporary theoretical literature, he included his own trials and the laws he derived from them.⁵⁶ For the testing of new machinery, such as a hydraulic ram pump Gilly brought back from Paris, he worked with local instrument makers and strove for the «greatest accuracy» [*Genauigkeit*] in his data by repeating trials several times when ambiguities arose in the most difficult measurements, such as in the measurement of time.⁵⁷ It is worth recalling in this context that Eytelwein was

55. David Gilly and Johann Albert Eytelwein, *Praktische Anweisung zur Wasserbaukunst, welche eine Anleitung zur Entwurfung, Veranschlagung und Ausführung der am gewöhnlichsten vorkommenden Wasserbaue enthält*, 4 Bde. (Berlin: Auf Kosten der Verfasser, 1802-08), 1:10. The authors cite Dutch, French, German, English, Swedish, Swiss and Austrian sources in their bibliography, which was intended for pupil reference, including several textbooks developed for or used in courses at the *Bauakademie*: Eytelwein's *Handbuch der Mechanik fester Körper und der Hydrotechnik: mit vorzüglicher Rücksicht auf ihre Anwendung in der Architektur* (Berlin: Lagarde, 1801), Wencelaus Johann Gustav Karsten's *Lehrbegriff der gesammten Mathematik*, 2nd ed., 2 Theile (Greifswald: Roese, 1778-1786), and Bernhard Friedrich Mönnich's *Lehrbuch der Mathematik*, 2nd ed., 2 Bde., (Berlin: Lange, 1800-1801). Despite those citations, practices developed for Prussian conditions dominate their presentation.

56. David Gilly and Johann Albert Eytelwein, *Praktische Anweisung zur Wasserbaukunst, welche eine Anleitung zur Entwurfung, Veranschlagung und Ausführung der am gewöhnlichsten vorkommenden Wasserbaue enthält*, 4 Bde., Zweite Auflage (Berlin: Realschulbuchhandlung, 1809-1824), 2:46, 3:101; Eytelwein, *Handbuch der Mechanik fester Körper und der Hydraulik*; Eytelwein, *Handbuch der Statik fester Körper: mit vorzüglicher Rücksicht auf ihre Anwendung in der Architektur*, 3 Bde. (Berlin: Realschulbuchhandlung, 1808); Eytelwein, *Handbuch der Hydrostatik: mit vorzüglicher Rücksicht auf ihre Anwendung in der Architektur* (Berlin: Reimer, 1826).

57. Johann Albert Eytelwein, *Bemerkungen über die Wirkung und Vortheilhafte Anwendung des Stoßhebers (Bélier hydraulique): nebst einer Reihe von Versuchen mit verschiedenen Anordnungen dieser neuen Wasserhebungsmaschine* (Berlin: Realschulbuchhandlung, 1805).

self-taught, so the configuration of his hydraulic engineering bore the trademarks of his own longstanding concerns: the special problems of hydrology in Prussia and the peculiarities of Prussian standards. While Eytelwein's work in the field had contributed to the physical construction of the Prussian state, especially its waterways, his textbooks and handbooks shaped the analytical approach a generation of engineers took toward those problems.

The massive task of transforming the landscape was possible only to the degree that measuring practices yielded data appropriate for implementing technical solutions, and in hydraulic engineering, there was no measurement more important than determining if, how, and where water would flow. Here, too, in leveling practices, Prussian hydraulic engineers took local conditions into account. Appropriately the title page to Silberschlag's text on hydrotechnology depicted Athena with a surveyor's pole (*Messlatte*) standing next to Poseidon, seated and tamed rather than blowing up a storm, resting on a large pipe through which water flowed placidly. Cattails to the right appropriately place the illustration in marshland, a dominant feature of Prussia's landscape.



Figure 7. Frontispiece to Silberschlag's textbook on hydraulic engineering.

Source: Johann Esais Silberschlag, *Ausführlichere Abhandlung der Hydrotechnik oder des Wasserbaues*, 2 Bde. (Leipzig: Caspar Fritsch, 1772-73), 1: Frontispiece. Photographed by the author. Courtesy of NSUB.

Especially on flat land that determination was difficult because differences in elevation could be so slight that even small errors would doom a project; worse, errors compounded over long distances. Time after time inaccurate leveling was cited as the prime reason for

failure in hydraulic engineering.⁵⁸ Assuring accuracy in measurement was thus a prime desideratum. But how could accuracy be achieved? What degree of accuracy was necessary in practice? What was meant by accuracy in leveling? Unlike manuals on leveling from the Kingdom of Hanover or the areas around Nürnberg and Augsburg where there were skilled metal workers and mechanics adept at perfecting instruments, Prussian manuals on leveling from the second half of the century did not focus on artisanal perfection. From the Oderbruch project onward there was in Prussia a downright suspicion of compound instruments, from Humbert's manual on leveling of 1750 to Gilly's in 1801. Humbert, who had rejected Picard's treatise on leveling as too complicated, instead advocated balancing instruments, even imperfect ones, with the particular purpose for which they were to be used.

I, for my own part, am assured that the instrument that is less compound is also least subject to errors. Even if a mechanic has erred only a little in the division of degrees and minutes —say if the error is only barely that of a hair— then an error in the final result will be noticeable, and will grow in proportion to the distance. So the instrument that is less compound remains all around the best in practice. The bad measuring table, if used properly, is very convenient for the mapping of streets in a large city; the magnetic compass is useful for the mapping of large forests; and the rod is serviceable for the mapping of farmland in fields that have drainage ditches.⁵⁹

Some other instruments, he continued, were too difficult to use, cost too much, or could not always be constructed or repaired by mechanics. Insistent that leveling measurements had to be accurate [*accurat*], Humbert worked around instrumental imperfections by showing how the most reliable results in leveling, those taken over a short distance, could be summed up to cover a longer distance through a properly chosen protocol.⁶⁰

While leveling instruction at the *Bauakademie* was for the most part practical, but it drew heavily upon theoretical investigations conducted by Lambert who had explained so eloquently why one leveling instrument was better than another for particular tasks and why accuracy in leveling was so important —and different— in Prussia. He drew upon his practical experience in the field to explain the nature and quality of leveling instruments in a republication of Passavant's translation of Picard's treatise that appeared in 1770 —right in the midst of reconstruction after the Seven Years War and of the metrological, administrative, and professional reforms that changed Prussian surveying and engineering practices. The appearance of the volume underscored the centrality of careful geometric leveling to *Oberbaudepartement* technicians.⁶¹

58. E.g., as for Sanssouci, Huth, «Verunglückte Wasserwerke», 80.

59. Humbert, *Neue Anweisung zum practischen Gebrauch des Nivellirens*, 10-11.

60. Humbert, *Neue Anweisung zum practischen Gebrauch des Nivellirens*, Plate II, Fig. 4.

61. «J. H. Lambert's Beyträge zum Wasserwägen», in Jean Picard and Johann Heinrich Lambert, *Picards Abhandlung vom Wasserwägen mit einen Beyträgen von J. H. Lambert* (Berlin: Haude und Spener, 1770), 187-256.

Lambert's reasoning on accuracy and reliability in leveling was anchored in the knowledge of local conditions in Prussia. His persistent attention to geographical conditions, specifically to leveling on flat land in comparison to the same in hilly or mountainous regions, embedded his scientific discussion in the particular rather than the general. He described the problems of leveling in circumstances that characterized large portions of Prussia: either flat and sandy land, such as in Brandenburg; marshy land where the water table was high, such as the Oderbruch; or land where underground currents and streams were numerous and where river currents either were very slow or varied markedly, such as in Pomerania.⁶² These hydrological conditions were difficult to handle, Lambert pointed out, because so few experimental trials on them had been done, and there was a dearth of data to analyze. Nonetheless, the gross features of the Prussian landscape convinced him that when leveling in Prussia, one had to make special demands on the quality of the measurements and on the type of instrumentation used. Why? The errors in measurement had to be *less* than the very small differences in elevation that characterized relatively flat land. By contrast, leveling in foothills and mountains, as occurred in large parts of southern Germany, was an entirely different matter. When the elevation changed noticeably one could have «a greater degree of unreliability» in measurements and still get reasonably good practical results.⁶³ And just as the range of permissible error differed from north to south, so did the type of instrumentation. Some leveling instruments were just too unreliable to be used in Prussia, such as the barometer and the plumb bob, because the measurements they yielded were simply not refined enough.⁶⁴ That did not mean one should stop using either; a barometer, for instance, was eminently suited for measuring mountain elevation, as Cassini demonstrated for the Pyrenees; but with an accuracy of only $\frac{1}{2}$ *Linie* [1.09 mm], it was unsuited for conditions where the difference in elevation was a single *Zoll* [2.615 cm].⁶⁵ Lambert's discussion was the first of many in Prussia to link measuring practices to geographical location and to claim that leveling accuracy was more critical in the north than it was in the south.

So even though Lambert claimed he was «concerned not with leveling [on flat ground] alone» but in more general terms, «as one does when measuring height, especially of distant mountains, where one demands less accuracy [*Genauigkeit*] than in leveling proper», his overriding concern was with leveling on conditions like those in northern and eastern Prussia.⁶⁶ He proffered the communication tube (hydrostatic level) as the most convenient and reliable level for use on flat land. He suggested simply using a long fire hose or flexible

62. «J. H. Lambert's Beiträge zum Wasserwägen», 200-201.

63. «J. H. Lambert's Beiträge zum Wasserwägen», 197-198, on 198.

64. «J. H. Lambert's Beiträge zum Wasserwägen», 205, 217.

65. Johann Bernoulli, ed., *Johann Heinrich Lamberts deutscher gelehrter Briefwechsel*, 4 Bde. (Berlin: Bey dem Herausgeber), 1782-1784), 4:23.

66. Bernoulli, *Lamberts deutscher Briefwechsel*, 3:169.

tube to which open glass tubes, with marked divisions, were attached at both ends, and the entire arrangement filled with water. With this device, he argued, one could measure the change in elevation over a distance of a hundred feet or more without consideration of the errors stemming from either the curvature of the earth or the refraction of air, both of which were canceled out and hence had no effect on readings. And the small uncertainty of $\frac{1}{4}$ to $\frac{1}{2}$ *Linie* [.545 to 1.09 mm] that arose from reading the level of the water in the tubes could be compensated. The communication tube enabled, he claimed, an «art of leveling» that was «very simple». It had the added advantage of compensating automatically for small errors «because in estimating the surface of the water one sometimes does so too much and then too little», so errors just cancelled each other out.⁶⁷ By contrast, with other more common methods of leveling such as with a plumb line or barometer, «it is difficult, if not impossible, to be so accurate».⁶⁸ For that reason he believed that complex geographical sites such as the Oderbruch would never yield «geometrical sharpness» in leveling. Hence in 1770 he lamented: «One will probably never measure the elevation of the entire length of the Oder from its source to the sea with a level of any type».⁶⁹

When David Gilly assembled his instructional handbook on leveling for *Bauakademie* classes on leveling in 1801, he aimed it not at operations that depended on «hairsplitting accuracy (as is needed, for example, in the design of mills, canals for shipping, etc.)» but rather at projects like those he supervised in Prussia's newly acquired eastern provinces where ditches had to be drained, peat bogs dried, and elevation profiles had to be calcu-

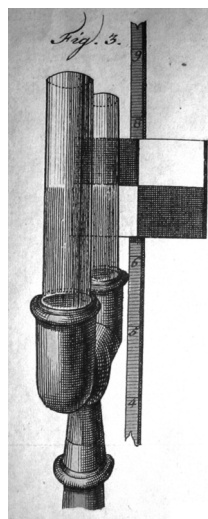


Figure 8. A communication tube or hydrostatic level set against a surveyor's pole.

Source: David Gilly, *Praktische Anleitung zur Anwendung des Nivellirens oder Wasserwägens in den bey der Landeskultur vorkommenden gewöhnlichsten Fällen* (Berlin: Realschulbuchhandlung, 1801), Tab. I, Fig. 3. Photo courtesy of NSUB.

67. Bernoulli, *Lamberts deutscher Briefwechsel*, 3:166; «J. H. Lambert's Beyträge zum Wasserwägen», 203.

68. «J. H. Lambert's Beyträge zum Wasserwägen», 202-204, on 204.

69. Bernoulli, *Lamberts deutscher Briefwechsel*, 4:23. 306.

lated.⁷⁰ Inspired by Lambert's principles, Gilly recommended using the hydrostatic level or communication tube because it worked best on relatively flat land.

This quick and reliable solution to enhancing leveling practices was needed, he pointed out, because of «the ever-rising cultivation of the land» in Prussia that had far outstripped the available supply of surveyors and engineers. Melioration of the marshy, lake-dotted and flat regions of Masuria acquired in the Second and Third Polish Partitions was both an economic necessity and political imperative, he explained, where

more and more ditches, dams, locks, and such are planned in order to drain the land; many lakes and marshes are drained in order to create usable ground. In particular many trenches are built in order to dry out sections of peat so that it could be used as a substitute for wood, ever declining, as fuel. Also trenches serve for the draining of water in the overgrown sections of forests in order to promote the growth of trees for wood, a practice that follows the admirable example of many private owners.

Gilly believed, however, that these private practices —guided, to date, by rules of thumb— could be improved considerably by determining the gradient of the land by leveling before projects began; otherwise «the work is conducted haphazardly, not infrequently expenses become wasteful, and what is probably by far the worst, the work becomes purposeless and probably entirely in vain». He had even grander reasons for promoting accurate leveling, ones consistent with the type of aesthetic, geometric regularity that had been popular at the beginning of the century; for in addition to promoting use of the communication tube among pupils at the *Bauakademie*, he also wanted bricklayers, carpenters, stone masons, and those who worked on dams to use it because it was less error-prone than a plumb bob and resulted in a more regular appearance overall.⁷¹

So as much as Prussia's technicians of measurement sought ever greater accuracy in leveling, ease of measurement and the reliability of results proved to be more important desiderata. From a historical perspective, however, the introduction of Picard's treatise on leveling into Prussian hydraulic engineering at two crucial points —first in 1749 during the Oderbruch project and later in 1770 during a period of post-war reconstruction and administrative changes leading to the centralization and regulation of measurement— accentuated the importance of leveling as one of the most important venues for exploring accuracy in measurement. In Prussian contexts, however, local problems sometimes trumped

70. David Gilly, *Praktische Anleitung zur Anwendung des Nivellirens oder Wasserwägens in den bey der Landeskultur vorkommenden gewöhnlichsten Fällen* (Berlin: Realschulbuchhandlung, 1801). Quote is from an advertisement for Gilly's handbook, *SNA* 6.2 (1806): 137.

71. Gilly, *Praktische Anleitung zur Anwendung des Nivellirens*, 4. Nearly all of Gilly's instructions applied to relatively flat and water-logged land.

the implementation of the means to achieve greater accuracy. Lambert's elaboration on Picard was not about attaining the more extreme degrees of accuracy that refined instrumentation might allow, but rather about achieving the kind of accuracy that surveyors could reasonably be expected to achieve in the field while satisfying the demands of economic efficiency and mechanical safety that state officials mandated and the public expected.

Geopolitics, the state, and the engineer

More than any other administrative unit in Prussia before 1806, the *Oberbaudepartement* became the locus of a technical bureaucracy that strongly linked mathematics, measurement, and engineering to the state's interests, especially in economics, demographics, and—to the degree that land reclamation, canal-building, and reconstruction were also the «Prussianization» of a region—also culture. Indeed the double mission—technical and cultural—became ever more important as Prussian engineers moved eastward from Silesia to New East Prussia. When we ask how order came from disorder, identity from diversity, and tamedness from wilderness, we cannot avoid considering the decisive roles of measurement, geometry, and engineering. All were means of control, integration, and standardization. As Henning Eichberg has argued, «[r]egularity, uniformity, and standardization were the socio-structural norms and features of early modern state-building».⁷² Yet what was their position vis-à-vis the state of this first generation of technical advisors in Prussia?

That Prussian conditions loomed large in the knowledge that defined their expertise could be read as an expression of their perceived indispensability to the Prussian state and its projects. Eytelwein, writing on the *Bauakademie* in 1799, urged that it was imperative to «rise above» the «prejudicial separation» of theory and practice in order to create an institute where both could be combined so that neither aesthetics (which did not address the physical feasibility of a project) nor the scientific or theoretical (which went «too far in the direction of mathematical abstraction, without the appropriate consideration of locality») dominated. He viewed the attainment of that balance as necessary for the good management of Prussia's economy: with so much built at royal cost, it was essential not to waste money on projects with insecure foundations.⁷³ Bundling theory, practice, and cost together as he did tells us why others such as Riedel believed that foreigners—specifically the French and the English—could not solve Prussia's problems: they lacked knowledge and acquaintance with local conditions and moreover they worked in different economic conditions, often with private entrepreneurs, which Prussia, he claimed, did not have.⁷⁴ Much as instruction

72. Henning Eichberg, *Festung, Zentralmacht und Sozialgeometrie: Kriegsingenieurwesen des 17. Jahrhunderts in den Herzogtümern Bremen und Verden* (Köln: Böhlau, 1989), 421, 424-25.

73. Johann Albert Eytelwein, «Nachricht von der Errichtung der Königlichen Bauakademie zu Berlin», *SNA* 3.2 (1799): 28-40, on 28, 29.

74. Heinrich August Riedel, «Fortsetzung der allgemeinen Betrachtungen über die Baukunst», *SNA* 1.2 (1797): 3-17, on 15-16.

was expensive for the state, Riedel argued, it was less costly than error-laden ventures, a lesson he drew after reviewing the ill-fated Finow Canal project.⁷⁵ Those who designed and built Prussia thus assumed responsibility to secure and uphold the fiscal health of the state, and in so doing, placed themselves in a position of strategic importance to its proper maintenance.⁷⁶

Far more significantly, perhaps, they used their assembled knowledge to articulate Prussia's identity. For members of the *Oberbaudepartement*, to define hydrotechnology at the end of the eighteenth century was to define Prussia on the basis of its geography —not as a geopolitical map would depict it, but according to the predominant forces of nature acting on it and the technical means used to control them. Experiences in the new eastern provinces were crucial here. Others acknowledged the success of their tactic. In 1780 the well known and highly respected Hanoverian military engineer, Johann Ludwig Hogrewe (1737-1814), took note of the accomplishments of Prussian hydraulic engineers in building canals which by then had created a mesh linking Prussia's rivers sufficiently widespread to support inland transportation as well as travel to the Baltic and the North Seas. Quoting Anton Friedrich Büsching's *Wöchentliche Nachrichten*, a Berlin-based weekly covering topics of interest to cameralists, Hogrewe remarked: «No other country in Germany has attained through sovereign foresight so many conveniences for internal and external travel by means of ships than Mark-Brandenburg».⁷⁷ He not only cited the Finow, Oder, and new Bromberg canals, but also those that promoted trade with places like Lithuania, including the canals on smaller rivers, like the Pregel. To a certain degree, these ubiquitous but now surmountable hydrological challenges constituted the state-wide commonality that Prussia's ethnic, linguistic, cultural, and religious diversity could not yet provide: they characterized an important dimension of the shared collective life of individuals living on the Prussian section of the North European Plain; they constituted the common cause of what encumbered Prussians and their government in so many ways; and their melioration gave visible material expression to the state's power to transform the landscape through the implementation of technical solutions believed to contribute to the common good.

Throughout Europe, engineers of the period bespoke a utilitarian ethic. Prussian utility had a twist. Technicians' experiences in the eastern provinces taught them that solutions to hydro-technological problems were likewise solutions to socio-economic ones: marshes, bogs, and swamps were quite simply unproductive soils that kept living conditions at

75. Riedel, «Fortsetzung», *SNA* 1.2 (1797): 13.

76. Joachim Ludwig Zitelmann, «Kurze Darstellung der Geschichte und Verfassung des Königlichen Preussischen Ober-Bau-Departments», *SNA* 5.1 (1803): 90-112, on 97, 94-95, 91.

77. J. L. Hogrewe, *Beschreibung der in England seit 1759. angelegten, und jetzt größtentheils vollendeten schiffbaren Kanäle* (Hannover: H. M. Pockwitz, 1780), 43. Mark-Brandenburg here designated the seat of the state government, not the location of the canals, which of course stretched across all of Prussia.

poverty levels. Their attitude toward the natural world was that it was a job left undone, constantly threatening to revert back to a state of wilderness.⁷⁸ Land that was inaccessible to human footsteps «served only to house wild animals».⁷⁹ Civil engineering was their agent of civilization, rescuing a people from wilderness by creating the conditions for realizing the happiness, morality, and well-being of all classes, «especially the needy and working classes» who required «constant protection against general poverty, dissatisfaction, and immorality». Without civil engineering, society would simply revert into the condition of «irrational animals» and would «enter wilderness» again.⁸⁰ Thus the implementation of material technologies was thus just as much about achieving social stability as it was about transforming the natural world, as their hydrological projects in Slavic and Polish Prussia illustrate. Like the ubiquitous local societies that promoted Prussian economic development by combining the resources of natural philosophy, technology, economics, and statistics, such as the Royal East Prussian Physico-Economical Society or the Mark Economic Society in Potsdam, members of the *Oberbaudepartement* worked with the same tools and had the same goals, but did so on a state-wide scale and with financial resources that dwarfed local efforts. They were like an infantry marching across the landscape, shaping the material conditions for implementing the royal or ministerial economic initiatives that were supposed to create a state of culture and civilization.

Their textbooks and writings linked hydraulic engineering, and with it, measurement, to social and economic improvement, and so to the opposite of wilderness: civilization. Silberschlag chose for his textbook the problems that occurred most frequently in Prussia because «their solutions have the greatest influence on the needs of common life».⁸¹ Uckermark once again was a special case: «The poverty, which hangs over the entire province due to frequent and persistent rainfall, is so terrible that one should consider how to solve this problem in a timely fashion», he urged, likening this and similar problems to illnesses that had to be cured for the state to be healthy.⁸² In a similar vein Gilly and Eytelwein insisted thirty years later on making the most common Prussian hydraulic practices public «for the satisfaction of the needs of civil society», for the state's economic well-being, and for protection against the overwhelming forces of nature, especially water and ice.⁸³ Although Johann Samuel Lilienthal (1723-99) found that making the Memel Harbor assume its planned

78. David Gilly, «Fortsetzung der im zweyten Band S. 36 abgebrochenen Darstellung des Land- und Wasserbau in Pommern, Preußen und einem Theile der Neu- und Kurmark», *SNA* 2.1 (1798): 3-10, on 4, 5.

79. Joachim Ludwig Zitelmann, «Über den Nutzen der Wiesen-Wässerung, und die verschiedenen Wässerungs-Anstalten älterer und neuer Zeiten», *SNA* 1.1 (1797): 128-154, on 128.

80. Heinrich August Riedel, «Allgemeine Betrachtung über die Baukunst», *SNA* 1.1 (1797): 1-25, on 6, 12, 20.

81. Silberschlag, *Ausführlichere Abhandlung der Hydrotechnik*, 2: iv.

82. Silberschlag, *Ausführlichere Abhandlung der Hydrotechnik*, 2: 35, 41.

83. Gilly & Eytelwein, *Praktische Anweisung zur Wasserbaukunst*, 1:9.

dimensions was fraught with difficulties, he nonetheless persisted because «one must spare no effort and risk because the lives of the people and the security of shipping depend on it».⁸⁴ For Riedel construction was to the state what medicine was to the body, thereby implicating construction of all types in state-building. Epistemologically, they were also alike: «Both had to create theories out of many experiences led by analogy in order to make use of similar means in similar circumstances to ensure similar effects».⁸⁵

Teachers of the public and servants of the state, Prussian technicians affected social change through «moral» instruction, thereby making themselves indispensable to the attainment and maintenance of the general welfare of the state. Antoine Picon and Ken Alder, both historians of French Enlightenment engineers, have identified the use of such rhetoric as legitimating strategies. Projecting compassion, in Picon's view, is a «strategy of power»: it enables control over the less fortunate and distancing from the less trained, especially artisans.⁸⁶ In his discussion of French artillery engineers, Ken Alder deftly explained how they were able to tie epistemological and social concerns together (he called it a «social epistemology») to make «expertise» a code for living. Prussian technicians did much of the same. But where Alder saw the production of the self-disciplined individual, both molded and assessed by the impersonal standards of judgment mathematical training afforded, here we find the socially conscious engineer, trained in subjects shaped by local conditions, responsible for the good of both society and the state. Technology in Prussia was thus bound to social values, albeit in a different way than in France.⁸⁷

An outlook generated by geopolitics had a domestic politics of its own. There was a catch to constructing their identity in this way. Prussian engineers could secure roles as protectors of the public good, the general welfare, and the state's interests only to the degree that their projects worked. From one perspective their incessant invocation of the proper way to integrate theory and practice merely expressed the dilemma of engineers throughout the century: how to achieve a balance between the two that was meaningful and productive. Prussian discussions were not so simple. In 1796, while pressing Prussia's government for an institution where architects and engineers could be instructed, they found it fitting to republish an essay by the military engineer Humbert, who had instructed Frederick II, because he argued so strongly for such instruction. Reflecting the prejudices of his age, Hum-

84. Johann Samuel Lilienthal, «Beschreibung des Memelschen Hafens, und der in den letzten 50 Jahren bey solchem vorgenommenen, und noch vorzunehmenden Vermessungen, nach Maassgabe des beygefügtten Plans», *SNA* 3.2 (1799): 53-73, on 72.

85. Riedel, «Fortsetzung», *SNA* 1.2 (1797): 7.

86. Antoine Picon, *French Architects and Engineers in the Age of Enlightenment* (Cambridge: Cambridge University Press, 1992), 110.

87. Ken Alder, «French Engineers Become Professionals or, How Meritocracy Made Knowledge Objective», in *The Sciences in Enlightened Europe*, ed. William Clark, Jan Golinski, and Simon Schaffer (Chicago: University of Chicago Press, 1999), 94-125.

bert remarked that architects and engineers without training in the sciences, especially mathematics, were «architectonic Jews» who merely «blabbered».⁸⁸ His invocation of Prussian society's «outsiders» in this way underscores the degree to which those with technical expertise were increasingly viewing themselves as «insiders» now entrusted with public duties that surpassed their core role as builders of the state's physical infrastructure to include a commitment and an obligation to improve society. When Eytelwein was elected a member of the Berlin Academy of Sciences, an august body of mostly theoreticians of knowledge, he argued in his entrance speech that it was insufficient merely «to expand the limits of knowledge»; one also had to make knowledge useful «for public welfare». «Many branches of knowledge», he continued,

are not yet suited to grasp their usefulness for civil society (*bürgerliche Gesellschaft*) and still less to be recognized by a considerable part of civil society as useful for public welfare. It would, of course, be detrimental for the sciences if their culture were made dependent merely on the measure of their direct use. But it's also not to be denied that many subjects are capable of finding a broader treatment and application for the good of the state. No patriot can suppress the wish that the gap that still exists between those who cultivate the sciences and those who have undertaken to have an effect directly on the state—I mean, the difference between theory (*Theorie*) and practice (*Praxis*)—will no longer be as large as it is now.

Those engaged in practical pursuits, he observed, «are in dire need of a broader acquaintance with the sciences», while those «who possess a great talent for the expansion of human knowledge seldom know broadly of the needs of civil life». From his colleagues at the Academy he hoped «to learn how it is best feasible to be as useful for public welfare as circumstances allow, and certainly the approval of our most sincere honored monarch, the promoter of everything useful and good, will crown such works».⁸⁹ In his response to the address, Johann Bernhard Merian, the perpetual secretary of the Academy, notably singled out hydraulic engineering as the main area where geometry had been taken out of «the realm of the sublime» and put in service of the public good and the Prussian state.⁹⁰ And yet their notion of «public good»—the ethical bridge they constructed between theory and practice—here was fraught with its own prejudices: the superiority of Prussians over Poles,

88. Abraham von Humbert, «Ueber den guten Geschmack in der Baukunst», *Allgemeines Magazin für die bürgerliche Baukunst* 2 (1796): 147-189, on 150.

89. Johann Albert Eytelwein, «Antrittsrede», *Sammlung der deutschen Abhandlungen, welche in der Königlichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin vorgelesen worden in den Jahren 1803*, 2-3.

90. Johann Bernhard Merian, «Response au Discours à Réception de Monsieur Eytelwein», *Mémoires de l'Académie Royale des Sciences et Belles-Lettres 1803*, 46.

and of civilization over wilderness. In so many respects, then, the distinction between knowledge and society eluded them. After all, Prussian surveying and hydraulic engineering experiences were acquired largely under conditions linked to particular social concerns: the marginalization of Jews, the backwardness of Slavs and Poles, and the identification of Slavic and Polish Prussian lands with wilderness. The geopolitical circumstances within which Prussian technical instruction emerged thus shaped the ethos of the engineer as much as it did the technical practices of hydraulic engineering.

«MAKING SCIENCE
UNDERSTANDABLE».
DIVULGACIÓ CIENTÍFICA
I MEDIACIÓ EDITORIAL: EL CAS
DE *THE WISDOM OF THE BODY*
DE WALTER B. CANNON (1871-1945)¹

ÀLVAR MARTÍNEZ VIDAL;¹ EMMA SALLEN T DEL COLOMBO²

¹CENTRE D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA, UNIVERSITAT AUTÒNOMA DE BARCELONA.

alvar.martinez.vidal@uab.cat

²DEPARTAMENT DE FÍSICA FONAMENTAL, UNIVERSITAT DE BARCELONA.
emma.sallent@ub.edu

Paraules clau: *divulgació científica, edició, període d'entreguerres, Nova York, Boston, Walter B. Cannon, William W. Norton*

«Making Science Understandable». Scientific popularization and publishing mediation: the case of Walter B. Cannon's *The Wisdom of the Body*.

Summary: *The present paper aims at an historical reconstruction, in the framework of the publishing industry in the years between the two World Wars, of the role played by the publisher William W. Norton in the genesis, published in 1932, and*

1. La realització d'aquest treball ha estat possible, en part, gràcies a una subvenció del Memorial Democràtic de Catalunya (convocatòria de 2008) concedida a la recerca «Ciència i exili al sud de França: Walter B. Cannon i la diàspora dels metges catalans». S'inscriu en el marc del projecte d'investigació «La medicina y sus públicos en la Barcelona de Entregueras: el Sindicato de Metges de Catalunya (1920-1939)», finançat pel Ministerio de Educación y Ciencia (HUM2006-07206-CO3-03).

*new edition in 1938, of Walter B. Cannon's book *The Wisdom of the Body*. With the analysis of this case study, we aimed at contributing to the current criticism of the «dominant view», which tries, in an uncritical manner, that scientific popularization follows an ineluctable, continuous and linear evolution.*

Key words: scientific popularization, editing, interwar years, New York, Boston, Walter B. Cannon, William W. Norton

Whether a scientific investigator should at any time engage in attempting popular education by simplifying accounts of what he has done, in order that they may be understood by the laity, is a matter for individual judgment. There are good precedents both for popularizing and for refusing to popularize. (...) My feeling about public education is based upon a conviction that it is important for science to be understood in a democracy (Cannon, 1945: 166).

Aquesta afirmació, extreta de *The Way of an Investigator* —testament científic i professional del fisiòleg nord-americà Walter B. Cannon (1871-1945)—, remet a la problemàtica del paper del científic en la societat, una qüestió que, en els anys d'entreguerres del segle passat, implicava la controvèrsia al voltant, per una banda, del compromís social del científic i, per una altra, del seu posicionament —en aquest cas, el del científic de laboratori— davant la denominada «educació popular». Com comenta George Sarton en la seva ressenya del *The Way of an Investigator*: «He strongly felt the need of explaining scientific discoveries to a larger public than can be reached by means of technical papers» (Sarton, 1946: 259). W. B. Cannon, que havia estat professor de fisiologia a la Universitat de Harvard durant més de trenta-cinc anys i que, en morir, gaudia d'un enorme prestigi intel·lectual i moral dins i fora dels Estats Units, dedicà a la qüestió dos capítols consecutius —titulats respectivament «Being a Citizen» (Cannon, 1945: 154-165) i «Making Science Understandable» (Cannon, 1945: 166-174)— del seu llibre de memòries, escrit a les acaballes de la Segona Guerra Mundial. La seva voluntat era deixar constància escrita de les seves conviccions, actituds i aportacions com a científic i com a ciutadà d'un món convuls, un món que en poc més de dues dècades havia conegut l'amenaça del feixisme, l'existència dels camps d'extermini nazis, les armes químiques i nuclears i dues guerres internacionals.

Aquesta afirmació remet també al supòsit de l'existència d'una profunda divisió entre experts —científics que descobrien i inventaven—, i un públic profà —consumidor anònim de ciència— que calia educar. Divisió íntimament lligada, i que corre en paral·lel, a la professionalització del treball científic en el món contemporani; reforçada i consolidada per l'accelerat increment dels mitjans de comunicació de masses i l'aparició dels «science consumers» des de mitjan segle XIX (Bensaude-Vincent, 1997: 321). Als Estats Units del primer terç del segle XX, la difusió de la informació científica havia adquirit dimensions inusitades

gràcies a una institució tan dinàmica com la renovada American Association for the Advancement of Science (Sokal, 1999), que distribuïa entre els seus socis desenes de milers de còpies de la revista *Science* i, a partir de 1915, del *Popular Science Monthly* (més tard *Scientific Monthly*); i també gràcies a la National Association of Science Writers, creada en 1934, que proporcionava setmanalment, a la premsa periòdica i al públic en general, notícies relatives a la recerca científica (Bensaud-Vincent, 1997: 323-324).

Cannon, com a científic que havia realitzat aportacions realment innovadores al coneixement fisiològic, considerava un deure personal difondre, simplificant-los això sí, els resultats de les seves investigacions, perquè entenia que l'educació popular en temes científics estimulava la cultura democràtica del conjunt de la societat i, sens dubte, assegurava les subvencions públiques i privades a la recerca (Cannon, 1945: 166). Per aquest motiu, publicà diversos llibres de caràcter divulgador, tot sintetitzant les aportacions que realitzava ell mateix, amb els seus col·laboradors, a la Harvard Medical School. Probablement, el de més èxit fou *The Wisdom of the Body* (1932), un llibre que, reimprès en anglès en diverses ocasions, fou traduït a diferents idiomes com ara el castellà, el francès, el portuguès o l'italià (Martínez Vidal & Sallent del Colombo, en premsa).

De tendència liberal, Cannon defensava la democràcia com la millor forma possible de govern i simpatitzava obertament amb els ideals d'igualtat i fraternitat que haurien de regir la convivència i l'equilibri entre els individus i entre les nacions. Així, arran de la sublevació feixista de 1936 contra la República Espanyola, acceptà el compromís de presidir The Medical Bureau to Aid Spanish Democracy (Wolfe *et al.*, 2000: 354-375) i també el de la junta local, a Boston, de l'esmentat comitè d'ajuda humanitària a la causa republicana (Cannon, 1945: 160-162). I, quan en 1940 s'albiraven les enormes proporcions que prenia la nova guerra mundial, no dubtà a denunciar en termes duríssims la traïció a Espanya comesa per França i Anglaterra amb la política de no-intervenció, tot considerant que la Guerra Civil espanyola havia estat la primera gran batalla en la lluita per la llibertat (Cannon, 1940: 630). Igualment, com a home de ciència compromès amb la causa dels pobles oprimits, Cannon va donar suport a l'American-Soviet Medical Society, l'American Bureau for Medical Aid to China i a l'United China Relief davant la invasió japonesa de Xina i l'esclat de la guerra el juny de 1937 (Cannon, 1945: 163).

Tant pel que fa a l'educació popular com a la lluita per la democràcia, Cannon sintonitzà des de 1929 amb els interessos i les expectatives de William Warder Norton (1891-1945), editor establert a Nova York que li publicà en 1932 *The Wisdom of the Body*. L'èxit editorial assolit pel llibre fou l'inici d'una fecunda col·laboració professional que duraria fins a la mort d'ambdós la tardor de 1945. Així, W. W. Norton and Co. publicà els altres dos llibres de divulgació escrits per Cannon en els darrers anys de la seva vida: *Digestion and Health* (1936) i *The Way of an Investigator* (1945) (Wolfe *et al.*, 2000: 519).

Aquest treball pretén situar històricament, en el context de la indústria editorial dels anys d'entreguerres, la mediació editorial exercida per William W. Norton en la gènesi, la publi-

cació en 1932 i la reedició de 1938, de *The Wisdom of the Body* de Walter B. Cannon. A tal efecte, s'utilitzarà, a més de les seves memòries, contingudes a *The Way of an Investigator*, la documentació manuscrita que es conserva actualment a la Countway Library, de la Universitat de Harvard, que inclou la correspondència mantinguda entre Cannon i Norton sobre el procés d'edició, reedició i traducció a altres llengües de *The Wisdom of the Body*. L'objectiu últim d'aquest treball és contribuir, mitjançant un estudi de cas, al qüestionament de la «dominant view» que, explícitament o implícita, pressuposa de manera acrítica que la divulgació científica, entesa com a «science popularization», ha seguit una evolució històrica ineluctable, contínua i lineal (Topham, 2009).

1. L'autor: Walter B. Cannon

Nat a Prairie du Chien, Wisconsin, el 19 d'octubre de 1871, Walter Bradford Cannon era fill d'un treballador del ferrocarril i d'una mestra d'escola. A la Universitat de Harvard, va estudiar biologia (*summa cum laude* el 1896) i es va interessar també per la neurologia i la psicologia. Aquell mateix any s'incorporà a la Facultat de Medicina, al departament de fisiologia, on treballaria durant més de quaranta anys. De seguida s'interessà per la recerca i, en concret, estudià els mecanismes de la deglució i la motilitat gastrointestinal utilitzant els raigs X, aleshores recentment descoberts. En 1906 fou nomenat George Higginson professor de fisiologia i director del departament de fisiologia, càrrec que conservaria fins que es va retirar en 1942. Va ser innovador no només en el camp de la recerca, sinó també en el de l'ensenyament; va introduir els estudis de cas en la docència de la medicina. En 1911 publicà *The Mechanical Factors of Digestion*, on resumia les seves aportacions al coneixement dels processos digestius. Director del Council on the Defense of Medical Research de la American Medical Association, defensà la vivisecció animal com a mètode experimental en fisiologia; el seu model de treball de laboratori es va implantar arreu dels Estats Units (Bynum & Bynum, 2006).

Tot estudiant els processos digestius, s'interessà per la fisiologia de les sensacions i de les emocions; en 1915 publicà *Bodily Changes in Pain, Hunger, Fear and Rage*, que esdevingué una obra de referència obligada per a la neurologia i la psicologia experimental. També s'interessà per la regulació de tots aquests processos, la qual cosa derivà la seva recerca cap a l'estudi del sistema nerviós autònom i, en definitiva, cap a la qüestió de l'equilibri del medi intern. En aquesta línia, proposaria el neologisme «homeòstasi» per designar la tendència de l'organisme cap a l'estabilitat funcional. L'èxit aconseguit per *The Wisdom of the Body*, publicat per W. W. Norton and Co. l'any 1932 per primera vegada, consagraria aquest cultisme arreu del món. Després de la jubilació de la Harvard Medical School, i tot i que va ser professor visitant en 1944 de la New York University Medical School i que en 1945 va treballar amb Arturo Rosenbleuth a Ciutat de Mèxic, la salut no l'acompanyà i va morir el primer d'octubre de 1945 (Benison & Barger, 1981).

Cannon era un decidit partidari de la divulgació científica entesa com la difusió entre els profans, de forma clara i entenedora —«simplifying accounts», arriba a dir—, del coneixement

elaborat pels experts: «That there is still much to be done to spread scientific learning cannot be too strongly emphasized» (Cannon, 1945: 168). Un dels requisits del funcionament de la democràcia és l'existència d'una «intelligent citizenship», és a dir, una ciutadania instruïda en el coneixement de la ciència. En aquest context, l'investigador, en tant que ciutadà, té l'obligació moral de fer un esforç per difondre el seu saber expert entre el públic general: «knowledge of science is fundamental to intelligent citizenship and therefore desirable, he [the investigator] should regard the diffusion of that knowledge as a public duty» (Cannon, 1945: 167).

A més a més, des de les pàgines de *The Way of an Investigator* es feia ressò de la presència en l'escena pública nord-americana de dos importantíssims fenòmens en la societat de masses contemporània: per un costat, l'aparició de la divulgació científica com una activitat professional diferenciada: «Furthermore, in recent years specialized scientific writers have been trained who prepare "science columns" for newspapers and interpret the contributions presented at scientific meetings. The members of the Science Writers Association take pride in careful, accurate, and respectful reporting. The chief publication representative of this development is the weekly *Science News // Letter*, which goes extensively to the public press and to interested individuals, professionals and lay» (Cannon, 1945: 167-168) i, per un altre, l'ús a gran escala dels mitjans audiovisuals —la ràdio i el cinema— com a mitjans de difusió de la ciència: «In addition to magazines and other periodicals designed to instruct the public, there has been also in the United States use of radiobroadcasting [sic] and moving pictures. Scientific investigators as well as laymen have engaged in these modes of enlightenment» (Cannon, 1945: 168). Recordem, en aquest sentit, que l'any 1939 Cannon fou president de l'American Association for Advancement of Science, institució que, com ja s'ha dit, publicava la prestigiosa revista *Science* i, adreçat al gran públic, el butlletí *Scientific Monthly* (Wolfe et al., 2000: 440-444).

Tanmateix, Cannon era conscient que la seva activitat divulgadora no era una pràctica habitual entre els investigadors de l'època. Alguns eren incapaços d'escriure per al gran públic; altres, fins i tot, consideraven que eixe esforç prostituïa la ciència en la mesura que s'adreçava a la xusma: «The attitude I have taken is not common among investigators. Some feel that they are incapable of writing in a style suited to the layman; others despise efforts at popularizing science and may even go to the extreme of declaring that such efforts are prostituting science by an appeal to the mob» (Cannon, 1945: 167).

Precisament, un dels temors manifestats per Cannon era la por als malentesos difosos pels divulgadors desinformatos. Per això, pensava que calia que l'investigador fes tasca de difusió de la pròpia activitat investigadora: «It has seemed to me preferable for the investigator, himself, // to interpret his labors to the general public rather than running the risk of misinterpretation by the ill-informed» (Cannon, 1945: 166-167). Igualment, Cannon tenia la norma, basada en la pròpia experiència, de denegar als periodistes qualsevol entrevista mentre la recerca no estigués conllosa: «Incidents which occurred in my experience illustrate the resultant appeal to sensationalism rather than to sensible understanding» (Cannon, 1945: 168).

2. L'editor: William W. Norton

Nat a Springfield (Ohio) l'any 1891 en el si d'una família benestant, William Warder Norton (1891-1945) marxà ben aviat a Nova York atret pel món dels negocis, deixant inacabats, a l'Ohio State University, uns estudis d'enginyeria industrial. En 1923 fundà una empresa pròpia —la People's Institute Publishing Company— dedicada, en un primer moment de manera temptativa, a la publicació de llibres de psicologia de la conducta per a l'educació d'adults, amb títols tan significatius com *Human Behavior*, de Harry A. Overstreet, i *Behaviorism*, de John Watson. L'èxit aconseguit el decidí a canviar el nom de la firma comercial pel de W. W. Norton & Company, Inc., i a ampliar i diversificar la línia editorial, incloent-hi els camps de les ciències, de les ciències socials i de les humanitats. Entre les noves col·leccions, la poesia i la narrativa també hi trobaren un lloc. La firma, no obstant això, es féu famosa pels llibres de psicologia, però també pels seus llibres de música. En la política editorial hi tingué un paper important la seva muller, Mary Norton (1892-?), de soltera Mary Dows Herter, traductora ella mateixa dels poemes de Rainer Maria Rilke a l'anglès. Al llarg de la dècada de 1930 la companyia experimentà una forta expansió, en certa manera paral·lela a la carrera professional de W. W. Norton en les organitzacions de la indústria editorial nord-americana: president del Joint Board of Publishers and Booksellers, del National Association of Book Publishers, del Publishers Lunch Club, etc. Durant la Guerra Civil espanyola ocupà el càrrec de tesorer de l'American Friends of Spanish Democracy i durant la Guerra Mundial el de president del Council on Books in Wartime, un esforç cooperatiu que aconseguí distribuir més d'un centenar de milions de llibres entre el personal de les forces armades nord-americanes arreu del món. Tanmateix, els problemes de salut l'obligaren a deixar aquest càrrec i, pocs mesos després de l'acabament de la Guerra Mundial, el novembre de 1945 moria al City Hospital de Nova York (Keene, 1999, 16: 530-531).

Home de tarannà liberal i emprenedor, tenia uns criteris editorials molt ben definits, tant pel que fa a les col·leccions i als llibres que publicava, com a la selecció dels autors, traductors, etc., fins al punt de negociar i de vegades decidir les característiques del producte final (Anònim, 1945).

Un dels criteris editorials de W. W. Norton era l'aposta per incloure una col·lecció de llibres de divulgació escrits per científics de reconegut prestigi, pensada per a un lector culte. En 1945 l'editorial convocava per primera vegada el «Norton Medical Award», un guardó que premiava amb 3.500 dòlars el llibre que millor transmetés la ciència mèdica al gran públic, més enllà dels circuits acadèmics. A la convocatòria del premi s'inclouia el plantejament següent:

At this time of rapid advance in the many and specialized branches of medicine it is at once more difficult and more important for the general reader to be informed about the work and accomplishments of medical science. Like other scientific workers, medical men for the most part write for each other, and the layman has consequently too of-

ten forced to resort to non-professional popularizers. With this in mind, the Norton award is established to encourage the writing of books for laymen by professional workers. The Award is also offered to encourage writing which demonstrates the spirit that inspires and sustains men of medicine in their work.²

Entre els llibres que l'editorial proposava com a «representative Books on Medicine and the Medical Profession For the Layman» es trobava *The Wisdom of the Body*, de W. B. Cannon, un llibre que no sols s'havia publicat, sinó també elaborat, des d'aquesta i per a aquesta casa editorial.³ La llista de llibres representatius incloïa títols tan significatius com ara *The Great Doctors*, de Henry E. Sigerist, i *New Introductory Lectures on Psychoanalysis*, de Sigmund Freud, tots dos llibres traduïts de l'alemany i publicats per W. W. Norton and Co. en 1933.

The Wisdom of the Body aconseguí molt aviat el reconeixement implícit que implicava la selecció del Scientific Book Club (Wolfe *et al.*, 2000: 262, 519). Igualment, en 1945, un altre llibre de Cannon, *The Way of an Investigator*, també publicat per W. W. Norton & Co., fou seleccionat pel mateix club, perquè havia estat pensat i escrit per a les «future generations of scientists and investigators» (Wolfe *et al.*, 2000: 519). Com ja s'ha dit, en aquest llibre de memòries Cannon narrava, poc abans de morir, la seva llarga trajectòria com a investigador i exposava la seva experiència com a cap de laboratori i mestre d'una escola que comptava entre els seus deixebles amb col·laboradors i investigadors aplegats des de tot el món (Wolfe *et al.*, 2000: 231-232).

Des del punt de vista temàtic, la primera convocatòria del Norton Award incloïa: a) informes de recerca on s'oferissin notícies sobre nous avenços mèdics; b) autobiografies i relats basats en l'experiència personal dins l'àmbit de la medicina; c) històries sobre qualsevol tema mèdic i biografies de «medical figures», i d) treballs teòrics sobre aspectes científics o socials de la medicina.⁴

L'any 1945 el Norton Medical Award fou concedit a *The Doctor's Job*, de Carl Binger; el 1946, a *Doctors East, Doctors West*, d'Edward H. Hume, i el 1947, a *A Surgeon's Domain*, de Bertram Moses Bernheim. Aquest darrer any es modificaren lleugerament els requisits de la convocatòria del premi —deixava de ser anual i el termini per a la presentació d'originals restava sempre obert— i augmentava la dotació: la casa editorial oferia 5.000 dòlars al guanyador tot especificant que «instead of an outright cash grant of \$3,500 is now offered as a guaranteed advance against royalties» (Anònim, 1947).

En morir, deixava en ple funcionament una de les editorials americanes més prestigioses del segle xx. El lema de la companyia, «Books That Live», era tota una declaració progra-

2. Harvard Medical School, Countway Library, Cannon's Papers, Box 106, Folder 1471.

3. Harvard Medical School, Countway Library, Cannon's Papers, Box 106, Folder 1471.

4. Harvard Medical School, Countway Library, Cannon's Papers, Box 106, Folder 1471.

màtica de l'estratègia empresarial: «The Norton imprint on a book —afegia l'eslògan publicitari— means that in the publisher's estimation it is a book not for a single season but for the years» (Cannon, 1945: 231).

3. *The Wisdom of the Body* (1932)

Com s'ha apuntat més amunt, l'editorial W. W. Norton proposà *The Wisdom of the Body*, entre altres, com a model de llibre de divulgació científica per a un premi —el Norton Medical Award— que encoratjava els professionals de la medicina perquè redactessin textos que, ultrapassant els cercles dels experts, apropiessin les novetats i els problemes de la ciència mèdica a la societat. Com es veurà tot seguit, la publicació d'aquest llibre va ser un fruit de la col·laboració i la bona sintonia entre un home de ciència eminent de Harvard i un home de la indústria editorial de Nova York: els esmentats Walter B. Cannon i William Warder Norton, respectivament.

El projecte editorial fou concebut des d'un principi per W. W. Norton, qui la primavera de 1929 buscava una monografia emblemàtica, de caràcter acadèmic però destinada al públic no especialitzat, per a la seva puixant editorial. Així, la seva intervenció, utilitzant criteris editorials propis, va ser clau en la configuració de *The Wisdom of the Body*. En efecte, W. W. Norton encoratjà de manera insistent W. B. Cannon perquè publicqués una exposició divulgativa sobre els factors d'estabilització del medi intern de l'organisme, el principal tema de recerca del departament de fisiologia de la Harvard Medical School durant els darrers anys (Wolfe *et al.*, 2000: 260-261).

L'interès de Cannon pels principis biològics que regulen les funcions orgàniques va sorgir tot estudiant l'acció de l'adrenalina en el sistema nerviós simpàtic. El primer intent d'enunciar aquests principis bàsics es remuntava a la primavera de 1925; l'any següent Cannon utilitzava per primer cop el neologisme «homeòstasi» per referir-se a aquests factors i a la condició d'estabilitat del medi intern (Fleming, 1984: 609). I en 1929, coincidint amb la celebració a Boston del congrés internacional de fisiologia sota la seva presidència, W. B. Cannon publicava l'article «Organization for physiological homeostasis», que contenia algunes de les idees primordials del futur llibre (Cannon, 1929).

L'estructura, així com els continguts dels principals capítols, correspon al cicle de conferències que Cannon va dictar a la Sorbona en el decurs d'un llarg viatge acadèmic a Europa iniciat poc després del congrés de Boston. Segons afirmava el seu autor en el prefaci de la primera edició, *The Wisdom of the Body* oferia de manera suggestiva als lectors en general, però també als biòlegs, una revisió i actualització dels coneixements sobre les relacions entre el sistema nerviós autònom i la regulació dels grans processos fisiològics. El llibre constava inicialment de disset capítols, amb la iconografia i la bibliografia que els pertocava, que corresponien a les principals funcions del cos humà, tal com les entenia la fisiologia de l'època. De manera sintètica i amena, presentava el saber científic que es tenia a principis de la dècada de 1930 sobre les principals funcions metabòliques, assolit a partir de la noció d'e-

quilibrí del medi intern. Aquesta noció, enunciada per Claude Bernard per expressar la tendència a l'estabilitat de l'economia corporal, fou reelaborada i substancialment modificada per Cannon, que en un primer moment la denominà «stabilitas» i, posteriorment, «homeòstasi» (Cross & Albury, 1987: 175-176).

Després del congrés internacional de fisiologia, Cannon inicià un viatge acadèmic per Europa, en el decurs del qual tenia previst realitzar, entre altres activitats, un cicle de conferències a la Sorbona sobre l'homeòstasi i la fisiologia de les emocions. Invitat pels seus col·legues europeus, va viatjar per Itàlia, Bèlgica, França, Suïssa, Anglaterra i Espanya, visitant les principals universitats i centres d'investigació. A París l'esperaven fisiòlegs cèlebres, com ara Eugène Gley (1857-1930), i deixebles seus, com Alan Gregg (1890-1957) (Wolfe *et al.*, 2000: 252-255). A Barcelona el rebé afectuosament August Pi Suñer (1879-1965), així com els membres de l'Institut de Fisiologia, entre els quals hi havia deixebles de Cannon, i a Madrid Juan Negrín li dispensà una cordial acollida (Glick, 1985).

De retorn a Amèrica, Cannon va redactar l'obra, com estava previst. El mes de maig de 1931 signava amb Norton el contracte d'un llibre que inicialment s'havia de titular «Factors of Stabilization» o, simplement, «Homeostasis», acordant que els beneficis es repartirien al 50% entre l'un i l'altre.⁵ El cert és que a finals d'any Cannon havia trobat el títol definitiu, «The Wisdom of the Body», prenent-lo del d'una conferència pronunciada uns anys abans per Ernest Henry Starling (1866-1927), professor del University College de Londres (Cannon, 1932: Preface).

La seva esposa, l'escriptora Cornelia James (1876-1969), li va suggerir a última hora que redactés un capítol sobre les possibles analogies entre els mecanismes de regulació biològics i els socials (Wolfe *et al.*, 2000: 261). Cannon tenia algunes reserves, i va manifestar a Norton la necessitat d'enviar, per prudència, el text a experts d'economia i de sociologia. No volia que el prengueren per un xarlatà qualsevol, en un moment de greu crisi social i enmig de fortes controvèrsies al voltant de les possibles solucions (Cross & Albury, 1987: 170-171).

L'editor, de fet, li va contestar, amb celeritat, que no permetés que cap economista o sociòleg conservador el perturbés, que el text redactat no podia considerar-se una proposta radical i que, en qualsevol cas, ell pensava que Cannon l'havia elaborat «with such regard for the scientific method as to disarm any possible criticism on that score» (Wolfe *et al.*, 2000: 262). Finalment, Cannon redactà tan singular capítol, que s'inclougué sota l'epígraf «Epilogue: Relations between biological and social homeostasis» (Cannon, 1932).

El gener de 1932 el llibre estava preparat, i un mes després, imprès. A partir de llavors, Norton i Cannon van col·laborar estretament en la promoció del llibre, aconseguint un gran èxit de crítica i de públic. Es van publicar nombroses ressenyes, sempre elogioses, en revis-

5. Harvard University, Countway Library, Cannon's Papers, Box 106, folder 1469, Cannon to Norton, 3 de març de 1941. «As I understand our relations, as expressed in your letter of May, 1931, fifty per cent of the royalty you receive from the Spanish edition will come to me.»

tes i diaris nord-americans —*Science, Nature, New York Herald-Tribune, Saturday Review of Literature*, etc.—, fins i tot en mitjans de comunicació de l'altra banda de l'Atlàntic. El dia 6 de març *The New York Times* dedicava una pàgina completa al llibre i l'anunciava dient: «Dr. Cannon looks for the key to equilibrium, whether individual or social, in the processes of the physical organism». Editat en plena depressió —el crac de 1929—, els economistes no van deixar passar inadvertida l'analogia entre el cos biològic i el cos social que Cannon havia plantejat en el darrer capítol del seu llibre. Així, Wallace Donham, degà de la Harvard Business School, li va agrair expressament en la seva obra *Business Looks at the Unforssen* el deute que havia contret amb *The Wisdom of the Body* (Wolfe et al., 2000: 262).

4. «Entirely in your hands»: traducció al francès i, per què no, una nova edició corregida i augmentada

The prospect of a French edition of the «*The Wisdom of the Body*», which should include the latest results of studies on the regulation of stability in the fluid matrix, led to consultation with Mr. Norton regarding the possibility of a simultaneous issue of the French translation and a second English edition. Very graciously he agreed to the plan (Cannon, 1939: Preface to the Second Edition).

Amb l'elegància que el caracteritzava, Cannon revelava així alguns detalls de la gestació de la segona edició, revisada i augmentada, de *The Wisdom of the Body*, que hauria d'haver coincidit amb l'aparició de la traducció francesa de l'obra. El text sembla suggerir que a l'autor li corresponia la iniciativa, i que l'editor s'havia limitat a acceptar la proposta «graciously». Doncs bé, com veurem tot seguit, la negociació i, sobretot, la mediació editorial per part de W. W. Norton, fou molt més intensa i decisiva del que aquestes paraules semblen apuntar.

L'èxit de vendes de *The Wisdom of the Body* fou tan gran que en el mes de maig de 1932, tres mesos després que sortís la primera edició, Norton encarregà una segona tirada del llibre (Wolfe et al., 2000: 262). De fet, l'editorial Tauchnitz i Albatross va imprimir a Londres, aquell mateix any, una edició per al mercat europeu. Un any després, el 1933, Cannon pronunciava, al Massachusetts Institute of Technology de Boston, una conferència amb el significatiu títol de «*Biocracy: Does the Human Body Contain the Secret of Economic Stabilization?*» (Wolfe et al., 2000: 263-264).

En 1938 un agent de la firma Albatross & Tauchnitz, de París, que actuava com a representant de W. W. Norton and Co. a França, va comunicar a Norton la conveniència de preparar una traducció francesa de *The Wisdom of the Body*. Abans, però, de fer una oferta a l'editorial que hi pogués estar interessada, la firma parisenc va preguntar a Norton quina podria ser l'opinió de Cannon al respecte. En concret, volia saber si el fisiòleg estaria disposat a redactar un pròleg especial per a l'edició francesa i si consideraria adient fer-ne alguna correcció, o potser una actualització del text, atès que des de la primera edició havien trans-

corregut prop de sis anys. Pel que es veu, era un lapse de temps que, des del seu punt de vista, era prou llarg com per deixar obsoleta una publicació de tipus divulgatiu. Norton, que de seguida va captar la jugada i va veure l'oportunitat que es presentava, aprofità l'ocasió per plantejar-li a Cannon, a més d'un pròleg *ad hoc* per a la traducció francesa, una segona edició de *The Wisdom of the Body*. La correspondència, conservada a la Countway Library, sobre aquest assumpte és un testimoni fidel de la subtileza del tracte entre l'editor i l'autor. Així, Norton deixà la decisió en mans del científic plantejant-li amb molt de tacte la següent qüestió:

How do you feel about this? If there is anything really important by way of revision we could of course make a new American edition at the same time. But I know you well enough, or at least I feel I do, so that the question of whether the book rates a revision can be left entirely in your hands. So do, then, tell me what your wishes in this matter are.⁶

Cannon va contestar a Norton acceptant la proposta: si l'editorial pretenia publicar una nova edició de *The Wisdom of the Body*, a ell li resultaria bastant fàcil ampliar i actualitzar alguns punts de l'obra amb noves dades; a més, podria afegir un nou capítol sobre l'envelliment dels mecanismes homeostàtics i, sens dubte, redactar un nou pròleg per al públic francès.⁷ Davant l'actitud tan favorable de Cannon, l'editor va replicar revelant al seu col·lega i amic tota l'estratègia comercial de la companyia en relació amb aquest llibre:

We would like very much to do a new edition of *The Wisdom of the Body*, as we think the book is one which should be kept in print for a good long time, and this is one of the best ways to do it.⁸

Segons explica Norton en la mateixa carta del 6 de juny de 1938, l'editorial tenia encara exemplars disponibles per a la venda, però calculava que les existències s'esgotarien en set o vuit mesos, presumiblement pel gener o el febrer de 1939; per aquesta raó, Cannon podria disposar d'un termini de mig any per fer les correccions, elaborar el nou capítol —el de l'envelliment— i també per escriure un pròleg per a l'edició francesa. D'aquest pròleg es po-

6. Harvard University, Countway Library, Cannon's Papers, Box 106, Folder 1467, Norton to Cannon, 24 de maig de 1938.

7. Harvard University, Countway Library, Cannon's Papers, Box 106, folder 1468, Cannon to Norton, 4 de juny de 1938. «Your letter of June 2 mentions a new edition of "The Wisdom of the Body". This is an idea which I had not considered. I would be quite possible for me to add new material, amplifying the evidence already presented in the book, and also to add a new chapter on the aging of homeostatic mechanisms, if you would really like to have a new edition. Please tell me that you think of this scheme.»

8. Harvard University, Countway Library, Cannon's Papers, Box 106, Folder 1467, Norton to Cannon, 6 de juny de 1938.

dria extreure, afegia Cannon, alguna idea o fragment («some of the material») pel de la segona edició anglesa.⁹ També li va confirmar que la versió francesa reproduiria la nova edició, i no la primera, tot i que per efectuar la traducció al francès caldria, tal vegada, començar per la primera edició, i, després, afegir-hi els canvis pertinents.¹⁰

La perspectiva d'una nova edició de *The Wisdom of the Body*, plantejada amb tanta cautela per Norton a partir de la possibilitat d'una traducció francesa, va entusiasmar el fisiòleg de Boston, fins al punt de fer seus tots els suggeriments de l'editor. Primer, revisar críticament el text en tota l'extensió; segon, transferir les unitats de mesura al sistema mètric decimal; tercer, afegir alguns elements al capítol dedicat a descobrir les funcions generals del sistema nerviós, tant el central com l'autònom; quart, redactar un capítol nou sobre l'envelliment dels mecanismes homeostàtics; i, cinquè, escriure un pròleg per a l'edició francesa, una tasca que li venia molt de gust perquè li permetria reconèixer el deute que el seu llibre tenia amb l'obra de Claude Bernard i, de pas, gratificar els lectors francesos, que veurien com *The Wisdom of the Body* estava edificat sobre les idees del gran fisiòleg francès. Cannon es va il·lusionar tant amb el projecte que en la mateixa carta enviada a Norton, datada a primers de juliol de 1938, apuntava, fins i tot, la possibilitat d'anul·lar el seu viatge a Zúric (Suïssa), on tenia previst assistir durant el mes d'agost al Congrés Internacional de Fisiologia.¹¹

Treballant a l'estiu, podria avançar els terminis de presentació dels textos. No obstant això, en la decisió d'anul·lar el viatge a Europa pesava molt més el seu fràgil estat de salut. Com a conseqüència de l'excessiva exposició als raigs X a la seva joventut, Cannon era un malalt crònic, que havia travessat per episodis de gravetat extrema: operat d'un càncer de bufeta l'any 1930, patia de la malaltia de Hodgkin, complicada amb una infiltració limfomatoso de la pell i una micosi fungoide recurrent que li tractaven amb radioteràpia i elevades dosis de vitamines. Aquell estiu havia sofert una nova erupció cutània, a la cara i a les mans, que l'obligava a portar-los enguixats. També, és clar, pesaven els compromisos derivats de la presidència de l'Spanish Medical Bureau, que en aquells moments de la Guerra Civil eren incessants i extremadament greus (Wolfe *et al.*, 2000: 354-375, 483-484).

9. Harvard University, Countway Library, Cannon's Papers, Box 106, Folder 1467, Norton to Cannon, New York, 6 de juny de 1938. «Just at the moment we have on hand sufficient stock of the present edition to carry us through until say, January or February of next year [1939]. Furthermore, our fall list has already closed. So it would be ideal, it seems to me, both from your point of view and ours, if within the next six months you could make a few corrections and write an additional chapter as well as the foreword to the French edition. Incidentally, it might be that some of the material that you use in the foreword for the French edition could be used in a foreword for our second edition.»

10. Harvard University, Countway Library, Cannon's Papers, Box 106, Folder 1467, Norton to Cannon, 6 de juny de 1938. «This brings me to the final question you raised in your letter under acknowledgement – the French publisher would, of course, translate from the new edition, although perhaps they might get started from the old if you made the corrections on the old edition first before writing the final chapter.»

11. Harvard University, Countway Library, Cannon's Papers, Box 106, Folder 1467, Norton to Cannon, 6 de juliol de 1938.

No hi ha cap dubte que la traducció al francès s'estava efectuant a partir de la primera edició anglesa. A l'octubre d'aquell mateix any, Cannon es va adreçar per carta a Albert Brousseau, psiquiatre i director de la col·lecció «Connaissance de l'homme» de les Éditions de la Nouvelle Revue Critique, l'editorial de París que finalment s'havia fet càrrec de la traducció francesa de *The Wisdom of the Body*. Cannon s'interessava pel nom del traductor, perquè volia enviar-li directament el pròleg que havia escrit a posta per als lectors francesos i, al mateix temps, indicar-li les modificacions que havia introduït en relació a la primera edició.¹² El traductor de l'edició francesa resultà ser, finalment, un dels seus deixebles: el fisiòleg belga Zénon-Marcel Bacq (1903-1983), col·laborador, col·lega i crític amb el qual Cannon havia mantingut pocs anys abans debats de gran alçada, públics i privats, al voltant dels mediadors químics (en concret, l'adrenalina i la noradrenalina) del sistema nerviós autònom (Wolfe *et al.*, 2000: 316-326).

Pel que fa a la marxa de la segona edició anglesa, el dia 2 de març de 1939, Helen Lincoln, encarregada de l'edició del text per W. W. Norton and Co., enviava les proves d'impremta a Cannon, a l'hora que li demanava amb urgència l'índex temàtic, de manera que la publicació es pogués dur a terme a principis del mes d'abril. Una de les motivacions de les presses, de caràcter purament comercial, l'apuntava la correctora en la seva carta a Cannon: «we are completely out of stock of the original edition».¹³ El llibre es va publicar dins del termini previst. De fet, el 28 de juliol apareixia la ressenya de la segona edició de *The Wisdom of the Body*, de la mà de Chauncey Leake, en la prestigiosa revista *Science* (Wolfe *et al.*, 2000: 595, n. 22).

Per contra, la iniciativa de l'edició francesa, malgrat la diligència de Cannon i que tot estava a punt, es va parar en sec. En esclatar la guerra mundial, el setembre de 1939, la Nouvelle Revue Critique va decidir aturar la impressió i ajornar *sine die* el projecte editorial. Per aquest motiu, *La Sagesse du Corps* va trigar encara set anys a veure la llum. No obstant això, l'any 1941 el traductor —Bacq— va plantejar a Norton la possibilitat de publicar el llibre a Bèlgica.¹⁴ Tanmateix, a causa de la situació bèl·lica, la iniciativa es revelà inviable molt aviat; de fet, l'edició francesa data de 1946, l'any següent a la mort de Cannon i de Norton (Cannon, 1946).

Ni l'autor ni l'editor van arribar a veure l'edició francesa publicada, ni tampoc la portuguesa. En canvi, sí que participaren en la complicada gestació de l'edició castellana, *La Sabiduría del Cuerpo*, que es féu a Mèxic l'any 1941 gràcies a l'Editorial Séneca, fundada per republicans espanyols exiliats dos anys abans (Cannon, 1941). El llibre fou traduït a Toulouse

12. Harvard University, Countway Library, Cannon's Papers, Box 56, Folder 739, Cannon to Brousseau, 27 d'octubre de 1938.

13. Harvard University, Countway Library, Cannon's Papers, Box 106, Folder 1468, Lincoln to Cannon, 2 de març de 1939.

14. Harvard University, Countway Library, Cannon's Papers, Box 106, Folder 1469, Cannon to Norton, 25 i 29 de març de 1941; idem, Norton to Cannon, 28 de març 1941.

(França) per Jesús Maria Bellido (1880-1952), una de les figures més representatives de l'Institut de Fisiologia de Barcelona, que s'hi havia refugiat en acabar la Guerra Civil, i fou revisat i corregit a Mèxic per Rossend Carrasco i Formiguera (1892-1990) i Jaume Pi-Sunyer Bayo (1903-2000), tots dos deixebles de Cannon i també membres de l'escola biològica catalana (Martínez Vidal & Sallent del Colombo, en premsa).

El dia 1 d'octubre de 1945 moria al Franklin Hospital l'il·lustre fisiòleg de Boston. La cerimònia fúnebre que es va celebrar a Nova York va ser presidida per Henry Sigerist (1891-1957), professor d'història de la medicina a Baltimore; per a les exèquies es va intentar contactar, tot i que sense èxit, amb Juan Negrín (Wolfe *et al.*, 2000: 520-2). Un mes més tard, el 7 de novembre de 1945, moria també el seu editor i amic, William W. Norton, a l'edat de 54 anys.

Acabava una relació de simpatia mútua i estreta col·laboració entre autor i editor iniciada en 1929. Com s'ha vist, la mediació editorial, en el cas de *The Wisdom of the Body*, fou decisiva no sols per a la configuració de la primera versió del llibre i de la reedició de 1939, sinó també per a l'elaboració i reelaboració d'un text que tenia com a objectiu principal fer la ciència comprensible al públic general («Making Science Understandable»).

Bibliografia

- [Anònim] (1945), «W. W. Norton Dead. Book Publisher, 54 [years old]», *New York Times* (9/11/1945).
- [Anònim] (1947), «Norton Medical Award changed», *American Journal of Public Health*, **37**, 845.
- BENISON, S.; BARGER, A. C. (1981), «Cannon, Walter Bradford». In: GILLISPIE, C. C. (ed.), *Dictionary of scientific biography*, Nova York, Charles Scribner's Sons.
- BENSAUD-VINCENT, B. (1997), «In the Name of Science». In: KRIGE, A.; PESTRE, D. (eds.), *Science in the Twentieth Century*, Amsterdam, Harwood Academic Publishers, 319-338.
- BYNUM, W. F.; BYNUM, H. (eds.) (2006), *Dictionary of Medical Biography*, Westport, Greenwood eBooks, Vol. 2 C-G, . 300-302. Consultat el 19 d'agost de 2009. <<http://ebooks.greengwood.com/reader.jsp?x=GR2879&p=302&bc=EGR2879>>.
- CANNON, W. B. (1929), «Organization for Physiological Homeostasis», *Physiological Reviews*, **9**, 399-431.
- CANNON, W. B. (1932), *The Wisdom of the Body*, Nova York, W. W. Norton and Co.
- CANNON, W. B. (1939), *The Wisdom of the Body*, 2a ed., Nova York, W. W. Norton and Co.
- CANNON, W. B. (1940), «The Critical Significance of the Spanish War», *Virginia Quarterly Review*, **16** (4), 630-633.
- CANNON, W. B. (1941), *La Sabiduría del Cuerpo*, México, Editorial Séneca.
- CANNON, W. B. (1945), *The Way of an Investigator*, Nova York, W. W. Norton and Co.
- CANNON, W. B. (1946), *La Sagesse du Corps*, París, Éditions de la Nouvelle Revue Critique.
- CROSS, S. J.; ALBURY, W. R. (1987), «Walter B. Cannon, L. J. Henderson, and the Organic Analogy», *Osiris*, **3**, 165-192.
- FLEMING, D. (1984), «Walter B. Cannon and Homeostasis», *Social Research*, **51** (3), 609.
- GLICK, T. S. (1985), «Walter B. Cannon i la ciència catalana d'entreguerres», *Butlletí de la Societat Catalana de Ciències Físiques, Químiques i Matemàtiques*, **4**, 139-159.
- KEENE, A. T. (1999), «Norton, William Warder». In: GARRATY, J. A.; CARNES, M. C. (eds.), *American National Biography*, Nova York, Oxford University Press, **16**, 530-531.
- MARTÍNEZ VIDAL, A.; SALLEN DEL COLOMBO, E. (en premsa), «Ciencia en el exilio, una forma de resistencia. La traducción castellana de The Wisdom of the Body de Walter B. Cannon (México, 1941)», *Cultura Escrita & Sociedad* [data d'acceptació: juliol de 2009].
- SARTON, G. (1946), «The Way of an Investigator by Walter Bradford Cannon», *Isis*, **36** (3/4), 259-260.
- SOKAL, M. M. (1999), «Promoting Science in a new Century: the Middle Years of the AAAS». In: KOHLSTEDT, S. G.; SOKAL, M. M.; LEWENSTEIN B. V., *The Establishment of Science in America: 150 Years of the American Association for the Advancement of Science*, New Brunswick, N.J., Rutgers University Press, 50-101.
- TOPHAM, J. R. (2009), «Rethinking the History of Science. Popularization / Popular Science». In: PAPANELOPOULOU, F., NIETO-GALAN, A.; PERDIGUERO, E. (eds.), *Popularising Science and Technology in the European Periphery, 1800-2000*, Aldershot: Ashgate, 2009, 1-20.
- WOLFE, E. L.; BARGER, A. C.; BENISON, S. (2000), *Walter B. Cannon. Science and Society*, Cambridge MA / Londres, Boston Medical Library.

ELS PRACTICANTS DE LA MEDICINA EN LA CREACIÓ DEL REGNE DE VALÈNCIA (1238-1300)¹

CARMEL FERRAGUD

COL·LEGI MARIA AUXILIADORA D'ALGEMESÍ.

carmelf@teleline.es

Paraules clau: *salut pública, pràctica mèdica, metges jueus i musulmans, medicina i dret, hospitals*

The medicine and their practitioners at the beginning of the Valencian Kingdom (Thirteenth Century)

Summary: *The figure of king Jaume I the Conqueror is well-known, but few times his fundamental role when dealing with the first sanitary policies has been raised. Medicine, at the height of the 13th century, was experiencing a principal transformation that would mark its evolution during all the late Middle Ages. King Jaume I constituted progressively a model of doctor linked to university, and, at the same time, he favoured the establishment of a good number of medical assistants on valencian lands, which had just been conquered. Moreover, he created the first institutions dedicated to watch over the public health of the new Valencian society.*

Key words: *public health, practical medicine, jews and muslims doctors, medicine and law, hospitals*

1. El present article constitueix un resum, amb anotacions bibliogràfiques i documentals, del meu llibre *Medicina per a un nou regne. El paper de la medicina en la construcció del regne de València* (Alzira, Bromera, 2009). Aquest text, a la vegada, s'inspirà en la conferència que vaig presentar a la X Trobada d'Història de la Ciència i de la Tècnica.

Després de la conquesta de les terres valencianes andalusines per Jaume I (1238) començà un lent procés de colonització. L'arribada de colons no es féu de forma homogènia i constant en el temps i l'espai, sinó que estigué sotmesa a diverses circumstàncies que en propiciaren o dificultaren l'arribada, com ara el cessament de les hostilitats sarraïnes. La mobilitat de la població era extrema. Molts dels que es desplaçaven per aquella València del dos-cents no eren sinó almogàvers, gent de frontera avesada a les armes, i no a l'aixada i la rella, que preferien els saqueigs i el botí de guerra, abans que el treball del camp. Per això les propietats donades pel rei i els seus repartidors canviaven de mans incessantment i la consolidació d'un nucli important de pagesos cristians no fou fàcil (Torró, 1992: 57-68; Torró, 1999: 111-186; Ferragud, 2003: 80-88).

A poc a poc, la colonització provocà l'arribada d'un contingent d'individus que havien d'arrelar, assentar-se en l'espai que els havia estat atorgat en les donacions, o bé anar acoblant-se posteriorment adquirint terres per treballar i cases on habitar. Aquella gent necessitava de tots uns ressorts que la nova societat implantà amb un procés ràpid i immediat. La societat islàmica experimentaria transformacions profundes, si bé deixà una empremta inesborrable aprofitada a profusió pels nouvinguts, això sí, amb les adequacions corresponents (Glick, 2007).

A poc a poc, es produí una ordenació administrativa de les comunitats locals, inspirada en el model que s'havia implantat a la ciutat de València, a través de l'extensió dels furs. Al capdavant, el model institucional que havia de presidir l'organització de les comunitats rurals i els nuclis semiurbans seria, per extensió, el model establert a la capital. Els prohoms, generalment gent arribada en les primeres onades de colons, tindrien un paper determinant en l'organització de la ciutat i les viles, tot dissenyant unes estratègies pròpies per consolidar-se en el poder i bastir el nou espai feudal (Torró, 1992: 112-122; Ferragud, 2003: 63-88; Garcia-Oliver, 1992).

La València colonitzada necessitava d'un contingent important d'artesans que abastiren la població de tot allò que els fóra necessari i els mercaders que aportaven allò que els primers valencians no posseïen o no fabricaven. Molt sovint s'hagué de comptar amb els sarraïns conquerits per cobrir aquestes necessitats, ja que l'arribada de colons preparats no fou sempre possible al ritme convenient. També arribaren els homes i dones d'Església que havien d'assistir espiritualment la feligresia en augment. I també, és clar, un grup d'individus amb formació lletrada havien de tenir un paper cabdal en l'organització social, econòmica i política. Homes de lleis, notaris, gent formada a les escoles i a les naixents universitats, s'incorporaren aviat al paisatge de la València medieval. I entre aquests individus amb una peculiar formació, aparegueren molt aviat els practicants de la medicina.

1. L'atracció d'un contingent mèdic per als colons

El personal mèdic beneficiari de les primeres donacions del *Llibre del Repartiment*, text on s'enregistren les primeres donacions prèvies fins i tot a la conquesta jaumina, fou escàs. Es

limiten a cinc metges, tres d'ells jueus, i un barber (García Ballester *et al.*, 1989: 47). Ben sabut és que les dades d'aquest registre s'han de prendre amb precaució perquè la majoria de donacions no s'arribaren a fer efectives i molts dels beneficiaris mai s'hi establiren. Ara bé, la situació canvia quan fem un seguiment més estret a la documentació de la Cancelleria Reial, on s'enregistren donacions incessants.

Així, com ara, la reina Violant d'Hongria († 12-10-1251), en fer testament, sol·licità del seu marit, el rei Jaume I, que donara una protecció especial a determinats personatges que l'havien servit a ella i als infants (Huici, 1916: 547-549). Entre aquests s'hi trobava mestre Gui (*magistrum Guidonem, phisicum, qui mihi et filiis meis multum servivit*). El Conqueridor seguí la voluntat de la seua esposa, tot i que les donacions al metge ja havien començat anys abans. Efectivament, al *Llibre del Repartiment* foren atorgats al metge diversos immobles i terres, i la seua filla Jaumeta seria agraciada amb unes cases i terres a Xàtiva. També posseï fins a 1245 una heretat pertanyent a una alqueria del terme de Corbera, a la Ribera del Xúquer.¹ Cal remarcar que mestre Gui fou un dels primers justícies de València, l'any 1261, càrrec fonamental en l'administració municipal.² Val a dir que no he pogut obtenir cap notícia per a la resta de l'edat mitjana que un metge ocupàs aquesta dignitat, reservada al patriciat urbà. Però en aquells moments incipients d'organització política i social del nou regne valencià, pocs homes hi podia haver amb capacitat, prestigi i coneixements suficients com per desenvolupar un càrrec de tanta responsabilitat.

En qualsevol cas, Jaume I, potser alertat per la rapidesa amb què els seus súbdits «valencians» es desfeien de les propietats, establí clàusules en futures donacions per evitar la fugida dels beneficiaris. Per 1248, es produí l'arribada a València d'un gran primer contingent colonitzador i d'ell també en formà part algun metge. Així, en març d'aquell any, el Conqueridor va fer donació al metge Baldoví de Baldoví d'una alqueria pròxima a Xàtiva, per poder explotar-la amb totes les seues infraestructures, conreus i recursos naturals, i amb la possibilitat d'alienar-la. El cens que s'hauria de satisfer anualment era baix. Però el rei imposà dues clàusules que posen de manifest la seua intenció de retenir els colons, i entre ells els professionals de la medicina. Baldoví no podria posar en venda l'alqueria abans de deu anys, i ell i el seu germà Joan quedaven obligats a fer residència a Xàtiva. Efectivament, Baldoví no hi va marxar, i ho prova un document de 1269, segons el qual tingué una disputa amb un tal Cresques de Girona i altres veïns de Xàtiva.³ Com a colofó, podem aportar la dada segons la qual després de la mort de Baldoví esdevingué tutor del seu fill n'Eximén Sapata, un personatge de renom vinculat també a la casa reial. Era un detall més de la categoria de l'individu; els seus béns i el futur de la família no es podien confiar a qualsevol.⁴

1. Els béns del Repartiment en Ferrando, 1979, als assentaments n. 81, 150, 991, 1110. La donació a Jaumeta en el n. 2712.

2. Burns, 1991: n. 372 (15-4-1261).

3. Burns, 2001: n. 885.

4. Martínez Ferrando, 1934b: n. 218 (17-4-1277).

No seria, però, Baldoví l'únic home de ciència resident a Xàtiva al servei del rei i sota la seua protecció i tutela. Efectivament, en aquesta ciutat vivia l'alquimista Ferrer de Cotlliure, que va treballar per a Pere el Gran. De fet, el rei ordenava en 1276 al batlle de Xàtiva un pagament a mestre Ferrer pels treballs d'alquímia que havia realitzat. Tres anys després ordenava de pagar-li una suma mensual. Però, més significativa encara seria l'ordre al justícia de Xàtiva de respectar el dret exclusiu que tenia Ferrer de comerciar amb carbó. D'una banda, aquest era indispensable per a les seues activitats de fundició de metalls i el rei es garantia així que ningú pogués posar en perill els avenços en el seu treball, i d'altra banda, l'alquimista podia obtenir uns beneficis d'aquest monopoli. El rastre d'aquesta relació amb la casa reial el perdem en 1280, data del darrer pagament. El cas de l'alquimista de Xàtiva resulta de gran interès, ja que ha estat oblidat per les principals obres sobre la ciència medieval.⁵

No ens ha d'estranyar l'interés reial en la matèria alquímica, ja que amb l'ajuda d'aquesta es podia trobar un recurs fàcil per reomplir les arquees, sempre exhaustes per les despeses cada vegada més oneroses de la casa i cort reials i les seues innombrables empreses militars en busca d'expansió territorial. Però també hi hagué un altre factor clau per buscar els serveis de l'alquimista. Aquest no fou altre que l'interés pel cos i la necessitat dels fàrmacs eficaços per a la recuperació de la salut en cas de malaltia, i també per al manteniment de la joventesa. En aquells temps, existia el convenciment que hi havia els fàrmacs capaços d'endarrerir la vellesa i allargar la vida. I en un context en el qual calia preservar la integritat del cos del sobirà que exercia el poder, ja fóra laic o eclesiàstic, no es va desestimar cap recurs a l'abast (Cifuentes, 2002: 229-234).

Tornant pròpiament a la medicina, un altre exemple d'arrelament al Regne de València el tenim documentat en el cas del cirurgià reial mestre Joan Jacme. El Conqueridor el va agrair amb tot un seguit de donacions a Alzira, fet que permetria que aquest s'hi quedara a viure i a practicar la medicina, tot gaudint d'una bona posició econòmica i social. En setembre de 1271 començaria la cadena de lliuraments amb la donació d'una heretat amb capacitat per alienar-la, però no abans de vint anys, i amb la condició que el metge tingués residència a la ciutat de la Ribera. I afegia, per reblar el text, que l'hauria de servir tal com ho feien els altres homes heretats a Alzira. A aquestes excel·lents terres se sumaren l'any següent uns patis per construir cases fora de la vila, també amb la possibilitat d'alienar-los. L'any següent es reprengueren amb força les donacions, i rebia uns banyes enderrocats al costat de la porta del pont d'Alzira, amb la finalitat que hi construís cases, un pati pròxim a les cases del rei a Alzira, així com la concessió de tenir habitació en aquestes estances reials i l'obligació de custodiar-les. En 1275, rebé una donació consignada sobre els censos de les carnisseries de València, xifra que s'augmentà posteriorment.⁶ En definitiva, Jaume I deixà a Joan Jacme

5. Martínez Ferrando, 1934b: n. 50 (16-9-1276); 582 (29-6-1279); 648 (26-8-1279); 906 (21-3-1280).

6. Burns, 2001: n. 1261 (18-9-1271); IV, n. 1286 (13-1-1272) i n. 1481 (4-3-1272). Martínez Ferrando, 1934a: n. 1621 (27-1-1274); n. 1711 (2-6-1274); n. 1712 (2-6-1274); n. 1713 (15-6-1274); n. 1756 (9-1-1275); n. 1759 (18-1-1275).

un patrimoni gens menyspreable amb terres d'on obtenir les collites per abastir-se, cases per poder habitar amb dignitat i una encomanda de gran importància com era l'obligació de mantenir les cases que ell s'havia reservat en propietat.

És temptador, i en absolut descabellat, pensar que Joan Jacme fou el metge que atengué Jaume I a Alzira durant la seua darrera malaltia. Els documents que hem vist demostren una gran estima i confiança en el personatge i la voluntat ferma d'aconseguir el seu arrelament a l'illa del Xúquer, on segurament no devia residir cap altre practicant de la medicina d'aquesta categoria i prestigi. Però encara ens queda un altre enigma més relacionat amb aquest cirurgià, i és el seu possible parentesc amb mestre Joan Jacme, professor i canceller de la Universitat de Montpeller, que va escriure un *Tractatus de pestilentia* (1376), i va traduir al català l'obra oftalmològica d'Alcoati per a Pere el Cerimoniós vers 1378-1379 (Cifuentes, 2002: 64, 108 i 124-125).

Els més humils dintre el grup dels guaridors assistents del monarca, els barbers, no es veieren privats tampoc de la seua porció en el regne valencià. Al *Repartiment* ja apareixia el barber Bernat Solsona, agraciat amb un obrador. En febrer de 1276, el barber del rei Gonçalbo de Roda rebia cases i horts a Lliria.⁷ No em puc estar de fer una al·lusió a una curiosa coincidència. Es tracta d'un cèlebre episodi de la *Crònica* de Pere el Cerimoniós. A poc del seu casament amb Elionor de Portugal, el rei Pere es traslladà a València pensant de sufocar la revolta de la Unió. Ací quedà hostatge de la gentada que s'havia revoltat i patí una situació ignominiosa que no oblidaria fàcilment. Un barber cantaire anomenat Gonçalbo de Roda féu dansar la noble parella entre el poble. Sufocada la revolta, el rei va recordar aquest episodi de l'escarni per deixar constància que ara era a ell a qui li tocava de fer burla i venjança (Furió, 1995: 109-110). Mera coincidència o es tractava d'un descendent que encara més de setanta anys després continuava amb la pràctica de la barberia? A tenor del que s'ha vist en nombroses nissagues dedicades permanentment a la medicina, també de barbers, no seria insensat decantar-se per la segona de les opcions.

Altres casos ens posen en la pista que l'arrelament fou una realitat i que nissagues de sanadors quedaren vinculades per diverses generacions a les terres valencianes. Per no estendre'm en aquest punt citaré només el cas dels Avinyó, família valenciana vinculada a la cirurgia almenys des de 1276, de qui coneixem quatre individus que foren cirurgians. Assoliren un notable prestigi des de finals del segle XIII i treballaren per a la casa reial; i exerciren nombroses ocupacions mèdiques de responsabilitat en la ciutat fins als inicis del segle XV (McVaugh, 1993: 75-76).

Possiblement, amb les seues donacions a metges Jaume I pretenia, d'una banda, agraciar els seus servents pels serveis que li prestaven i, d'altra banda, aconseguir progressivament el seu arrelament en el territori que tants problemes li estava causant per pacificar, organitzar i poblar convenientment. El volum de les donacions sembla suficient com perquè una fa-

7. Martínez Ferrando, 1934a: n. 1911 (?-2-1276).

mília s'hi pogués establir i sobreviure confortablement només amb els productes variats que donaven les terres, que a més eren franques i no pagaven censos. Seria un costum també que, ultra les dotacions corresponents registrades en els pagaments de la tresoreria reial per la seua assistència mèdica, els monarques atorgaren tota mena de privilegis i donacions als físics i cirurgians que els guarien a ells i a la seua família.

Els descendents de Jaume I continuaren fent tot el possible per aconseguir que s'afincaressin més metges. L'any 1270 Jaume I el passà quasi tot a València inspeccionant els resultats del *Repartiment* amb els seus col·laboradors locals i comprovant que les coses no anaven com s'esperava, ja que a penes trobava arrelament de cristians. De fet, descomptant València i les senyories, el rei només pogué comptar 30.000 habitants cristians. Un balanç descoratjador. Així les coses, no podia arribar en pitjor moment la gran revolta sarraïna de 1276-1277, comandada per Al-Azrac. Seria només un miratge. Pacificat l'alçament, començà a arribar un degoteig incessant de nous colons que dissiparen els temors del rei (Torró, 1999: 111-128). L'arribada, per fi, d'un contingent nodrit en les dues darreres dècades del segle, es correspon també amb les donacions a nous metges.

Les oportunitats que oferia el Regne de València eren enormes i podien ben bé satisfer les ambicions d'un jove practicant de la medicina que volgués assolir una bona posició, amb molts clients per atendre, cada vegada més, i una gran quantitat de terra encara sense propietari o que es podia obtenir per unes mòdiques sumes. Cal afirmar que mentre el nombre de practicants fos reduït les possibilitats de pressionar els clients sol·licitant honoraris elevats eren factibles. La competència en un mercat mèdic més ampli afavoriria una major capacitat d'elecció al client i un preu més assequible. A més a més, Jaume I passà dues tercers parts aproximadament dels seus darrers quaranta anys de regnat en terres valencianes. Era normal que volgués tenir garantida l'assistència mèdica per a ell i per a la seua cort sempre que fos necessari. Amb tot, les coses no sempre eixirien com estaven somiades i els problemes per aconseguir assentar-se en el nou territori portarien alguns metges, en un primer moment, a passar algunes estretors.

Amb les dades totals de les quals disposem, procedents dels vuit protocols notarials i els nou registres judicials conservats, podem extraure que entre 1280 i 1300 treballaren a la ciutat de València 30 individus dedicats a la medicina (19 físics, 3 cirurgians, 6 barbers i 2 apotecaris), que òbviament no coincidiren en el temps. En 1310, la ciutat comptava amb un personal sanitari constituït almenys per 36 individus (10 físics, 3 cirurgians, 19 barbers i 4 apotecaris) per a una població que a mitjan de segle era de 25.000 habitants. Onze anys després, el contingent sumava 67 individus (11 físics, 13 cirurgians, 26 barbers i 17 apotecaris), la xifra més alta consignada en aquell inici de segle, que, de fet, superava amb molt la de mitjan segle XIV, situada en 28 individus (McVaugh, 1993: 44). Les dades mereixen totes les reserves perquè la conservació documental en aquella època és molt parcial. En tot cas, cal subratllar-se l'increment progressiu de barbers, cirurgians i apotecaris, explicable, d'una banda, pel prestigi i la creixent valoració del treball manual, i la rellevància donada a la fi-

gura del cirurgià, que basà també la seua formació en coneixements teòrics i no exclusivament en la pràctica, i, d'altra banda, pel creixent dinamisme econòmic i la importància de la ciutat, gran mercat per a les espècies i els medicaments. Ara bé, una bona part de l'atenció mèdica era prestada per altres mitjans basats en l'empirisme (atenció domèstica, curanderisme, folkmedicina).

No deixa de ser significativa la circumstància que en el Regne de València estigueren assemtats alguns dels metges als quals més estima demostraren els monarques descendents de Jaume I. Concretament, dos metges que es responsabilitzaren de la salut de Jaume II, Joan Amell i Martí de Calçaroja, tingueren forts vincles amb la ciutat i Regne de València (McVaugh, 1993: 13-24). De les seues biografies podem destacar la seua promoció social a l'aixopluc de la casa reial, amb un patrimoni gens menyspreable, inclosa la compra de viles, i fins i tot l'ennobliment. Però, sens dubte, el membre més conspicu fou Arnau de Vilanova, que juntament amb altres metges de la seua generació marcà una fita clau en l'esdevenir de la ciència mèdica occidental.

2. Els practicants de la medicina membres de les minories religioses

Després de la conquesta cristiana i fins a les acaballes del segle XV, la medicina, tal com havia estat practicada durant molts segles, fou cada vegada menys conreada pels musulmans. Entre les diverses causes cal subratllar l'exili dels individus més reputats, l'elit econòmica i científicointel·lectual. En segon lloc, la desintegració de les escoles de medicina islàmiques i la impossibilitat d'accedir als centres d'ensenyament de la medicina escolàstica. En tercer lloc, la influència dels seus caps religiosos, entorn dels quals girava la vida espiritual i política de les comunitats musulmanes. Segons sembla, aquests estigueren fortament influenciats pel «maliquisme», un corrent espiritual dominant entre la població musulmana, tant a Castella com a la Corona d'Aragó, no massa bon receptor de l'activitat intel·lectual, tal com la filosofia natural. En quart lloc, contribuí a aquesta degeneració de la ciència àrab el progressiu procés de ruralització i arraconament de molts musulmans en aljames ubicades en zones de muntanya de l'interior del país, on passaren a treballar les terres dels nous senyors cristians. Finalment, fou clau la discriminació progressiva en l'àmbit social imposada per les autoritats eclesiàstiques i civils (García Ballester, 1994: 365). Fou així que, gràcies a la desintegració de la cultura islàmica i la marginació cada vegada més àmplia d'aquesta massa social, l'exercici mèdic s'abocà progressivament cap al curanderisme i la màgia, les pràctiques empíriques i creencials pròpies del poble pla, i cap a àmbits com la medicina animal o menescalia. Potser aquesta proximitat a ambdues activitats, mèdica i hipiàtrica, i una tradició en la cura dels animals desenvolupada al llarg dels segles altmedievals, propicià que ja al segle XIII el grau de competència dels menescals sarraïns fóra molt elevat i els hagués donat un prestigi notable, molt superior al mèdic. D'això seria una bona mostra que algunes de les famílies musulmanes més importants del segle XIV a la Corona d'Aragó estigueren vinculades en bona part a València (Ferragud, 2009: 125-140).

Algunes notícies del segle XIV donen mostra que, malgrat aquesta deriva de la medicina practicada pels mudèjars, hi havia alguns personatges que havien aconseguit prestigi i renom, i els seus serveis serien sol·licitats pel monarca de forma permanent o bé esporàdica. Però per ara no comptem amb cap dada que ens il·lustre sobre la pràctica mèdica de guaridors mudèjars durant el segle XIII i ben entrat el XIV. Generalment, quan aquests apareixen documentats és perquè han acceptat el model cristià i han decidit sol·licitar l'examinació, o bé perquè han estat perseguits per una pràctica mèdica il·legal. Quan arriba el cas (el primer documentat és de 1338) els exemples ens reben un grup pròxim al que avui anomenaríem curanderos, fet que mostra la profunditat amb què la pràctica mèdica es veïa afectada per l'àmplia desintegració cultural que afectà els musulmans de la València conquistada.

Una altra qüestió ben diferent és el món dels jueus. Que molts d'ells exerciren la medicina i que foren altament apreciats per les elits, ha estat un dels llocs comuns de la historiografia. No hi ha cap mena de dubte que a qualsevol racó de la Corona d'Aragó on hi hagué un grup de jueus residint, constituït o no en aljama, i per tant independentment de les seues dimensions, trobarem algun membre d'aquesta religió exercint la medicina, ja siga entre els seus coreligionaris o també entre els cristians. Sembla que fou Jaume I l'iniciador de la tradició del casal catalanoaragonès de comptar amb els serveis de metges, coneguts també en aquell segle XIII amb el nom d'alfaquins, i una àmplia gamma de col·laboradors jueus. Aquests alfaquins solien fer funcions d'interpretes *trujamans* o *torsimanys* de l'àrab, a més de complexes tasques diplomàtiques, i també exercien la medicina, labors totes elles que no foren excloents. Jaume I comptà amb els serveis de metges jueus des de jove i tot al llarg de la seua vida (Burns, 1981: 149-236). La dedicació a la medicina de diferents generacions d'una mateixa nissaga fou un tret característic del món jueu i durant tota la baixa edat mitjana es pot comprovar aquesta singularitat, la qual continuarà després en famílies de conversos.

Crec que fou la naturalesa de la relació entre el metge i el seu pacient qui regia la seua vida amb consells per preservar la salut, en el més ampli sentit de la paraula, la que els va proporcionar la proximitat i la confiança de la reialesa. La profunditat de la seua relació els va fer creditors d'una confiança plena per tractar els assumptes polítics més delicats. Així, intervenien en qüestions simples de la vida quotidiana dels monarques, però també eren claus en missions d'estat i transmetien missatges secrets, intervenien com a jutges, feien de mediadors en plets amb municipis i aljames, sobretot de caràcter fiscal. Amb açò aconseguïren oficialies amb prestigi i remuneració, per a ells i per als seus familiars (Ferragud, 2005a: 196-220; 284-297).

Per a l'època que ací tractem mereixen especial atenció tres nissagues relacionades directament amb el Regne de València: els Alconstantini i els Bonsenyor —vinculats directament a Jaume I— i els Abenmenassé, al servei de Pere el Gran i Alfons el Liberal. Posaré només com a exemple d'aquesta relació amb la corona als Alconstantini (Romano, 1983: 87-112). D'ells coneixem els germans Bahiel i Salomó. El primer, patriarca del clan, tingué un paper determinant en les empreses jaumines, ja que participà en les rendicions de Mallorca, Xàti-

va i Múrcia. Al *Llibre dels feits* apareix en diverses ocasions exercint les tasques d'interpret. La recompensa als seus serveis li arribà en forma de donacions en el repartiment que seguí a la conquesta de les terres valencianes en forma de diverses heretats dins de la ciutat i en els seus termes. Salomó, per la seua banda, rebé una altra heretat amb casa i hort, i després diverses fanecades d'horta. Un altre membre de la família Alconstantini, Mossé, també alfaquí, exercí les tasques de batlle de València des de gener de 1280, un càrrec que fou reservat als jueus durant bona part del segle XIII, no sols a la capital, sinó a moltes altres viles, malgrat les disposicions legislatives que prohibien l'exercici de càrrecs públics als jueus.

Més enllà de la casa reial, encara que amb relacions ocasionals, val a dir que els metges jueus estigueren ben presents en la ciutat de València durant el segle XIII. Això sí, sense que puguem arribar a donar xifres concretes. La comunitat resident al call, segons demostra la documentació, fou molt nombrosa en els decennis posteriors a la conquesta, i entre ells no faltaren els que es dedicaven a la medicina (Hinojosa, 2007).

Amb les dades que tenim podem afirmar que els jueus atengueren els cristians habitualment durant el segle XIII, i ho continuarien fent durant el segle XIV, sense cap impediment, això malgrat que la pressió envers aquesta comunitat, amb mesures restrictives i infamants, començaria aviat. Tanmateix, cap estament social, dels grups més modestos als més poderosos, ni tampoc els religiosos, prescindiren dels seus serveis i els seus consells.

3. El model de sanador i la medicina practicada

Entre la conquesta de València i la mort de Jaume I la medicina havia experimentat un canvi substancial. Una transformació i difusió en la qual el rei conqueridor assolí un paper essencial fomentant el desenvolupament de la Universitat, però també el control de la pràctica.

Al poc de la conquesta de València, concretament en 1245, Innocenci IV concedia a Lió un privilegi per a l'establiment a València d'un Estudi General, a requeriment de Jaume I, i amb la intercessió del prior del convent dels dominics i futur bisbe de la ciutat Andreu d'Albalat. A hores d'ara desconeixem què va fer fracassar aquesta iniciativa que tant tardaria a fer-se realitat, ja que València hauria d'esperar a inicis del segle XVI per aconseguir definitivament un Estudi propi. La Universitat de Montpeller, única en la Corona d'Aragó durant el segle XIII, fins que es va aconseguir fundar el 1300 la de Lleida, quedava molt lluny del territori del sud que s'havia annexionat. La institució acadèmica que havia fet fortuna a Europa es veia ara indispensable també per a un regne nou que començava la seua singladura. I el motiu el donaria Jaume II quan va concedir la fundació de l'Estudi General de Lleida al·legant que els súbdits de la Corona d'Aragó no podien mendicar ciència en altres llocs (McVaugh & García Ballester, 1989: 2).

El rei Jaume I demostrà la seua estima vers la nova institució educativa universitària a través de diverses intervencions a l'Estudi de Montpeller. No s'ha d'oblidar que aquesta ciutat, on ell havia nascut, formà part de la Corona d'Aragó des de 1204 fins a 1276, quan a la mort del Conqueridor s'incorporà al Regne de Mallorca. Aquesta presència política implicaria un

contacte íntim entre el món universitari montpellerí, també el món mèdic, i l'elit governant de la Corona d'Aragó. Efectivament, aquest primerenc Estudi General destacà per l'ensenyament de la medicina i la cirurgia des de la seua fundació com a escola en el segle XII. D'aquesta relació entre la monarquia catalanoaragonesa i el cercle mèdic de Montpeller naixeria una profunda sensibilitat social per la salut i la medicina racional emanada de la institució universitària. Així, aquesta influència es notarà especialment en l'organització institucional de la pràctica mèdica a partir del segle XIII.

D'aquesta universitat és de la que es conserven les més antigues regulacions pertanyents a una facultat de medicina en Europa (1220). Gràcies a una altra regulació que data de vint anys després, i confirmada a partir de 1272, sabem que per obtenir un batxillerat en medicina era necessari tenir la titulació de la facultat en arts, haver cursat tres anys i mig d'estudis de medicina i, finalment, haver complit amb unes pràctiques fora de Montpeller durant sis mesos (Cifuentes, 2001: 274-276; Jacquart, 1995: 323-335). Òbviament, aquest llarg i car periple educatiu que reclamava la universitat només estava a l'abast d'un grup molt reduït de famílies.

Els cartularis recullen informació sobre la importància atribuïda pel rei a aquesta institució a l'hora de garantir una òptima assistència mèdica. Així, en 1272 Jaume I havia intentat evitar que cap home o dona, jueu o cristià, que no hagués obtingut un grau en la universitat, hagués estat examinat i tingüés expedida una llicència, pogués practicar la medicina a Montpeller. També a aquesta ciutat Jaume I havia fet una concessió en abril de 1259 a dos cirurgians perquè a tots aquells individus que arribaren ferits davant la cort de Montpeller, en perill de mort o amb el risc de pèrdua o deformitat d'algun membre per causa d'una agressió, foren atesos i valorades les seues ferides a petició del batlle (Huici, 1916: 257-258). Tenim notícia també que en maig de 1272 nomenava el cirurgià Miquel Llombart, com a metge i cirurgià de la cort de justícia de Montpeller durant tota la seua vida, per veure i curar tots els ferits que haguessen posat clams davant la cort judicial. Tot plegat demostra que el rei fundador del Regne de València era perfectament conscient dels grans beneficis que podien reportar a la societat els coneixements científics i tècnics dels practicants de la medicina. Amb tot, als furs Jaume I imposà el model obert de transmissió de coneixements, un model arcaic però que continuaria funcionant durant segles. Era impossible que la Universitat proporcionés el personal mèdic suficient per atendre tots els súbdits de la Corona.

Al cartulari de la Universitat de Montpeller s'assenyalava en 1239 que en el firmament de les ciències destacava la ciència mèdica perquè podia fer front als greus problemes que oferia la fragilitat de la salut humana. Efectivament, per aquell temps a Montpeller s'havia iniciat un control de la pràctica mèdica, costum que s'aniria estenent progressivament a la Corona d'Aragó. Fou gràcies a una ordinació promulgada el 1289 en les Corts de Montsó per Alfons III, en la qual s'estenia a metges i cirurgians una provisió que en principi només atenyia als professionals de les lleis, que es deixà en mans de les ciutats, i bàsicament en les

seues autoritats i amb l'assessorament de físics, la supervisió de l'emergent professió mèdica. La regulació definitiva arribaria amb els furs de 1329, que marcarien un abans i un després en el control de la pràctica mèdica (García Ballester *et al.*, 1989: 1-10).

Ara bé, en temps de Jaume I només hi ha un esment a la qüestió mèdica en els furs de 1238. Es tractava de la introducció del cànon 22 del quart concili Laterà (1215), segons el qual els metges haurien d'advertir i persuadir els pacients de la necessitat de la confessió. Amb això s'estava produint una «cristianització» de la medicina, en un context en què el papa Gregori IX donava, a través de les *Decretals* de 1234 —només quatre anys abans de la proclamació dels furs— un paper essencial a aquest sagrament. Aquesta era una qüestió singularment important en el context valencià on la presència de l'element musulmà fou molt nombrosa durant tot el segle XIII.

Però, a banda de preocupar-se per regular l'exercici de la medicina, hi ha altres símptomes que indiquen l'atenció del rei per assumptes relacionats amb la salut pública. Un dels signes inequívocs de la propagació de les malalties en aquell temps eren les males olors, que els metges aconsellaven de defugir. En aquest sentit, en els furs o privilegis valencians es fan sentir algunes ordenacions que regulaven qüestions sanitàries, com ara l'estat de les clavegueres, confirmant-los en 1251 i 1271.

Si, com he intentat justificar, Jaume I concedí una gran importància a la medicina i als seus avenços, com també a la regulació del seu exercici i a la preservació de la salut dels seus súbdits, i, com veurem més endavant, es van anar desplegant tota una sèrie d'iniciatives, en aquest sentit, per poder posar en marxa propostes tan significatives i de tal complexitat com les esmentades més amunt, ho féu així perquè comptà amb persones altament qualificades i d'una notable formació en la constitució del novell regne valencià que l'aconsellaren convenientment.

Arnau de Vilanova havia nascut just en aquell moment triomfant de l'expansió del casal catalanoaragonès, i ell i la seua generació anaven a capgirar els conceptes de metge i de medicina que s'havien tingut fins aleshores. Per la dècada de 1260-1269 estudià medicina en la Universitat de Montpeller, integrant-se així dins de la primera generació de metges formats i entrenats en l'art de medicina, sobretot a partir dels textos d'Avicenna. En 1276, estava instal·lat amb tota seguretat a València on nasqué Maria, la seua única filla, la qual ingressaria en el convent de les dominiques de Santa Maria Magdalena. Arnau hi tingué sempre casa on s'inventarià després de la seua mort una nodrida biblioteca, tal vegada una de les més reblides que hi hauria per aquells temps a Europa, i molts altres béns mobles. Tanmateix, la necessitat d'absentar-se amb freqüència el varen obligar a comptar amb el servei de diversos procuradors que vetlaven pels seus interessos al Regne de València (Martí de Barcelona, 1935).

Val a dir que la principal aportació que féu Arnau de Vilanova fou eixir al pas dels problemes que la ciència mèdica no podia respondre en aquella època. Això ho va fer a partir de l'exploració i desenvolupament de la medicina grecoaràbiga cada vegada més apreciada

i assimilada per les facultats mèdiques de l'Occident. Ell va emfasitzar la necessitat d'entendre Galè no a través dels vehicles dels transmissors àrabs, sinó a través de les seues pròpies paraules. Ell instaurà un renovat programa educatiu a Montpeller que superava la influència àrab del *Cànon* d'Avicenna i que buscava directament les aportacions d'Hipòcrates i Galè. Així, es convertí en un dels principals instigadors de la renovació del programa d'estudis a Montpeller recollits en la butla de 1305 atorgada per Climent V, amb la introducció dels textos de Galè desconeguts fins aquells moments (García Ballester, 1982).

Ara bé, els metges que actuaren en les tres primeres dècades de vida del Regne de València no tenien formació universitària, encara no comptaven amb l'arsenal metodològic preparat per la generació d'Arnau. El terme «mestre» o *magister*, que els solia precedir, s'aplicava amb normalitat a totes aquelles persones que tenien una formació especial que els destacava de la resta. Igualment, mai s'esmentaven els estudis d'arts i medicina juntament, com era preceptiu en el cas dels qui s'havien format a la Universitat, i el més comú era que es parlàs de metge o de físic indistintament. Podem afirmar que Jaume I no degué comptar amb metges formats a un Estudi General sinó, en tot cas, a la fi de la seua vida, quan estava dotant ja als físics universitaris dels privilegis i recursos que li sol·licitaven. Aquesta nova medicina i el seu practicant començaren a fer fortuna en la dècada de 1270-1279 arreu d'Europa, i el Regne de València en pot donar testimoni. Mentre arribà aquest temps, però, ens trobarem al llarg del segle XIII amb un grup de practicants de la medicina que llegirien els textos que podien tenir al seu abast. Cal dir que un bon nombre d'ells eren clergues i, per tant, lletrats. Ara bé, no hi hagué fins a la fi del segle XIII i els inicis del XIV un corpus doctrinal canònic ampli i comú a tots els practicants de la medicina com el que subministraren les facultats de medicina després que les traduccions dels textos clàssics i les enciclopèdies mèdiques procedents del món àrab foren assimilats (Jacquart & Micheaux, 1996: 167-204).

Per aquell temps el protagonisme en la pràctica mèdica degué estar en mans dels barbers, principals artífexs de les activitats de caràcter sanitari desenvolupades en el nou regne, encara que els primers els tenim documentats a la ciutat de València en 1280. D'ells s'ha dit en nombroses ocasions que es constituïren en l'autèntic paraigua sanitari de la societat medieval, seguint l'expressió de Luis García Ballester (García Ballester, 1988: 57-62). Es trobaven presents a tot arreu, ja fóra al món urbà o al món rural. De fet, l'ofici dels barbers fou el que demostrà més aviat un dinamisme extraordinari, traduït en la seua organització i la seua presència en el consell de la ciutat de València. Així, s'han pogut detectar 30 barbers que actuaren a València com a consellers d'oficis i mesters durant les dues primeres dècades del segle XIV. També els barbers de València foren un dels primers oficis artesanals en comptar amb una organització pròpia a la ciutat. Efectivament, el 21 de febrer de 1310, Jaume II els concedí la facultat de crear una almoina o confraria. Aquesta, com totes les associacions d'aquesta mena nascudes durant el segle XIV, tindria bàsicament connotacions socials i, sobretot, funcions religioses i benèfiques. Tot plegat, fa pensar que aquest col·lectiu tingué ja una

àmplia presència durant el segle XIII i per això es féu sentir el seu pes social a penes iniciada la segona centúria de la singladura del novell regne valencià.

Aquests particulars guaridors i els seus obradors s'integraren aviat en el paisatge urbà, ja que les seues tasques es desenvolupaven preferentment al carrer, davant mateix de l'obrador, on es trobaven els estris propis de l'ofici, i on una vela o tenda que s'enganxava amb dos pals a la paret de l'edificació servia per fer ombra als clients que eren atesos. La necessitat de llum solar, un airejament suficient i qüestions publicitàries menaren a una pràctica a l'aire lliure (Ferragud, 2005a: 258-264). També els barbers foren habituals en les galeres medievals, tant en les reials com en les destinades al cors, la forma més habitual de fer la guerra durant l'edat mitjana. La seua presència preferent enfront d'altres practicants, s'ha de posar en relació amb el tipus i la duresa del treball que havien de realitzar a bord, com també la baixa categoria dels personatges enrolats. Les primeres reglamentacions (*Costums de les naus armades i del cors*, incorporat al *Llibre del Consolat de Mar*, València 1272, 1283-1331) on es regulava la tripulació i la forma de repartir el botí entre aquesta, esmentaven la presència d'un metge que, segons els estudis, era quasi sempre un barber (Cifuentes, 2000: 5).

Cal rendir-se, finalment, a l'evidència. Amb la documentació conservada no podem anar més lluny. Ni una sola nota sobre la pràctica mèdica quotidiana se'ns ha conservat per a l'època de Jaume I a la Corona d'Aragó, i gairebé tampoc per a la resta de segle XIII valencià. Res que pugua connectar teoria i praxi.

4. La cura de la higiene i la salut pública

Però la salut era un fet que transcendia la medicina i depenia no exclusivament del coneixement del cos humà, sinó també de l'ambient en el qual vivia l'individu i els aliments que consumia. Aquests factors podien convertir-se en causes de la malaltia i devien ser atesos directament pels municipis. La doctrina de les «sis coses no naturals» generada pel galenisme explica perquè es va fer indispensable la necessitat d'administrar millor el que avui anomenariem la salut pública. La salut es convertí, en definitiva, en un problema polític i mercantil i es va traslladar a la vida pública quotidiana l'intens programa d'aristotelització a què estigué sotmesa Europa. Això significava una forma d'entendre i d'organitzar la *res publica* que es compenetrà perfectament amb l'ordenació d'aquesta societat entorn del dret romà. Els llibres aristotèlics d'ètica i política foren discutits apassionadament en els cercles universitaris a partir de la segona meitat del segle XIII. I, concretament, la *Política* d'Aristòtil subratllava insistentment la responsabilitat del poder de proveir assistència mèdica tècnicament qualificada. Els poders medievals ho entengueren i ho assimilaren perfectament, com ho demostren les reglamentacions que s'anaren desenvolupant en matèria de salut.⁸

8. La comunicació en què es varen fer aquestes notables reflexions es va presentar a *L'Europa de les Ciutats i dels Camins. Art, Cultura i Societat al segle XV*. I Col·loqui Internacional «Civitas Europa» [València, 4-9 novembre de 1996], sota el títol «La medicina», i ha restat inèdit.

L'arribada de colons a la ciutat de València com també a les viles i llocs del regne, obligà a una remodelació i adaptació progressiva de la trama urbana i les edificacions a les necessitats pròpies dels nouvinguts. Les pobles foren, en aquest sentit, operacions urbanístiques dins de la ciutat, però en major mesura fora de la muralla musulmana, realitzades durant els segles XIII i XIV, i destinades a recompondre els antics espais urbans andalusins, tot constituint una eixampla tancada per la muralla construïda a mitjan segle XIV.

En primer lloc, cal tenir present les particularitats de les ciutats musulmanes. Es tractava d'un perímetre emmurallat i de traçat tortuós, molest per a les noves necessitats i que fou progressivament transformat. La majoria dels nuclis menors, però, eren simples alqueries i rafals situats molt sovint a la vora de rius, d'unes dimensions molt modestes, i que foren igualment transformats per les successives onades de colons. La ciutat cristiana necessitava proveir-se de tota una sèrie d'infraestructures necessàries per a la subsistència dels veïns. Al segle XIII s'assistí a una febre constructiva inevitable, producte d'aquestes necessitats. Així doncs, i encara que molts espais foren mantinguts, recuperats o transformats d'aquells que ja existien d'època islàmica, es bastiren una gran quantitat de forns, molins, banys i obradors de tota mena. A això se sumarien els espais propis del culte i la tradició cristiana: paròquies, cementiris, monestirs i hospitals (Martí, 1999: 105-107).

Les característiques pròpies que defineixen la ciutat medieval ens la fan considerar un espai contaminat; un indret que necessitava un subministrament abundant de productes de molt diversa mena. Per això, els camperols dels contorns entraven cada dia amb els fruits de les seues explotacions agropecuàries, i els mercaders amb els seus draps i altres andròmines diverses s'ubicaven als centres neuràlgics de distribució que s'anirien establint per diversos punts de la ciutat. Aquestes càrregues no podien entrar-hi sinó a llocs de bèsties equines o bé amb algun carro. A la ciutat també habitaven els cavallers, i on hi són aquests hi ha gran quantitat de cavalls. A açò se sumaven també els ramats d'ovelles, moltons i porcs destinats a les carnisseries, la cria d'ocells, els de presa emprats en la falconeria, però d'altres més abundants com l'aviram de corral o els coloms. Aquests animals no sempre eren controlats com seria desitjable i campaven per tot arreu, places, carrers, patis i cementiris, furgant ací i allà entre les escombraries que omplien l'espai urbà. Sorpren també la gran quantitat d'animals que apareixien morts, sobretot gossos i gats. És obvi que un indret on convivia tants animals estigués sempre atapeït de fem, i això, ja ho advertí Arnau de Vilanova en el seu *Regiment de Sanitat*, anava associat als processos de corrupció de l'aire i les malalties pestilencials.

La quantitat d'activitats artesanals que s'hi realitzaven produïen residus molt perjudicials, en ser abocats a les sèquies obertes que travessaven l'entramat urbà, directament al carrer, als valls vora les muralles, o a l'atmosfera. La majoria de tasques es realitzaven en espais oberts, tot provocant situacions molestes per al veïnat i els transeünts. Els treballs relacionats amb el cuir, les pells o el ferro embrutaven les aigües i produïen fums i molt males olors, així com forts sorolls. Tampoc els carnisseres s'estaven de llençar les deixalles on els semblava oportú. Tot plegat es traduïa en una gran quantitat de mosques voleiant per tot ar-

reu, una olor nauseabunda i un ambient procliu a l'aparició de rosegadors, paràsits i malalties infeccioses.

Aquesta situació sanitària no passà en absolut desapercibuda a les autoritats, de tal forma que funcionaris públics, cada vegada més diversos, i la sol·licitud del consell dels metges en temes de salut pública més endavant, posaven de manifest les inquietuds dels governs municipals per salvaguardar la salut dels veïns. Els esforços esmerçats per les autoritats municipals per garantir la salubritat foren evidents i reiterats, el que indica les grans dificultats per fer-les complir (Salavert & Navarro, 1992: 15).

Una institució de gran importància en l'ordenació del nou espai urbà fou el mostassaf. Aquest fou la versió cristiana, més completa i eficaç, que les autoritats municipals valencianes donaren del *muhtasib*, institució musulmana que es trobava en ple funcionament en l'Europa musulmana quan València fou presa per les tropes jaumines (Salavert & Navarro, 1992: 23-46). Si hi ha hagut controvèrsies a l'hora de definir l'origen del mostassaf valencià, entre una procedència de l'orient islàmic o de l'occident clàssic, el que no es pot negar és que tots els estudiosos s'han posat d'acord en què la seua aparició es produí amb l'organització ciutadana preconitzada per Jaume I, a través d'un privilegi de desembre de 1239, i que, seguint l'exemple de la capital, es va difondre per totes les viles del regne. Des de València el càrrec s'exportà a les terres del nord de la Corona d'Aragó, concretament a Catalunya (Barcelona en 1339) i cap a llevant, Mallorca (1309-1336).

Les seues funcions i atribucions foren molt àmplies, fet que provocaria moltes confrontacions amb altres autoritats i els sectors més privilegiats. Aquestes funcions foren recopilades en un llibre que cada municipi adaptava a les seues circumstàncies particulars. El mostassaf era l'oficial encarregat d'inspeccionar els mercats, mirant d'aconseguir una bona higiene en els aliments i que en les transaccions no es produïssen frau. Per això, les seues competències es varen estendre al control de les peses i mesures i la qualitat dels ingredients venuts, com ara també els utilitzats en la composició dels medicaments elaborats pels apotecaris, una qüestió transcendental en una societat com la de l'època tan amant de la polifarmàcia. Però el mostassaf també podia dirimir en plets de caràcter convivencial entre els veïns i podia intervenir en el manteniment de la higiene i la salubritat del casc urbà. Fet i fet, el mostassaf anava a contribuir en la transformació de l'antiga medina musulmana segons la concepció del model feudal i cristià de ciutat, amb viaris oberts i amb una distribució de les parcel·les perpendiculars a aquells.

Cal tenir present que si bé el mostassaf fou una mena de cap de la policia urbana i les seues atribucions semblen pròpies d'aquest medi, aquest no fou un ofici exclusiu de la ciutat. Podem dir que hi hagué una versió ruralitzada d'aquest, com ho proven els casos de Sueca, Cocentaina o Catí, ben coneguts i estudiats. El llibre de Catí, al nord muntanyenc del País Valencià, per exemple, afegia, respecte del de València, trenta-cinc apartats orientats a la particularitat del medi local on aquest exercia la seua missió (Sevillano Colom, 1954-1956: 220-228 i 188-199).

Per dur a terme la seua comesa comptava amb un nombre variable d'ajudants. Com a conseqüència del seu caràcter municipal, era escollit anualment pel consell, de qui depenia directament la seua tasca. L'única condició que li era imposada era la de ser una persona amb un impecable comportament moral, que fóra home i cristià. Ningú en la ciutat escapava a la seua jurisdicció, ja fóra cristià, jueu o musulmà, civil o eclesiàstic, ciutadà o foraster. Cal recordar el caràcter sumari de les seues decisions, reduïdes a l'àmbit de l'oralitat, i que en el cas de València es donaven en la *Llotgeta del mostassaf*. L'absència del registre escrit ha evitat que puguem tenir certesa sobre com es produïen aquests judicis.

La figura del mostassaf i les seues competències suscitaven alguns interrogants que el Dr. García Ballester plantejà fa temps i encara romanen sense resposta (García Ballester, 1996): per què una institució d'aquesta importància, relacionada amb la salubritat de la població, no tingué cap mena de relació amb el món universitari i les disciplines ensenyades en les Escoles d'Arts i Medicina? Resulta especialment estrany si es té en compte que el ric cos que constitueix el corpus de textos mèdics i de llibres naturals oferia una increïble quantitat de conceptes i de solucions pràctiques que podien haver estat aplicades a les activitats totalment empíriques del mostassaf. Sorpren que un ofici tan important i complex com el del mostassaf, tan estretament vinculat a la salut pública, no estigués en mans d'un metge universitari o controlat per aquest grup social. Per què els metges, formats en el galenisme, romangueren indiferents envers aquest ofici? Crec que si realment hagués existit un interès ferm en controlar aquest ofici s'hagués fet tot el possible per assolir-lo. Però cal preguntar-se si realment responien els guanys que podia reportar-los al que realment desitjaven els físics universitaris d'aquell temps. Els metges, físics i cirurgians trobaren cada vegada un mercat més ampli per a les seues activitats a mesura que la societat s'anava medicalitzant: hospitals, banys, presons, corts judicials eclesiàstiques i laiques, assistència mèdica municipal a través de contractes, participació en tribunals examinadors de metges, assessorament al govern municipal en matèria de sanitat i epidèmies, etc. Solien combinar diverses ocupacions mirant de completar el seu salari però també mirant de guardar la seua honorabilitat, per exemple atenent algun hospital. Cal recordar que els metges foren criticats sovint per buscar en excés el lucre i mostrar-se com uns individus orgullosos del seu estatus i que en feien ostentació a través del vestit, els seus animals o les seues cases. Els més rics estaven acostumats a atendre els clients a la seua casa, on tenien l'estudi, però es traslladaven quan havien d'atendre personatges de la noblesa o de la mateixa casa reial. En canvi, els desplaçaments per atendre a domicili devien ser cosa dels practicants de menor categoria, encara que tenien els seus propis obradors on atenien habitualment la clientela, com ara els obradors de barberia. Possiblement per a un físic universitari, presentat sovint als manuscrits amb vestits de seda i tafetà, empolainat amb barrets i joies, no li semblàs adequat apropar-se al mercat urbà a inspeccionar peix, carn o cereals, i barrejar-se així amb tota mena de gent, enmig de brutícia i males olors. Encara que, sens dubte, hagués estat un moment més per fer ostentació. Podria haver confiat també aquesta tasca a alguns oficials menors,

però aleshores tal vegada la perícia d'aquests no hagués estat suficient per a la tasca encomanada.

També crec que bastants de les ocupacions del mostassaf excedien els assumptes de caràcter mèdic i sanitari, que s'han de circumscriure bàsicament a la inspecció anual de les apotecaries i la comprovació del bon estat dels aliments venuts. Així, intervenia en la regulació de tots els oficis artesanals de la ciutat, tasca complexa que només podia fer-se amb l'ajuda de *veedors*. La seua tasca era cabdal en l'ordenació d'espais de venda, les dificultats del trànsit i l'aparició de revenedors i revenedores, que posava seriosos problemes al control de preus i qualitat dels aliments. Tot venedor havia de demanar permís per alçar una parada i havia de satisfer una fiança per al cas que fóra multat.

Siga com siga, la intervenció dels metges en matèria de salut pública fou més aviat tardana i es reservà per a determinades consultes que efectuà el consell municipal, per exemple sobre la conveniència o no de cultivar arròs, i durant les epidèmies se'ls demanà assessorament i alguns es dedicaren a reflexionar sobre les causes d'aquests brots pestilencials i buscaren els remeis, tot s'ha de dir, amb pocs resultats (Ferragud, 2005a: 271-272).

5. La medicalització de l'hospital

Una de les institucions cabdals de l'Occident europeu medieval fou l'hospital, i aquest no podia quedar al marge d'un nou regne cristià que s'estava bastint sobre el solar islàmic, ans al contrari, esdevindria un dels elements claus de cristianització i ordenació del nou territori.

L'hospital medieval, com és ben sabut, fou una institució benèfica en la qual s'acollia gent desvalguda de tota mena, i que mantingué durant tota la baixa edat mitjana una funció polivalent: atenció als malalts, refugi de viatgers i captaires, asil d'ancians, lloc de criança per a expòsits i orfes, també ofería almoïna i sufragava el soterrar de difunts, entre altres funcions. L'hospital fonamentava la seua raó de ser en els nombrosos signes de pobresa i misèria d'aquella societat, no solament econòmica, sinó també de feblesa com a conseqüència de diferents circumstàncies vitals, potser només transitòries, que deixaven desemparats a molts individus (vídues, orfes, captius, ancians, bojós, malalts, famolencs...). Pobresa i malaltia eren inseparables i així ho podem entendre ja en el segle XIII a tenor dels documents, els quals solen referir-se a ambdues condicions. En definitiva, els hospitals foren vitals per contenir l'allau de necessitats de les ciutats i viles de la tardor medieval i proliferaren extraordinàriament.

A València aparegueren l'endemà mateix de la conquesta. El major de tots fou el de Sant Vicent, fundat i dotat de rendes i propietats de forma extraordinària pel mateix Jaume I. Aquest pertanyia a un programa espiritual de forta càrrega simbòlica, vinculat al procés de conquesta i als lligams cristians més antics amb el territori valencià on fou martiritzat el sant. Sant Vicent fou vist pel rei com un intercessor definitiu en l'èxit de la seua empresa i programa l'erecció d'aquest lloc abans de la caiguda de la ciutat. Els edificis foren enllestits en deu anys i es posaren immediatament en funcionament. L'hospital de Sant Vicent cal lligar-lo a un complex que comprenia també una església i un monestir, on els *infirmi*, com també els

pobres i orfes, hi foren presents contínuament. En 1269 es tenen notícies de la compra de medicines per a l'hospital. Se sap també que existien dues cases separades per a dones i homes. I respecte de l'assistència només s'esmenten clergues (prior, tresorer...) i servidors (criats), en cap cas es fa esment a cap tipus de practicant de la medicina (Burns, 1967: 82).

També de certa consideració fou l'hospital de Sant Guillem, a la parròquia de Sant Salvador i extramurs. Regentat pels trinitaris, va ser creat en 1242 per Guillem Escrivà, un cavaller membre del Consell Reial, secretari de la ciutat i home de gran riquesa i forta presència en les institucions locals. I en tercer lloc, cal citar l'hospital de Santa Llúcia, o de la Reina, fundat a les acaballes del dos-cents. De la resta dels hospitals coneguts a penes en tenim unes dades i sabem que la seua fou una durada efímera i desapareixeran durant la centúria següent. Així, es van instal·lar els hospitalers de Santa Maria de Roncesvalls al raval de Roters, a la parròquia extramurs de Santes Creus, on fundaren un petit hospital. Sabem de la fundació del de Sant Joan de Jerusalem. També la confraria de Sant Jaume, la primera institució de caràcter beneficoassistencial instal·lada en el Regne de València (1263), fundà un petit hospital ampliat notablement gràcies a un privilegi de Pere el Cerimoniós (1377). En la carretera de Morvedre es va instal·lar el de Sant Llätzer, especialitzat en el tractament de leprosos (Burns, 1965: 135-148).

Un total de sis institucions eren completament insuficients per a l'urbs dinàmica en què s'havia convertit València a principis del segle XIV, amb una notable expansió demogràfica producte de la incessant immigració, i per això en el nou segle les fundacions d'hospitals serien nombroses, tot completant aquesta petita xarxa del dos-cents. Si la fundació i regència dels hospitals es degué durant el segle XIII a la reialesa i a institucions religioses, ja durant el XIV es donarà un canvi de tendència, i serà el patriciat burgès el que assumirà les fundacions, en benefici de la seua ànima i per fer perdurar la seua memòria entre la gent (Rubio Vela, 1984: 33-44).

Val a dir també que en molts municipis foren fundats hospitals al poc de la conquesta, amb iniciatives diverses —d'un particular, el municipi o el rei—, encara que sovint no en tinguem dates concretes i la documentació siga força fragmentària. Gràcies a les donacions en forma d'almoïna i a les lleixes pietoses que feien els particulars en algunes clàusules dels testaments, aquests hospitals podien subsistir. Alguns de més afortunats comptaven amb dotacions de terres fetes pel monarca. Però, quin era el funcionament intern de la institució hospitalària medieval?

Ramon Llull en el seu *Llibre d'Evast e Blanquerna* posa de manifest la medicalització dels hospitals ja a les acaballes del dos-cents. Ara bé, cal admetre que el comportament de la medicalització hospitalària fou molt variable segons els països europeus. En general, a la Corona d'Aragó, on si bé els hospitals eren poc nombrosos fins i tot a les grans ciutats, sí copsem aviat la presència de personal mèdic, cal esperar a la segona meitat del segle XIV per tenir evidències clares que els hospitals oferiren una assistència mèdica sistemàtica. Amb tot, Bernat Desclapers, fundador en 1311 de l'hospital de la ciutat de València conegut amb el seu nom,

ja va proveir un salari perquè un metge tingués cura dels malalts (Rubio Vela, 1983: 378). A poc a poc, tant els físics com els cirurgians, els apotecaris i els barbers, anaren integrant-se com a personal assalariat vinculat directament a la institució. El personal sanitari especialitzat era cridat puntualment, mentre que els empleats de l'hospital, els hospitalers, que hi residien, feien les tasques d'infermeria, alimentació i gestió.

Crec que el físic únicament buscava en aquest tipus de contracte no un benefici econòmic, sinó l'obtenció d'un reconeixement social de la seua caritat i probitat, les quals segurament devien ajudar a mitigar la imatge d'home ric perseguidor del guany i poc preocupat per garantir realment la salut dels seus pacients més humils. En el mateix text lul·lià, per bé que és un tòpic repetit en autors com Eiximenis, i d'altres europeus com Chaucer o Boccaccio, es pot reconèixer aquesta denúncia a la set de riquesa del metge i la falta d'atenció a aquells que no poden proporcionar-los bones remuneracions.

Quin aspecte presentava l'hospital? Devem pensar en general en llocs petits, amb escàs mobiliari, amb molts pocs llits, compartits en ocasions per més d'un inquilí, construïts de vegades amb materials força pobres, amb els sarments de les vinyes i palla, deia Lull, que podien ser donacions de particulars. La misèria del lloc devia fer honor a l'estament dels seus hostes. Només anys a venir els hospitals anirien millorant introduint, per exemple, apotecaria pròpia, i ampliant la seua capacitat assistencial, en ser dotats d'ajudes substancials pels municipis.

6. El metge assessor dels tribunals de justícia

Una novetat singular fou el recurs al metge com a expert en els tribunals de justícia. El 23 d'abril de 1304, per petició del justícia de la vila de Cocentaina, un petit municipi enclavat en la frontera sud del Regne de València, dos barbers i un físic observaren si un ferit, com diu el document, «era fora de dubte de les nafres». El justícia considerà que l'agressor només podria abandonar la presó si els guaridors que havien d'examinar el nafrat afirmaven que estava fora de perill (Ferragud, 2003: 100-101). És la primera vegada que trobem la utilització dels practicants de la medicina per banda dels tribunals de justícia en el Regne de València —abans fins i tot que a la ciutat de València, on s'utilitzà per primera vegada en 1321—, i una de les primeres localitzades en la Corona d'Aragó (McVaugh, 1993: 207-218). Problemes de conservació documental dificulten conèixer quan començà a practicar-se a Cocentaina i a altres indrets del Regne de València aquest procediment.

La segona qüestió que cal remarcar és la naturalesa dels protagonistes del peritatge esmentat. D'una banda, tenim dos barbers, tot i que no s'explicite el mot i que es faça especial esment en què practicaven la sagnia terapèutica, pràctica habitual en la medicina occidental des del segle IX, i que, a més a més, era utilitzada freqüentment pels barbers. L'altre participant era un físic. Resulta altament significatiu que ja en una data tan antiga apareguen donant la seua opinió conjuntament els barbers-cirurgians, més habituats a tractar malalties externes i, en conseqüència, també les ferides, i els experts en la medicina interna o físics.

Durant el segle XIV, el més freqüent serà que siguen els cirurgians que estan atenent els ferits als qui se'ls demane la seua opinió. Així fou consagrat en els furs de 1329 per Alfons el Benigne. És a dir, el que havia ocorregut és que una pràctica que ja estava en funcionament durant bastant temps al Regne de València, era codificada després en la llei.

El cas que acabe d'esmentar s'ha d'entendre com a part integrant d'un fenomen d'ampli abast que es donà en les darreres dècades del segle XIII als nuclis més urbanitzats de l'Occident europeu. Efectivament, es desenvolupà un interès manifest per recórrer a la figura del metge en alguns procediments criminals relacionats amb el peritatge de les ferides. Temps a venir, els cirurgians, i més tard els físics en companyia dels primers, foren sol·licitats pels tribunals civils i eclesiàstics per donar la seua opinió davant de nombroses situacions, les quals els jutges i els juristes no podien discernir amb els seus coneixements. Però, sens dubte, per l'abundància de casos que es donaven i la importància del pronòstic, la tasca que els va ser encomanada amb major freqüència fou l'avaluació de ferides, coneguda com *desuspitatio* o dessospitació. Es tractava del pronunciament sobre l'estat de salut d'un ferit i el pronòstic de pèrdua d'un òrgan, mutilació o disfunció per culpa, exclusivament, de la lesió. Sense aquest peritatge no es procedia a donar un veredict i pena, ni es concedia la manlleuta a l'acusat i l'excarceració. El més habitual era que es demanara l'opinió del mateix individu que havia atés el malalt i recórrer també al criteri d'altres professionals (Gallent, 2000: 16-26).

El context que permeté aquest recurs al metge fou l'evolució del Dret Civil i Canònic. Totes dues tradicions convergiren a les acaballes del dos-cents en la confirmació d'un fet: el metge, físic o cirurgià, podia intervenir per jutjar la gravetat de les ferides patides durant un atac. Alguns autors han argumentat que tant les semblances epistemològiques com l'assimilació social dels metges i els juristes facilitaren des de molt aviat la participació com a experts dels primers en els tribunals, així com la confiança dels segons en l'experiència mèdica. No s'ha d'oblidar tampoc que a qui aquests juristes demandarien atenció mèdica preferentment seria als metges il·lustrats. El segle XIII fou també sens dubte el segle de la cirurgia. Així, durant la segona meitat del dos-cents i inicis del tres-cents, proliferaren a Europa un grapat de tractats amb els quals es va pretendre situar la cirurgia més enllà d'un ofici manual de caràcter artesanal, i situar-la en el terreny de la raó. A partir d'aquell moment, el cirurgià necessitava tenir uns coneixements bàsics del cos humà i de com es produïen les malalties, per poder actuar correctament sobre elles. El tractament de les ferides de tot tipus s'introduí dins aquest pla de racionalització, la qual cosa permeté un coneixement estret de les seues característiques, l'atenció més oportuna i la possibilitat de determinar pronòstics exactes de la seua evolució i de la del malalt. L'interès per aquesta cirurgia basada en el coneixement racional i no en el mer empirisme, va tenir prompte ressò al Regne de València. En 1302, un cirurgià de València anomenat Guillem Corretger demanà permís al rei per traslladar-se a Montpeller on desitjava aprendre l'art de la cirurgia, al·legant que en la seua terra no es podia estudiar. Cal assenyalar que almenys des de 1288 aquest exercia de cirurgia en terres valencianes. Vers el 1302, Corretger preparà una traducció de la cirurgia de

Teodoric per posar-la a l'abast de tothom, fomentar una bona pràctica i no perjudicar els malalts (Cifuentes, 2002: 128-129).

Crec que en el cas del Regne de València, i concretament de les viles situades al sud, les circumstàncies que explicaren el desenvolupament tan incipient d'aquesta pràctica foren els elevats índexs de violència, amb nombrosos altercats, baralles i atacs amb profusió de sang, conseqüència de les peculiaritats d'una gran població flotant. Evidentment, es necessitaven els instruments adequats per controlar aquell grup tan heterogeni i domesticar i consolidar definitivament la població.

Però quan i com s'introduí l'assessorament judicial a la ciutat de València i la resta del regne? Amb tota seguretat no abans de 1280. Alguns casos interessants se'ns presenten a la ciutat de València en aquest any i ens mostren que no s'havia regularitzat aquest recurs als metges. Em referiré a un en concret, a tall d'exemple. Quan un dia un saig es presentà a un obrador per sol·licitar una penyora, el propietari s'hi negà i amb l'estira i arronsa l'empenyé, amb tan mala fortuna que el funcionari municipal es donà un cop amb un banc, a conseqüència del qual perdé el sentit. Sembla que les seqüeles foren fatals i va morir dies després. En cap moment apareix per a res en les cures ni donant cap opinió algun metge. Únicament s'esmenta que un «barber li raé lo cap», segurament per guarir-li alguna ferida. Fins i tot, podem trobar símptomes d'automedicació. Concretament, quan el saig es queixava d'un dolor al múscle i un veí que el visitava li va dir que s'estirés i es posés estopa. Després la malaltia prosseguí i Castellet es diu que estava fora de si. Efectivament, el malalt estava perdent el seny com a conseqüència del cop. Tal vegada per això un altre que el visità l'ajudà a vestir-se, després de deslligar-lo del llit. Tot plegat ens fa pensar que en aquell moment no s'havia introduït encara, pel que sembla, el procediment pericial de la dessorpitació.⁹ Però, en aquest cas, se'ns presenta un altre detall força interessant com és la participació dels veïns en el guariment de la malaltia i la visita i el consol al malalt. Això pot sobtar en un món com l'actual on el triomf de l'individualisme i l'aïllament absolut ha acabat amb aquelles estretes xarxes de solidaritat veïnal que encara eren freqüents tan sols fa una generació. Així s'entén que uns quants homes que donen testimoni en el judici banyaren el saig mentre era malalt. Cal afirmar que el patiment, el dolor i la malaltia són aspectes que la caritat cristiana s'esforçà per atendre amb tots els mecanismes originals que pogué. Hospitals i confraries, societats assistencials diverses i més senzilles fórmules d'ajuda s'estengueren pel camp i la ciutat donant així compliment a la *caritas* evangèlica.

Amb tot, sembla que existí ben aviat una confiança en els coneixements tècnics del metge per determinar la culpabilitat d'un acusat. Si bé seria freqüent durant el segle XIV que els encarregats d'impartir justícia acudiren als metges per esclarir fets relacionats amb crims de diversa índole, especialment en enverinaments, a la València del dos-cents podem trobar que són els propis implicats els qui busquen opinió de l'expert. Un enverinament massiu

9. Vegeu la transcripció del procés en Guinot Rodríguez, *et al.*, § 29 i 30.

denunciat davant la cort de justícia de València, ens ofereix algunes pistes.¹⁰ Sembla que una sarraïna que feia de criada en aquella casa i que cuinava, acusava a un jueu que havia entrat diverses vegades i havia volgut afegir salsa al que estava guisant. D'aquella salsa en provaren diversos veïns que patiren símptomes evidents d'enverinament. Així, una veïna «féu gran mal lo cor e comensaren-li a tremolar les cames e les mans, vench-li gran odi e volentat de gitar e gità tot lo menyar per la boca e encara més de so que tenia». Els testimonis deien dels malalts «que-s playnien de la dita malaltia e anaven com a rabiosos per casa». Les veïnes sospitaven pel que veien en l'olla que hi havia verí, i sol·licitaren l'opinió d'un metge, qui efectivament confirmà que s'havia utilitzat *realgar*. El realgar era una substància artificial preparada per sublimació pels alquimistes, tal com es feia amb l'arsènic. Tenia diverses aplicacions com a medicina corrosiva, usada habitualment en les fístules i nafres. Cal cridar l'atenció sobre la circulació de substàncies tòxiques que es movien amb massa facilitat fora del control dels metges i dels apotecaris. El problema no fou solucionat sinó molt més endavant, quan es posà límit a la venda, centrada només en determinats establiments.

No em puc estar de fer al·lusió a la descripció del metge jueu anomenat Salomó Vives, un individu que serà reconegut fàcilment per la seua forma de vestir distingida i la seua peculiar anatomia (es deia que era un metge gros). Individus enriquits, amb rebosts ben atapeïts, podien distingir-se de la resta pels seus grans estómacs. El vestit i la taula, dos grans signes distintius de tots els temps, s'ajunten ja en aquell moment per subratllar la figura del metge. Un altre dels testimonis del plet cal dir que fou el físic Bartomeu de Galinyà, el qual diu que el cridaren a la casa on s'havia produït l'enverinament, on li mostraren en una fulla de col una substància que aquest identificà com el realgar.

El desenvolupament d'aquests peritatges, per tant, s'ha de posar en relació amb la creixent urbanització, una millor organització de la societat i la necessitat de personatges entesos en determinades disciplines i tècniques que eren indispensables per al bon funcionament de la cosa pública. La medicina era valorada per la seua utilitat, ja que en cas contrari no hagués tingut raó de ser. Una vegada s'assolí l'alt rigor intel·lectual amb què en els segles tardomedievals fou dotada la medicina, la visió que en tingueren tots els estaments de la societat conduí cap a la consolidació del prestigi del metge, físic i cirurgià.

7. Més enllà de les conquestes

Amb tot l'esmentat fins ara, podem concloure que el Regne de València es constituí en un espai adequat per a l'experimentació i posada en pràctica de mesures legislatives, oficis i comportaments propis de l'Occident medieval, alguns ben arrelats en els territoris de la Corona d'Aragó, però d'altres encara bastant inèdits. Així, Jaume I veié l'oportunitat d'introduir en aquest nou territori, en ple procés d'ocupació i organització, la institució universitària que, just en la meitat del seu regnat, començava a fer fortuna per diferents racons

10. Vegeu la transcripció en *Ibid.*, § 33.

d'Europa. Un dels seus productes més preats fou la medicina. En els últims anys de la vida del Conqueridor s'estava produint l'eclosió de les facultats de medicina des d'on anava a irradiar una influència sobre la societat que ja s'anava a fer molt palesa en les acaballes del segle XIII. Jaume I coneixia bé els profits d'aquesta institució ja que ell tenia dins els seus territoris, a Montpeller, una de les facultats que marcaria el futur d'aquesta disciplina científica.

La medicina que es coneixia i es practicava en la infantesa i la joventut del rei Jaume era bastant diferent de la que conegué al final dels seus dies. Però en les tres dècades següents a la seua mort, la transformació encara seria més radical. S'iniciava així el llarg camí envers una professionalització, on la medicina col·locaria els seus fonaments ben aviat, abans que qualsevol altra disciplina científica. Si existí una ocupació que s'assemblà al que després la sociologia considerarà com a professió, aquesta fou la del metge. El que resulta indubtable és que, fóra quin fóra el tipus de metge, amb menors coneixements en general que els que podrien assolir a inicis del segle XIV, els monarques i els seus súbdits els apreciaven i no en podien prescindir en la seua vida quotidiana. La seua participació en assumptes públics serà evident, producte dels seus coneixements, de la seua perícia i de la confiança absoluta dipositada en ells.

Amb tot, no ens podem deixar enganyar per les fonts. De practicants de la medicina n'hi hagué molts més que no els ressenyats. Un grup important de persones tenien capacitats de guarir gràcies a l'empirisme transmés informalment de manera oral. Curanderos, persones de qualsevol ofici que tenien alguns coneixements de medicina, fetillers, eixarmadors i endevins d'ambdós sexes i, possiblement, de totes tres religions convergents al Regne de València, devien exercir sobre una bona part del contingent de nouvinguts. I junt a ells els barbers, el grup que, tot practicant la medicina galènica, seria el que cobriria un espectre més ampli de població i que més prompte s'organitzaria enfront de les pressions que exerciran sobre ells els físics elitistes.

El paper que tingueren la ciència i les aplicacions tecnològiques —encara que ací m'he limitat a la qüestió de la medicina—, en la configuració del Regne de València foren claus. En un segle de creació intel·lectual i de transformacions esplèndid, les terres valencianes no quedaren al marge. Al contrari, els personatges que protagonitzaren juntament amb el rei el seu bastiment aprofitaren tots aquells recursos i no cessaren en la cura i l'aplicació de l'utillatge escolàstic que s'havia establert a l'Occident europeu i havia commocionat els pensadors d'aquell temps.

Bibliografia

- BURNS, R. I. (1965), «Los hospitales del Reino de Valencia en el siglo XIII», *Anuario de Estudios Medievales*, **II**, 135-154.
- BURNS, R. I. (1967), «Un monasterio-hospital del siglo XIII: San Vicente de Valencia», *Anuario de Estudios Medievales*, **IV**, 75-108.
- BURNS, R. I. (1981), *Jaume I i els valencians del segle XIII*, València, Tres i Quatre.
- BURNS, R. I. (1995), *Els fonaments del regne croat de València. Rebel·lió i recuperació 1257-1263. Diplomatarium II*, València, Tres i Quatre.
- BURNS, R. I. (1991), *Foundations of Crusader Valencia. Revolt and recovery, 1257-1263*, Princeton, Princeton University Press.
- BURNS, R. I. (2001), *Transition in Crusader Valencia. Years of triumph, years of war 1264-1279. Diplomatarium III*, Princeton, Princeton University Press.
- BURNS, R. I. (2007), *The Central Years of Jaume the Conqueror 1270-1273. Diplomatarium IV*, Princeton, Princeton University Press.
- CIFUENTES I COMAMALA, LL. (2000), «La medicina en las galeras de la Corona de Aragón a finales de la edad media: la caja del barbero y sus libros», *Medicina & Historia*, **4**, 1-16.
- CIFUENTES I COMAMALA, LL. (2001), «L'université de médecine de Montpellier et son rayonnement (XIII^e-XV^e siècles)». A: LE BLÉVEC, D. (dir.), *Actes du colloque international de Montpellier (17-19 de mai de 2001)*, Brepols.
- CIFUENTES I COMAMALA, LL. (2002), *La ciència en català a l'edat mitjana i el Renaixement*, Barcelona / Palma de Mallorca, Universitat de Barcelona / Universitat de les Illes Balears.
- FERRAGUD, C. (2003), *El naixement d'una vila rural valenciana. Cocentaina, 1245-1304*, València, Universitat de València.
- FERRAGUD, C. (2005a), *Medicina i promoció social a la Baixa Edat Mitjana (Corona d'Aragó, 1350-1410)*, Madrid, CSIC.
- FERRAGUD, C. (2005b), «Organització social i atenció mèdica a la Cocentaina baixmedieval: el procés a Abraham Abengalell (1318)», *Asclepio*, **LVIII** (2), 3-24.
- FERRAGUD, C. (2009), *La cura dels animals. Menescals i menescalia a la València medieval*, València, Afers / Ajuntament de València.
- FERRANDO, A. (dir.) (1979), *Llibre del Repartiment de València*, València, Vicent Garcia, D. L.
- FURIÓ, A. (1995), *Història del País Valencià*, València, Alfons el Magnànim / Generalitat Valenciana.
- GALLEN, M. (2000), «Precedentes medievales de la medicina legal: la desospitaliació en el Reino de Valencia», *Saitabi*, **50**, 11-28.
- GARCÍA BALLESTER, L. (1982), «Arnau de Vilanova (c. 1240-1311) y la reforma de los estudios médicos en Montpellier. El Hipócrates latino y la introducción del nuevo Galeno», *Dynamis*, **2**, 97-158.
- GARCÍA BALLESTER, L. (1988), *La medicina a la València medieval. Medicina i societat en un país medieval mediterrani*, València, Alfons el Magnànim.
- GARCÍA BALLESTER, L.; McVAUGH, M. R.; RUBIO VELA, A. (1989), «Medical licensing and learning in fourteenth-century Valencia». In: *Transactions of the American Philosophical Society*, **79**, part 6.
- GARCÍA BALLESTER, L. (1994), «A marginal learned medical world: jewish, muslim and christian medical practitioners, and the use of Arabical medical sources in late medieval Spain». A: GARCÍA BALLESTER, L. et al. (eds.), *Practical medicine from Salerno to the Black Death*, Cambridge University Press.
- GARCÍA BALLESTER, L. (1996), «La medicina», A: *L'Europa de les Ciutats i dels Camins. Art, Cultura i Societat al segle XV*. I Col·loqui Internacional «Civitas Europa» [València, 4-9 novembre de 1996], inèdit.
- GARCIA-OLIVER, F. (1992), *Terra de feudals. El País Valencià en la tardor de l'Edat Mitjana*, València, Alfons el Magnànim.

- GLICK, TH. F. (2007), *Paisajes de conquista. Cambio cultural y geográfico en la España medieval*, València, Universitat de València.
- GUINOT RODRÍGUEZ, E.; DIÉGUEZ, M. A.; FER-RAGUD, C. (eds.) (2008), *Llibre de la Cort del Justícia de València (1280-1282)*, València, Universitat de València / Acadèmia Valenciana de la Llengua.
- HINOJOSA, J. (2007), *En el nombre de Yahveh. La judería de Valencia en la Edad Media*, València, Ajuntament de València.
- HUICI, A. (1916), *Colección diplomática de Jaime I, el Conquistador. Años 1217 a 1253*, València, La Voz Valenciana, vol. I (part 2).
- JACQUART, D. (1995), «Comienzos de la enseñanza médica en Montpellier: una puesta a punto». En: BARRIOS, M.; VINCENT, B (eds.), Granada 1492-1992. *Del Reino de Granada al futuro del mundo mediterráneo*, Granada, Universidad de Granada, 323-335.
- JACQUART, D.; MICHEAUX, F. (1996), *La médecine arabe et l'Occident médiéval*, París, Maisonneuve et Larose.
- MARTÍ, J. (1999), «La remodelación y la expansión de la urbe». En: FURIÓ, A. (dir.), *Historia de Valencia*, València, Levante-Universitat de València, 105-107.
- MARTÍ DE BARCELONA, P. (1935), «Regesta de documents arnaldians coneguts», *Estudis Franciscans*, **47**, 261-300.
- MARTÍNEZ FERRANDO, J. E. (1934a), *Catálogo de la documentación relativa al antiguo Reino de Valencia contenida en los registros de la Cancillería Real, I (Jaime I, el Conquistador)*, Madrid, Cuerpo facultativo de archiveros, bibliotecarios y arqueólogos.
- MARTÍNEZ FERRANDO, J. E. (1934b), *Catálogo de la documentación relativa al antiguo Reino de Valencia contenida en los registros de la Cancillería Real, II (Pedro el Grande)*, Madrid, Cuerpo facultativo de archiveros, bibliotecarios y arqueólogos.
- McVAUGH, M. R.; GARCÍA BALLESTER, L. (1989), «The medical faculty at early fourteenth-century Lérida», *History of the Universities*, **VIII**, 1-25.
- McVAUGH, M. R. (1993), *Medicine before the plague. Practitioners and their patients in the Crown of Aragon, 1285-1345*, Cambridge, Cambridge University Press.
- ROMANO, D. (1983), *Judíos al servicio de Pedro el Grande de Aragón (1276-1285)*, Barcelona, Facultat de Filologia.
- RUBIO VELA, A. (1983), «Un hospital medieval según su fundador: el testamento de Bernat dez Clapers (Valencia, 1311)», *Dynamis*, **3**, 373-387.
- RUBIO VELA, A. (1984), *Pobreza, enfermedad y asistencia hospitalaria en la Valencia del siglo XIV*, València, Alfons el Magnànim.
- SALAVERT, V. L.; NAVARRO, J. (1992), *La sanitat municipal a València (segles XIII-XX)*, València, Alfons el Magnànim.
- SEVILLANO COLOM, F. (1954), «El libro de Mustaçaf de Catí», *Boletín de la Sociedad Castellonense de Cultura*, **XXX**, 220-228; (1956), «El libro de Mustaçaf de Catí», *Boletín de la Sociedad Castellonense de Cultura*, **XXXII**, 188-199.
- TORRÓ, J. (1992), *La formació d'un espai feudal. Alcoi de 1245 a 1305*, València, Diputació de València.
- TORRÓ, J. (1999), *El naixement d'una colònia. Dominació i resistència a la frontera valenciana (1238-1276)*, València, Universitat de València-Fundació Juan Gil-Albert.

DE MÚSICO A ÓPTICO: LOS ORÍGENES DE FRANCESC DALMAU I FAURA, PIONERO DE LA LUZ ELÉCTRICA Y EL TELÉFONO EN ESPAÑA

JESÚS SÁNCHEZ MIÑANA;¹ GUILLERMO LUSA MONFORTE²

¹UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID.

CENTRE DE RECERCA PER A LA HISTÒRIA DE LA TÈCNICA
«FRANCESC SANTPONÇ I ROCA», UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA.

jsminana@telefonica.net

²CENTRE DE RECERCA PER A LA HISTÒRIA DE LA TÈCNICA
«FRANCESC SANTPONÇ I ROCA», UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA.

guillelm@gmail.com

Palabras clave: *constructores de instrumentos científicos, ópticos, Dalmau, Maglia, tecnología en España en el siglo XIX*

A musician turns into eye-glass maker: the origins of Francesc Dalmau i Faura, pioneer of the electric light and the telephone in Spain.

Summary: *The early years of Francesc Dalmau i Faura, a 19th century pioneer introducer of key electric inventions in Spain, are partly unveiled, documenting his birth in Manresa, musical training, first marriage in Barcelona and beginnings here as an eye-glass maker. What looks as a sudden turn from music into optics is tentatively explained by his apparent relationship with the Maglia's, a saga of opticians of Italian origin established in Barcelona in the 18th century, of which some information is also given.*

Key words: *scientific instrument makers, opticians, Dalmau, Maglia, technology in 19th century Spain*

Introducción

Durante las últimas décadas, los instrumentos científicos han sido objeto específico de la atención de los historiadores, ya que han jugado un importante papel en la difusión de la ciencia y de la técnica.¹ En lo que se refiere a nuestro país, ya empiezan a ser numerosos los estudios dedicados a las colecciones, pero todavía son escasos los que se refieren a los constructores (Puig Pla, 2000; Ruiz Castell *et al.* 2002; Bertomeu & García Belmar 2002), seguramente porque se trata, en su mayor parte, de objetos importados. Interesa, sin embargo, estudiar este grupo: su procedencia social, el modo mediante el cual adquirieron su formación y destreza, la consideración social que les otorgaron sus contemporáneos, las relaciones (profesionales, corporativas, gremiales...) entre sus miembros, sus conexiones internacionales...

Francesc Dalmau ocupa un lugar destacado en la crónica de la introducción de la técnica eléctrica en España. Patriarca de una saga que mantuvo su negocio de Barcelona durante casi un siglo, quizá hasta la Guerra Civil de 1936, fue seguramente el primer óptico moderno de la ciudad y dio cabida en su establecimiento, además de a gafas y espectáculos pre-cinematográficos, a instrumentos diversos. De éstos, los eléctricos parece que entraron en 1855, de la mano de un socio llamado Ramon Rosselló i Maspons que los construía, y lo hicieron para quedarse, a pesar de que esta colaboración sólo duró tres años, al cabo de los cuales Rosselló volvió a trabajar por su cuenta.

Su sustituto debió de ser Tomàs Josep Dalmau i García, hijo mayor de Francesc, que entonces tenía 19 años y había, según una fuente,² aprendido el oficio de relojero. En 1872, formalizando una asociación que llevaba años funcionando, ambos constituyeron *Francisco Dalmau e hijo*, la firma que en 1874 importaría para la Escuela de Ingenieros Industriales la primera dinamo de Gramme documentada en España, y comenzaría después la construcción bajo licencia de las máquinas de este inventor, haciendo lo propio en 1877 y 1878 con el teléfono de Bell y el fonógrafo de Edison, respectivamente.³

El negocio continuó, no obstante la breve pero intensa peripecia de Tomàs al frente (1881-1884) de la *Sociedad Española de Electricidad*, la empresa eléctrica integral que él mismo promovió, primera del país y una de las primeras del mundo, dedicada a generación, instalaciones y aparatos. Tras la muerte de su padre en 1886, le sucedió como «Óptico, elec-

1. La Scientific Instrument Commission de la International Union of the History and Philosophy of Science presenta en su web <<http://www.sic.iuhs.org/>> una extensa bibliografía al respecto. [Fecha de consulta: 15 de febrero de 2009].

2. «¿Quién fue el señor Dalmau?», carta al director, firmada con las iniciales J. M. R., *Destino*, 11-VIII-1956.

3. En el viaje que los Dalmau (padre e hijo) efectuaron a Francia e Inglaterra en abril de 1874 con objeto de importar una dinamo, utilizaron ampliamente la red de conexiones europeas tejidas por los constructores de instrumentos. Fue precisamente el colega constructor londinense Louis P. Casella quien les abrió las puertas de las fábricas Welde Ladd y Siemens, competidoras de Gramme.

tricista, constructor».⁴ Hacia 1900 tomó el relevo uno de sus hijos, Josep, con la razón social *J. Dalmau Montero, S. en C.*, fabricantes de instrumentos de precisión y pequeño material eléctrico.⁵ Titulándose sucesor de estos talleres, el ingeniero Lluís Soler i Serra, uno de los fundadores de Radio Barcelona (1924), construiría antes de la Guerra Civil aparatos y accesorios para la radiotelefonía y radiotelegrafía (Balsebre, 2001: 19; Julià, 2004: 218).

De los Dalmau han tratado diversos autores. Deben citarse aquí las páginas que les dedicó Cabana (1992:182-198) y el trabajo fundamental de Maluquer de Motes (Maluquer, 1992) sobre la *Sociedad Española de Electricidad*. Sánchez Miñana (Sánchez, 2006) se ha ocupado de su actividad en el periodo 1842-1860, y Lusa (Lusa, 2003) de la fecunda relación posterior de *Dalmau e hijo* y de la *Española* con la Escuela de Ingenieros de Barcelona. Con todo, quedan cuestiones por abordar para un mejor conocimiento de la vida y obra de estos personajes. En este artículo se presentan los resultados de una investigación llevada a cabo para averiguar los orígenes de Francesc Dalmau y sus andanzas anteriores a 1842, año de la hasta ahora más antigua mención encontrada de él y de su negocio.

Nacimiento

Según su partida de bautismo, celebrado el 5 de julio de 1810 en la Seu de Manresa, «Francisco, Miguel, Joseph», había nacido el día anterior del matrimonio de Ventura Dalmau, «musich», y Josefa Faura, ambos al igual que los padrinos, Francisco Rovira, tintorero, y su mujer, Coloma, naturales de aquella ciudad.

Gracias al trabajo de Glòria Ballús Casóлива (Ballús, 2004), se conocen dos Ventura Dalmau que fueron *corers* de la Seu. Estos niños de coro, en número de cuatro, ya debían de tener algunas nociones de música y canto cuando eran elegidos, y después seguían formándose bajo la dirección del maestro de capilla, permaneciendo normalmente en el puesto hasta que les cambiaba la voz. Parece que eran residentes y vestían como eclesiásticos dentro y fuera de la catedral. El Ventura más antiguo estuvo entre 1777 y 1783, y continuó después como instrumentista, llegando a ser primer violín, conocido por el alias de «músico roig», pero en 1808 las reclamaciones salariales de la capilla llevaron al cabildo a reorganizarla y despedirle. Del otro se sabe que fue *corer* entre 1797 y 1803, y mientras tanto estudió también violín. Cualquiera de ellos podría ser el padre del futuro músico Francesc, pues suponiendo que dejaran el canto a los 13 años, el mayor habría nacido en 1770 y el más joven en 1790.

4. Así reza el membrete de una circular suya de mayo de 1894, conservada en su expediente de la Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona, en la que comunica que traslada el antiguo despacho de la Rambla y lo une a los talleres de Plaça Universitat, nº 5. En 1888 el negocio todavía se titulaba «F. Dalmau y Faura, óptico-electricista» (anuncio en *El Porvenir de la Industria*, 14-X).

5. En el Fons Històric de Ciència i Tecnologia de la biblioteca de la E. T. S. d'Enginyeria Industrial de Barcelona (FHCT-ETSEIB) se conserva de esta firma un *Catálogo general de instrumentos y aparatos científicos*, fechado el 1 de junio de 1901. La dirección que da de «almacén y talleres» es Ronda de la Universitat, 20.

Músico en Barcelona

En 1832, cumplidos los 22 años, Francesc dejó Manresa para marchar a Barcelona. Aquí habitó primero en la demarcación de la parroquia de Sant Jaume, y en 1834 en la de Santa Maria del Pi, con su novia, María García y Vizoso, de San Martín do Porto (La Coruña), en la casa donde ella, que era huérfana, vivía con su padrino, el coronel retirado Domingo de Mosteyrín. En el Pi la pareja contrajo matrimonio el 12 de abril, inmediatamente después de obtener la licencia con dispensa de amonestaciones, justificada por el avanzado estado de gestación de María. Fueron padrinos de la boda, el coronel, un «fabricante» amigo suyo, llamado Francisco Prat, y el tintorero Rovira, ya establecido en Barcelona.

En el expediente matrimonial⁶ Francesc declaró ser músico y así lo confirmaron los testigos. Tres años más tarde, el 20 de setiembre de 1837, se anunciaba así en el *Diario de Barcelona*:

Al lado de la academia de música de la calle de San Pablo, núm. 93, cuarto principal, habitación de D. Francisco Dalmau, profesor de canto y guitarra, se enseñan las dos cosas a un mismo tiempo, por un método fácil, adecuado al estilo moderno.

No era ésta por entonces la única actividad de la familia. El 30 de diciembre, su domicilio volvía a salir en los «avisos» del periódico:

En la calle de San Pablo, núm. 93, cuarto principal, se compran aves de toda especie vivas o muertas, con tal que estén en buen estado para disecar; se venderán y se disecarán para cualquiera que las lleve por su cuenta a un precio moderado; asimismo se forman grupos de aves en árboles frutales, en prados de flores, etc., y se hace todo lo que corresponde al arte de florista.

El 20 de diciembre de 1838, el coronel Mosteyrín escribió su testamento,⁷ un texto que evidencia satisfacción por los cuidados que le proporcionaban Francesc y María, con los que sin duda seguía viviendo, pues les llama «patrones de su casa». A ambos les dejaba cuanto se encontrara en su habitación en el momento de su fallecimiento, y a María una pensión vi-

6. Arxiu Diocesà de Barcelona (ADB). Contiene todos los datos hasta aquí expuestos, incluida la partida de bautismo de Francesc. La licencia para el matrimonio, con la nota de haberse celebrado y nombres de los testigos y oficiante, se conserva en el *Arxiu de la parròquia del Pi* (APP).

7. Mosteyrín firmó su testamento «en Barcelona a los veinte días del año del Señor de mil ochocientos treinta y ocho», olvidando indicar el mes (con toda seguridad diciembre, pues mencionaba en el texto que su hijo Fernando había «fallecido intestado en la plaza de Murviedro» el día trece del mismo), y lo entregó en plica cerrada al notario el 1 de febrero del año siguiente, para que fuese abierto después de su muerte (*Arxiu Històric de Protocols de Barcelona* (AHPB), notario Ramon Sampons, protocolo de 1841, fols. 558v – 562v. Comprende el acta de apertura del testamento, con su transcripción, la de entrega de la plica cerrada, y el texto original que contenía).

talicia de 1.200 reales anuales sobre la casa que había heredado de su hermana en 1835, en la calle de la Ciutat, número 8, «esquina al callejón que va a la Iglesia de S. Justo y Pastor». A Francesc, «profesor de música», le nombraba su albacea y le encargaba que administrara esta casa hasta que pudiera entregársela a su mujer, que vivía en Caracas, autorizándole a compensar su trabajo con el cinco por ciento de los alquileres que cobrara.

De músico a óptico

El 21 de diciembre de 1839 nació el mayor y más conocido de los dos hijos de Francesc que llegarían a la edad adulta, bautizado el mismo día «Tomás, Francisco de Paula, Joseph», en la parroquia de Sant Just i Pastor. En la inscripción el padre figura como «óptico».⁸ Cuatro meses antes, el 26 de agosto, el *Diario* trajo este anuncio del que debía de ser su nuevo negocio:

Siendo la vista el objeto principal y el más interesante al hombre, no debemos descuidar medio alguno que pueda proporcionarnos su entera conservación desde la juventud si no queremos vernos en una edad floreciente privados de la mejor prenda que poseemos; esto se logra con facilidad usando unos anteojos cuyos vidrios, a más de su perfecta construcción y buena calidad, estén en armonía con nuestra vista, modificando los rayos violentos de la luz a los que tienen la vista natural, aumentándolos gradualmente a los que la tienen cansada o reuniéndolos a los que la tienen corta. Éstos se hallarán o se construirán expresamente al que los necesite en la calle de la Ciudad, casa núm. 8, entrada principal, entresuelo a piso llano y con rejado de madera al lado de la fábrica de tarjetas. En la misma se proporcionará gratis una excelente agua compuesta para curar el mal de ojos, a los que padeciendo dicha enfermedad tomen anteojos en el propio establecimiento.⁹

Aunque Francesc se había establecido en Ciutat, 8, y bautizado a su hijo en la correspondiente parroquia de Sant Just, parece que la familia continuó viviendo un tiempo en la calle Sant Pau, finalmente en el número 3, a juzgar por nuevos anuncios de aves disecadas aparecidos en el *Diario* entre enero y agosto de 1840.¹⁰ Pero al año siguiente, el 16 de di-

8. *Arxiu Parroquial de Sant Just* (APSJ), libro de bautismos 1834-1844 (tomo 25), p. 236. En la citada carta al director de *Destino*, su anónimo autor afirma que Tomás José Dalmau «nació en Barcelona en 1839, hijo de don Francisco Dalmau, óptico establecido en la calle de la Ciudad, 8».

9. El mismo periódico trae el 29 de junio anterior un anuncio, seguramente el primero del mismo establecimiento, que dirige al interesado no a la calle Ciutat sino a la muy próxima «imprenta y librería de Verdaguer, calle de Lladó, núm. 6», donde le «darán razón». Seguramente aquí tiene su origen la confusión de la *Guía de forasteros en Barcelona* de Saurí y Matas de 1842, que sitúa en la segunda calle a Dalmau entre los «Fabricantes y depósitos de anteojos».

10. *Diario* de 20-I, 26-II, 13-V y 29-VIII, pp. 314, 927, 1932 y 3406.

ciembre, el coronel Mosteyrin moría ya en el entresuelo de Ciutat.¹¹ Poco antes, el 18 de septiembre, era bautizado también en el Pi, Eduardo Baltasar Tomás de Villanueva, segundo hijo de Francesc, quien en esta ocasión quedó registrado en la inscripción parroquial como «fabricant de ollerass».¹²

En 1840 el negocio había pasado a la planta de la calle y allí seguía cuando el *Diario* de 21 de abril de 1843 anunciaba una nueva actividad, los espectáculos ópticos, que se mantendría durante muchos años:

Nuevo cosmorama histórico establecido en la calle de la Ciudad núm. 8 cuarto bajo, detrás de S. Justo, fábrica de anteojos de D. Francisco Dalmau. Habrá de manifiesto ocho vistas, las cuales representan los puntos de vista siguientes: La destrucción del foro romano. Ruinas del coliseo. La villa real en Nápoles. El palacio real de Madrid en la noche del 7 al 8 de octubre de 1841. París, panorama general. Idem plaza de la Concordia. Idem el palacio Real. Idem Versalles. Estará de manifiesto todos los días de las 7 de la tarde hasta las 10 de la noche. Entrada a real de vellón.

Óptico de nuevo cuño

Cuando el decreto de 6 de diciembre de 1836, que restablecía la vigencia del de las Cortes de Cádiz de 8 de junio de 1813, ordenó «la libertad en el establecimiento de fábricas y ejercicio de cualquier industria útil»,¹³ acabando con las prerrogativas de los gremios, algunos de ellos, por su escasa entidad y otras circunstancias, haría tiempo que habían dejado de existir. Este es seguramente el caso de los fabricantes y revendedores de gafas o *ulleraires* de Barcelona, a juzgar por los datos, muy escasos por otra parte, que proporciona el *Diario* de la ciudad.

La noticia más antigua encontrada es el siguiente «aviso», de 1820:

Felipe Maglia, maestro de óptica, noticia al público, que desde la época en que falleció su tío Josep Maglia, el que vivía frente a la casa teatro, ha descubierto un nuevo método de trabajar los vidrios de óptica a toda perfección, tanto al optante como el de metal o sea espejo de telescopio. A este efecto ofrece la enseñanza del expresado arte a toda

11. *Arxiu Municipal Administratiu* (AMAB) de Barcelona, registro civil, libro 455, inscripción 2919. Poco antes de su muerte se liquidaba así la ocupación que quizá había compartido con su ahijada: «Se desea vender una colección de aves del país perfectamente embalsamadas, que se darán a precio moderado, así como unas 32 entregas de láminas de Dios y de sus obras, las cuales se darán por la mitad del precio de suscripción: el que vende anteojos en la calle de la Ciudad, núm. 8, detrás de S. Justo, dará razón» (*Diario de Barcelona* de 20-XI-1841, p. 4737).

12. APSJ, libro citado, p. 381.

13. *Gaceta de Madrid* de 10-XII-1836 y *Gaceta de la Regencia de las Españas* de 29-VI-1813.

perfección, ya sea en su casa, ya en la de los particulares, mediante los tratos justos a que se convengan. Los sujetos que tengan el gusto de practicarse en este arte se avistaran con el expresado que vive en la Rambla, frente a Santa Mónica, núm. 24.¹⁴

Entre 1834 y 1841 aparecen referencias y anuncios de un José Canua, dedicado a la construcción de instrumentos náuticos, y también de «cristales para vista cansada y corta», que tiene su establecimiento en la Barceloneta y después en la plaza del Palau; en 1835 se anuncia en la calle de la Mercè «Elías Edel, fabricante de óptica, procedente de Alemania» que hace «anteojos circulares cilíndricos y piriocapitos,¹⁵ y vidrios ópticos de todas clases», y también «compone instrumentos náuticos»;¹⁶ y entre 1833 y 1840, Felipe Maglia, «fabricante de óptica», exhibe regularmente un *neorama* en su casa de la calle de Sant Pau.¹⁷ Canua (¿de origen italiano?) era, pues, un instrumentista de amplio espectro, y Edel un alemán recién llegado a Barcelona. Sólo Maglia, como se verá, venido de Italia antes de 1806, podría haber aprendido el oficio en la ciudad dentro del viejo sistema gremial.

También la venta de gafas en tiendas no específicas de óptica, donde los clientes probarían el género hasta dar con lo que más les acomodara, debía de ser cosa normal. Por ejemplo, en el *Diario* de 1 de junio de 1841, un «depósito de vendajes» de la calle del Vidre anuncia que acaba de recibir «un surtido de anteojos tanto para los cortos de vista, como para los que tienen la vista cansada, y para la conservación de la misma, montados con el mayor gusto y a precios sumamente módicos».

A este panorama *liberalizado* Dalmau aportó en 1839 la novedad de un negocio regido por un extraño al ramo, circunstancia que no impidió que pronto se diera a conocer. En la *Guía de forasteros en Barcelona* de 1842 acompañó a Felipe Maglia en el apartado de «fabricantes y depósitos de anteojos».¹⁸ Y en 1844 la Junta de Comercio tendría presentes a los dos, para invitarles a participar en la exposición que preparaba.¹⁹ Nada vuelve a saberse de Canua y Edel, cuya oferta y localización les sitúa más bien en el ámbito económico del puerto.

14. *Diario* de 4-II-1820, p. 285. Comunicación privada de José Luis Ausin Hervella.

15. *Sic*, ¿errata por «prismáticos»?

16. Canua aparece en el *Diario* de 17-IX-1834, p. 2176 (aquí «Camia», probable errata), 12-XII-1835, 2791, y 30-IX-1841, 3759. Seguramente es suyo el anuncio de 22-XI-1839, 4951, y los de 15-X y 16-XII-1841, respectivamente 4163 y 5155. Edel se anuncia el 25-II y 14-VI-1835, 447 y 1316.

17. Primer anuncio en el *Diario* de 14-III-1833, p. 582. Último en el de 3-II-1841, 536.

18. También figura Guillermo Bach, que no parece los fabricara, pero que debía de venderlos en su peluquería y perfumería de la Rambla, un establecimiento que aparece repetidamente en el *Diario* de esta época.

19. En el *Arxiu de la Junta de Comerç de Barcelona* (AJCB, XLIV, 3, 293) se conserva la minuta del acuerdo de una «comisión de mostruario» sobre acciones a tomar para anunciar la próxima exposición, entre las cuales está escribir un oficio a una lista de personas que figura al margen. En ella aparece: «Anteojos. D. Francisco Dalmau, calle Ciudad. D. Felipe Maglia, Rambla».

¿Discípulo de Felipe Maglia?

Francesc, fabricante de gafas aparentemente *sobrevenido*, tuvo que conocer de cerca esta actividad, tanto para motivarse a entrar en ella como para hacerlo con algún artesano instruido en el oficio de que él carecía, esto último si se excluye la posibilidad de que lo aprendiera en pocos meses. Una hipótesis es que su mentor fuera Felipe Maglia, quien, como queda dicho, hacía tiempo que había anunciado su disposición a enseñar.

Este óptico era natural de Gittana, cerca de Perledo, a orillas del lago de Como. Se sabe que casó en Barcelona en 1806 con Magdalena Planes y que murió en la ciudad el 31 de agosto de 1841, a los 72 años, en su domicilio de la calle de Sant Pau, nº 3, donde hasta hacía poco tiempo había exhibido su neorama.²⁰ Un indicio de la posible relación entre Maglias y Dalmaus es que, como queda dicho, en esta casa vivieron también los segundos, antes de trasladarse a la de la calle de la Ciutat, si es que, como todo hace suponer, eran ellos los disectores de aves anunciados en el *Diario*.

La verosimilitud de esta relación aumenta si se tiene en cuenta que Francesc podría haber compartido intereses musicales con la única hija de Felipe, Josefa, nacida el 7 de enero de 1808, que sobrevivió a su padre y alcanzó una edad avanzada.²¹ Seguramente fue la misma Josefa Maglia que por dos veces en 1838 ejecutó en el Liceo Filarmónico-dramático Barcelonés un «aria arreglada para trompa»,²² y en ese mismo año actuó también como cantante (Radigales, 1998).²³

De todos modos, Francesc no fue el sucesor de Felipe, pues Josefa mantuvo el negocio de su padre, no se sabe por cuánto tiempo. Como se ha visto, tanto la *Guía* en 1842 como la Junta de Comercio en 1844, siguieron teniéndolo en cuenta después de la muerte de su propietario, y entre el día de Navidad de 1842 y el 2 de febrero siguiente volvieron al *Diario* algunos anuncios del neorama de la casa de la calle de Sant Pau. La siguiente edición de la *Guía*, de 1849, recogía en «Anteojos comunes, constructores de», la entrada única «Maglia Josefa, Beato Simón, nº 3», una dirección en un callejón sin salida que todavía existe junto a la iglesia de Sant Jaume. Un anuncio de 1851 da idea de la situación:

Fábrica de anteojos al agua, de Ricar y Maglia. En dicha fábrica está todos los días de manifiesto un nuevo poliorama de doble vista, con efecto de día y de noche, bajo la dirección de Luis Corrons, calle continuación de Fernando VII, nº 18, cuarto primero, de seis a nueve de la noche. Entrada 6 cuartos; soldados y niños 3.²⁴

20. Defunción en AMAB, registro civil, libro 454, inscripción 1979. Casamiento en APSJ, libro de matrimonios de 1796 a 1817 (tomo 10), p. 311. La documentación se completa con la del nacimiento de su hija Josefa en Sant Just, libro de bautismos de 1804 a 1815 (tomo 22), p. 306. El neorama lo anunció por primera vez en Sant Pau, 3, en el *Diario* de 27-XII-1838, p. 3604.

21. Murió en Barcelona el 16 de febrero de 1880 (AMAB, registro civil, libro 649, fol. 1389).

22. *Diario* de 9 y 10-V-1838, pp. 1032 y 1040, respectivamente.

23. Una relación (Radigales, 1998: 223-226) de los cantantes del Liceu Filodramàtic, sacada de los programas de mano, incluye en 1838 a «Josepa Maglia».

24. *El Àncora*, 26-I-1851, p. 416. Comunicación privada de José Luis Ausín Hervella.

La saga de los Maglia

Felipe Maglia formó parte de una familia de ópticos así apellidados, todos del mismo pueblo, que fueron emigrando a Barcelona desde el siglo XVIII, y que la circunstancia de avecindarse en la parroquia de Sant Just, única que conserva completo su archivo, ha permitido conocer.²⁵ A juzgar por la más temprana fecha de su boda, 17 de junio de 1790, el primero en llegar habría sido José, seguido de su sobrino Felipe, casado, como se ha dicho, dieciséis años más tarde. Después, en el verano de 1814 llegó Juan, acompañando a su hijo Antonio (o Pedro Antonio), de 21 años, quien tardó solo unos meses en contraer matrimonio con Josefa Agustoni, y tuvo con ella entre 1816 y 1820 cuatro hijos, varón el primogénito y tres hembras.

En 1814 José no tenía descendencia, al menos registrada en Sant Just, y Felipe era padre solo de una hija nacida seis años antes, de modo que la venida de Antonio obedecería al deseo de asegurar la continuidad del negocio. Pero la fiebre amarilla de setiembre-octubre de 1821 se lo llevó de este mundo, junto con su mujer. También su padre murió entonces, mientras que las criaturas aparentemente sobrevivieron a la epidemia.²⁶ Una Gertrudis Maglia que, como Josefa cuatro años antes, cantó en el Liceo en 1842, puede muy bien ser la niña del mismo nombre nacida el 17 de abril de 1819 (Radígales, 1998). De los demás nada se ha averiguado.

En Madrid se documenta un Antonio Maglia, al parecer coetáneo del José de Barcelona, cuyo parentesco con él no se ha podido determinar. Desde 1780 trabajó para el Real Almacén de Cristales, llegando a ser maestro de su sala de óptica en 1792. Cuando José I suprimió esta fábrica, se le facilitaron los medios para trabajar por su cuenta, y al restablecerla Fernando VII en 1815, fue repuesto en su cargo. Sin embargo, cesó al año siguiente al no aceptar la exigencia de que dejara la actividad particular²⁷ (Pastor Rey, 1994: 179-180).

25. Casamientos de José y Antonio Maglia en los libros de 1780 a 1795 (tomo 9), p. 350, y de 1796 a 1817 (tomo 10), p. 449, respectivamente. Defunciones de Antonio, su mujer Josefa Agustoni y su padre Juan, en el libro de 1704 a 1834 (tomo 1), los dos primeros en p. 145 y el tercero en p. 222. Bautismos de los hijos de Antonio y Josefa en el libro de 1816 a 1825 (tomo 23), pp. 1, 106, 217 y 327. Véase también el expediente de este matrimonio (año 1815) en el Arxiú Diocesà de Barcelona.

26. Ninguno de ellos aparece en el libro de defunciones citado, si bien en su p. 145 una nota bajo el título «Epidemia o la febre amarilla en Barna», explica que al haber dispuesto la Junta de Sanidad que los cadáveres fueran llevados directamente al cementerio, sin entrarlos en la iglesia, muchos parroquianos muertos «en esta época fatal» no fueron registrados. Este debió de ser precisamente el caso de Antonio Maglia y Josefa Agustoni, que no fueron anotados hasta 1829. Quien interesara entonces su inscripción pudo pasar por alto la de alguno de sus hijos, en razón de su corta edad.

27. Archivo General de Palacio (AGP), personal, caja 1108, exp. 24. Idem, registros, 4358 (copiador de oficios). Decretos de José Napoleón de 23 de setiembre de 1809 y 11 de marzo de 1810 (*Prontuario de las leyes y decretos del rey nuestro señor Don José Napoleón I del año de 1810*, tomo I, pp. 353-355, y tomo II, pp. 41-42, respectivamente).

Conclusiones

Francesc Dalmau i Faura, uno de los más conspicuos pioneros de la introducción en España de las aplicaciones de la electricidad, resulta ser inicialmente, por su origen y formación, uno de los más alejados de esa técnica. De humilde joven manresano que se busca la vida con lecciones de música en la Barcelona que despierta del Antiguo Régimen, a primer óptico moderno de la ciudad, que ofrece en su tienda toda clase de instrumentos, la suya es una trayectoria singular, iniciada gracias a la relativa mejora económica que le trae su matrimonio y un indudable sentido de la oportunidad.

Relacionado o no Dalmau con los Maglia, estos ópticos italianos establecidos en Barcelona y Madrid, quizá los últimos representantes de la tradición gremial de su oficio, merecen un estudio más completo que el que aquí se les ha podido dedicar.

Bibliografía

BALLÚS CASÓLIVA, G. (2004), *La música a la col·legiata basílica de Santa Maria de la Seu de Manresa (1714-1808)*. Tesis doctoral. Universitat Autònoma de Barcelona.

BALSEBRE, A. (2001), *Historia de la radio en España, volumen I (1874-1939)*, Madrid, Cátedra.

BERTOMEU, J. R.; GARCÍA BELMAR, A. (eds.) (2002), *Abriendo las cajas negras*, València, Universitat de València.

CABANA, F. (1992), *Fàbriques i empresaris: els protagonistes de la revolució industrial a Catalunya*, tomo I, Barcelona, Enciclopèdia Catalana.

JULIÀ ENRICH, J. (2004), *Radio: historia y técnica*, 2a ed., Barcelona, Marcombo.

LUSA, G. (2003), «La Escuela de Ingenieros Industriales de Barcelona y la introducción de la electricidad industrial en España (1872-1879)», *Actes de la VII Trobada d'Història de la Ciència i de la Tècnica*, Institut d'Estudis Catalans, 373-384.

MALUQUER DE MOTES, J. (1992), «Los pioneros de la segunda revolución industrial en España: la Sociedad Española de Electricidad (1881-1894)», *Revista de Historia Industrial*, **2**, 121-142.

PASTOR REY DE VIÑAS, P. (1994), *Historia de la Real Fábrica de Cristales de San Ildefonso durante la época de la Ilustración (1727-1810)*, Fundación Centro Nacional del Vidrio, CSIC, Patrimonio Nacional, Madrid

PUIG PLA, C. (2000), «Desarrollo y difusión de la construcción de máquinas e instrumentos científicos: el caso de Barcelona, siglos XVIII-XIX», *Scripta Nova*, **69** (8), <<http://www.ub.es/geocrit/sn-69-8.htm>>.

RADÍGALES I BABÍ, J. (1998), *Els orígens del Gran Teatre del Liceu (1837-1847)*, Barcelona, Publicacions de l'Abadia de Montserrat.

RUIZ CASTELL, P.; SIMÓN CASTEL, J.; BERTOMEU SÁNCHEZ, J. R. (2002), «Los fabricantes de instrumentos de la Universitat de València». En: BERTOMEU, J. R.; GARCÍA BELMAR, A. (eds.) *Abriendo las cajas negras*, València, Universitat de València.

SÁNCHEZ MIÑANA, J. (2006), «Las primeras aplicaciones de la electricidad en Barcelona en torno a 1850», *Quaderns d'Història de l'Enginyeria*, **VII**, 115-195.

SAURÍ, M.; MATAS, J. (1842), *Guía de forasteros en Barcelona*, Barcelona, Imprenta y Librería de Manuel Saurí.

Fuentes de hemeroteca

Destino (11-VIII-1956).

Diario de Barcelona, (4-II de 1820; 14-III de 1833; 17-IX de 1834; 25-II, 14-VI, 12-XII de 1835; 20-IX de 1837; 9 y 10-V, 27-XII de 1838; 26-VIII, -22-XI de 1839; 20-I, 26-II, 13-V y 29-VIII de 1840; 3-II, 1-VI, 30-IX, 15-X, 20-XI y 16-XII de 1841; 25-XII de 1842 a 2-II de 1843 y 21-IV de 1843).

El Áncora (26-I-1851)

El Porvenir de la Industria (14-X-1888).

Gaceta de Madrid (10-XII-1836).

Gaceta de la Regencia de las Españas (29-VI-1813).

Página web

Scientific Instrument Commission de la International Union of the History and Philosophy of Science: <<http://www.sic.iuhps.org/>> [Fecha de consulta: 15 de febrero de 2009].

Archivos consultados

AGP *Archivo General de Palacio* (Madrid).

APSJ *Arxiu Parroquial de Sant Just* (Barcelona).

AJCB *Arxiu de la Junta de Comerç* de Barcelona.

APP *Arxiu de la Parròquia del Pi* (Barcelona).

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

ADB *Arxiu Diocesà* de Barcelona.

AHPB *Arxiu Històric de Protocols* de Barcelona.

AMAB *Arxiu Municipal Administratiu* de Barcelona.

FHCT-ETSEIB *Fons Històric de Ciència i Tecnologia* (F.H.C.T.) de la Biblioteca de la E. T. S. d'Enginyeria Industrial de Barcelona.

LA RADIOACTIVITAT A LES PATENTS D'INVENCIÓ ESPANYOLES, 1900-1929

NÉSTOR HERRAN

UNIVERSITAT AUTÒNOMA DE BARCELONA.

nestor.herran@uab.cat

Paraules clau: *patents, fonts, radioactivitat, Espanya, indústria del radi*

Radioactivity in Spanish patents, 1900-1929

Summary: This paper explores the use of patents as a source for the history of science by focusing on radioactivity-related patents issued in Spain in the period 1900-1936. The relevance of this source and its coherence with other historical records is particularly assessed, as well as practical aspects related to its access, analysis and interpretation. The study, mainly based on the analysis of the Spanish Patent and Trademark Office (OEPM) database, reveals major trends in the uses of radioactive elements as industrial products and confirms the lack of a national industry of radium.

Key words: patents, sources, radioactivity, Spain, radium industry

El desenvolupament de la indústria del radi i d'altres elements radioactius, tradicionalment negligida en les històries de la radioactivitat, ha emergit en els darrers anys com un tema central i potencialment renovador. En un treball recent he explorat el paper d'aquesta indústria en el desenvolupament de la radioactivitat a Espanya mitjançant una reconstrucció històrica de les activitats del Laboratori de Radioactivitat de la Universitat de Madrid (Herran, 2008). Aquest laboratori va esdevenir el principal centre de recerca i desenvolupament sobre la radioactivitat a

Espanya a principis del segle xx, basant la seva estratègia per a la institucionalització de la disciplina en l'interès dels seus treballs sobre les virtuts terapèutiques de les aigües radioactives i les promeses sobre l'ús de la radioactivitat com a fertilitzant agrícola. El reconeixement de la tasca del Laboratori per part dels poders públics, materialitzat en una important dotació d'espais, instruments, materials i personal, contrasta amb l'escassa o nul·la repercussió internacional d'aquests treballs. Entre els factors apuntats per explicar la incapacitat de l'Institut de Radioactivitat per integrar-se en xarxes internacionals de recerca en radioactivitat i, en certa manera, el seu declivi en la dècada de 1920, es troba la restricció a l'àmbit nacional de la difusió dels seus resultats, la dependència de material estranger quant a instrumentació i radioelements, i, sobretot, la manca d'una indústria nacional del radi que possibilités una continuïtat professional als investigadors de l'Institut i establís sinergies positives amb el laboratori universitari.

Aquestes conclusions es desprenen fonamentalment de la inspecció de les escasses fonts conservades sobre l'Institut de Radioactivitat: el *Bulleti* del Laboratori, documentació de l'Administració de l'Estat i algunes notes breus aparegudes en la premsa general i en revistes de divulgació. L'objectiu d'aquest article és completar i contrastar aquestes fonts mitjançant l'estudi de les patents d'invenió registrades a Espanya a principis del segle xx. Ara bé, la discussió pretén anar més enllà de l'estudi de cas i la validació de les conclusions del meu treball anterior. Les patents són una font problemàtica, i aquest estudi pretén addicionalment explorar i valorar el seu interès i utilitat com a font històrica en història de la ciència. Amb aquest objectiu, iniciaré la meua discussió amb una breu revisió de la literatura sobre patents en història de la ciència, analitzant a continuació el cas particular de la radioactivitat a Espanya, en el qual es basen les conclusions principals d'aquest article.

Les patents en història de la ciència

En història de la ciència, les patents han estat considerades tradicionalment com una font secundària en relació a altres productes de l'activitat tecnocientífica, com per exemple els articles acadèmics. Aquesta consideració està molt lligada a una concepció de la ciència com a producció bàsicament acadèmica, i perd el sentit a mesura que integrem la recerca industrial en les nostres narratives. Un espai propici per realitzar aquesta reconversió és la història de la ciència contemporània, on el «règim de saber» tecnocientífic és predominant (Pickstone, 2000; Pestre, 2003) i la patent, entesa com un dels productes principals de la recerca realitzada en contextos industrials, esdevé un objecte rellevant.

En aquesta línia, les patents han figurat conspícuament en estudis clàssics sobre l'emergència de la recerca industrial (Noble, 1977; Hughes, 1983; Reich, 1985; Leslie, 1993; Edgerton, 1996), que han portat en algun cas a establir les analogies i diferències entre el paper de les patents en contextos de recerca industrial i el de les publicacions en contextos acadèmics, en tant que objectes materials que certifiquen la prioritat d'un treball. El paper de les patents en la resolució de controvèrsies tècniques també ha sigut explorat en detall en el marc de lluites pel control de tecnologies i dels mercats associats (Reich, 1977; Cambrosio *et al.*, 1990; Bowker,

1992). Tanmateix, la importància de les patents es manifesta no només en aquells casos en què apareix explícitament, sinó també allà on destaca precisament per la seva *absència*, com succeeix precisament en el cas de la radioactivitat. Quan Marie i Pierre Curie van descobrir el radi, van renunciar a patentar tant la substància com el procediment de fabricació, decisió que cal interpretar fonamentalment en relació amb l'economia moral de la ciència francesa de principis del segle xx, caracteritzada per una estreta associació dels científics a un *ethos* caracteritzat per la puresa i el desinterès pel guany econòmic (Heilbron, 1982; Shinn, 1992; Roqué, 1992). Casos com aquest posen en relleu que qualsevol aproximació a les patents ha de situar-les en relació no només amb el context econòmic, sinó també amb els valors que els atribueixen els seus creadors, usuaris i consumidors. En aquest sentit, les patents poden esdevenir objectes especialment rellevants per analitzar el valor cultural de la ciència en una societat i una època determinades.

La potencialitat de les patents com a font no s'esgota en aquestes aproximacions. Utilitzades convenientment i contrastades amb altres fonts, també poden permetre recuperar cultures tècniques, activitats d'actors «secundaris», relacions professionals (Israel & Rosenberg, 1991) o processos de professionalització, tal com ho ha fet Inkster (2004) en el cas de l'emergència de l'enginyeria. D'altra banda, utilitzades de manera creativa, les patents poden oferir una nova llum a desenvolupaments científics aparentment poc relacionats, tal com ho ha mostrat Galison (2003) en el seu estudi de la gènesi de la teoria especial de la relativitat.

Aquesta diversitat d'usos ha sigut, però, poc explotada dins la historiografia de la ciència espanyola. Els pocs estudis realitzats a partir d'aquesta font els han realitzat historiadors de l'economia, amb l'objectiu fonamental de valorar el grau de dependència tecnològica del país o estudiar el ritme d'introducció de tecnologies concretes a Espanya. Estudis com el de Sáiz (1999), sobre patents i industrialització a l'Espanya del segle XIX, o el d'Ortiz-Villajos (1999), sobre les patents com a indicador de desenvolupament tecnològic diferencial entre regions espanyoles, plantegen la idea que les patents són un indicador fiable de la innovació. Tanmateix, suposen que la innovació té una relació directa amb el desenvolupament econòmic. Per tant, la comparació desfavorable en nombre de patents amb països industrialitzats o l'endarreriment en registrar certes tecnologies¹ es presenta com a evidència de la dependència tecnològica espanyola.

Deixant de banda l'interès d'aquests estudis per a la historiografia de la ciència, no es pot negar que aquestes iniciatives han contribuït de forma important a la conservació i catalogació del fons històric de patents espanyoles. En aquest sentit, cal destacar el treball del grup de recerca dirigit per Patricio Saiz a la Universitat Autònoma de Madrid, que des de 1999 manté un conveni de col·laboració amb l'Oficina Española de Patentes y Marcas (OEPM) per a la catalogació i estudi dels fons històrics de patents i marques espanyoles. Com a resultat d'aquest conveni s'ha es-

1. Els treballs publicats sobre les patents de tecnologies particulars han tingut precisament com a objecte algunes invencions clau de la primera i segona «revolucions industrials»: la màquina de vapor (Amengual, 2004), el ferrocarril (Cayón *et al.*, 1999) i la tecnologia elèctrica (Cayón, 2001).

tablert una pàgina web que incorpora bases de dades històriques de privilegis i patents pels períodes 1826-1878, 1878-1929, i 1930-1966, aplicant una metodologia diferenciada a cada període en funció del caràcter de la font original i el tipus de cerca admès.

La radioactivitat a Espanya a través de les patents

L'arxiu històric en línia de l'Oficina Española de Patentes y Marcas ha sigut precisament el punt de partida d'aquesta recerca.² La base de dades utilitzada inclou 94.000 registres de patents compreses entre el 31 de juliol de 1878 i el 10 de desembre de 1929, obtinguts directament de la documentació original, és a dir, dels expedients administratius i memòries tècniques de les sol·licituds de patents d'invenció davant l'OEPM. Permet la cerca booleana per número d'expedient, qualsevol paraula clau del títol de la patent, data de sol·licitud de la patent, nom i cognoms de la persona física o companyia sol·licitant de la patent i els diferents codis de la classificació internacional de patents.

En plantejar aquest estudi, vaig limitar les meves cerques al període 1900-1929. Aquestes dades vénen donades, pel que fa al marge inferior, per l'origen del camp de recerca en 1899 (any que Marie Curie proposà l'existència del radi i anomenà radioactivitat a les seves emissions) i de les primeres aplicacions a partir de 1904; i pel que fa al marge superior, a la coherència de la base de dades fins a 1929. Respecte a l'elecció de paraules clau de títol, vaig utilitzar denominacions genèriques del fenomen («radioactividad», «radiactividad», «radiación», «radiactivo/a», «radioactivo/a», «radífero/a») i dels cossos radioactius coneguts en aquell període («radium», «radio», «polonio», «mesotorio»). El terme «radio» va plantejar problemes especials per la seva sinonímia amb la transmissió de senyals per ones electromagnètiques, i en aquest cas va caldre filtrar les referències obtingudes. Una primera observació de caràcter terminològic a partir dels resultats obtinguts és que, malgrat que l'Academia de la Lengua Española va proposar la paraula «radiactividad» com a definidora del fenomen i que el principal centre acadèmic de recerca sobre el tema (l'Instituto de *Radiactividad* de la Universitat de Madrid) s'ajustà a aquesta denominació, la pràctica totalitat de les patents utilitzaren la forma alternativa «radioactividad», més propera a l'original francès. Tanmateix, s'observa que les paraules «radium» i «radio» s'utilitzen indistintament fins a principis de la dècada de 1920, en consonància amb el que s'observa en altres fonts, com la premsa o les revistes de divulgació científica del període.

Després d'un procés de filtratge i eliminació de redundàncies, la cerca efectuada va produir un total de 60 patents relacionades amb fenòmens radioactius. Atès el mètode de cerca, basat en el títol, es tracta d'un límit mínim respecte del nombre de patents existent. Mostra d'això és que una cerca complementària, en la qual vaig introduir alguns dels autors obtinguts en la cerca precedent i algunes de les principals companyies productores de radioelements de període (la Banque du Radium, per exemple) va permetre obtenir tres patents addicionals. És possible, doncs, que la forma en què està indexada la base de dades ocultí algunes patents addicionals, tot i que estimo que el seu nombre és petit en relació a les localitzades.

2. <http://historico.oepm.es/>

Amb les 63 patents obtingudes (la primera de les quals està datada el 1906)³ es va construir una base de dades tot recuperant informació sobre el número de patent, títol complet, sol·licitant de la patent, lloc d'expedició, paraula clau utilitzada per recuperar la referència i posada en pràctica (incloent-hi el nombre d'anualitats que va estar vigent). Addicionalment, es va afegir una anotació sobre el camp d'aplicació de la patent, que serviria per classificar-les temàticament. A partir d'aquestes dades he analitzat cinc qüestions transversals: la distribució temporal de les patents, la seva autoria, la distribució geogràfica, la temàtica i la posada en pràctica.

Començant per la distribució temporal, les patents analitzades es distribueixen de manera coherent amb l'evolució de la indústria del radi, que va tenir el seu principal desenvolupament en la dècada de 1920 a causa d'un abaratiment del cost del material i l'extensió dels seus productes a nous camps, com la fabricació de pintures lluminoses o la cosmètica. En qualsevol cas, la comparació amb el volum total de patents (entre 2.000 patents/any de mitjana en el període 1900-1920 i 4.000 patents/any de mitjana per a la dècada de 1920) mostra un nombre relativament baix de patents relacionades amb la radioactivitat (de mitjana, 2 per any).

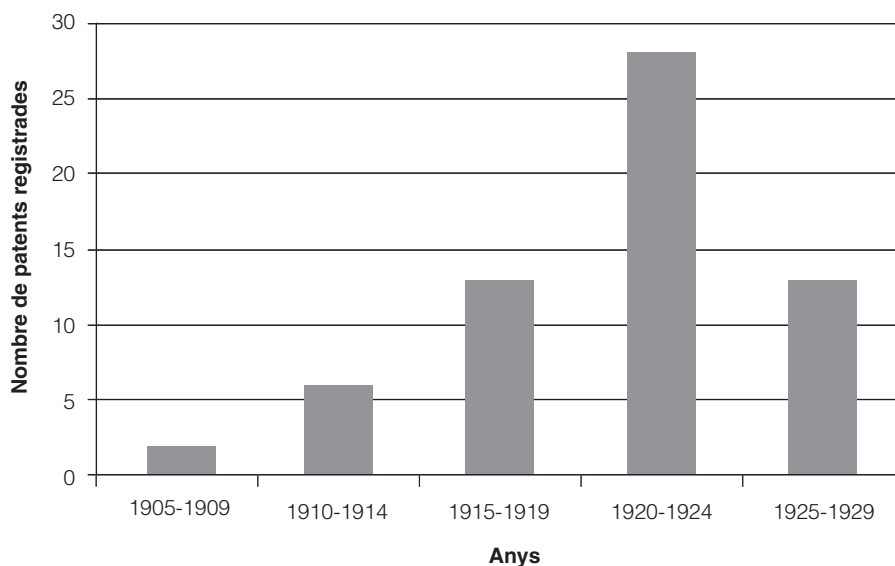


Figura 1. Evolució del nombre de patents relacionades amb la radioactivitat registrades en el període 1905-1929. Font: OEPM.

3. La primera patent espanyola relativa a la radioactivitat (patent 37822) la va presentar Rafael Blázquez Selvós a Madrid el 24 de febrer de 1906, i es titulava «Un procedimiento para radioactivar gases líquidos y sólidos con la emanación de los minerales y cuerpos radiactivos cualquiera que sea la forma el mecanismo funcionamiento de los aparatos que se empleen». La patent es va posar en pràctica i va estar vigent fins al 1910.

En relació amb l'autoria de les patents, ens trobem principalment amb patents registrades per individus. Només un 10% de les patents estan a nom de companyies industrials, totes elles estrangeres. Entre elles, trobem alguns dels principals actors del mercat internacional dels radioelements, com La Banque du Radium, G. o Erich Ebler, que aparentment van considerar les potencialitats del mercat espanyol de cara a l'explotació dels seus descobriments. El petit nombre de patents ens permet aquí una anàlisi individualitzada, que permet descobrir personatges menys coneguts, però no per això poc interessants. Entre ells trobem, per exemple, al radioactivista hongarès Bela Szilard, inventor de nombrosos dispositius basats en la radioactivitat (com el parallamps radioactiu) i instruments de mesura. A Espanya, on residí durant la Primera Guerra Mundial, hi va patentar un electròmetre de la seva invenció a Barcelona l'any 1918. Un altre personatge especialment rellevant és Luis Emir Hassan Aloysius d'Asteck-Callery (sic.), autor de 24 de les patents localitzades, i que tracten fonamentalment de l'aplicació de la radioactivitat a processos d'obtenció de derivats del petroli i en menor mesura de l'aplicació del radi a l'enllumenat.⁴

El cas de D'Asteck-Callery és prou singular com per tractar-lo separatament quan examinem la distribució geogràfica de les patents (vegeu taula 1), car la gran quantitat de patents que va presentar (prop d'un 40% del total) pot distorsionar la nostra anàlisi tot mostrant un predomini clar (un 70% enfront del 30%) de les patents registrades per residents a Espanya respecte a estrangers. Si deixem de banda les patents de D'Asteck-Callery (que registrà 24 patents com a resident a Barcelona), les xifres queden més equilibrades, i s'observa una pràctica paritat entre patents presentades per estrangers (17) i residents a Espanya (21), en concordança amb l'equilibri entre unes i altres pràcticament al 50%, que és característic del període (Ortiz-Villajos, 1999). Catalunya, Madrid i el País Valencià apareixen com les regions amb més patents registrades, també en coherència amb els patrons generals del període (Ortiz-Villajos, 1999).

Finalment, he analitzat també la temàtica de les patents registrades, i hi he afegit informació sobre els anys de publicació de la primera patent espanyola de cada àrea per visualitzar el moment en què —suposadament— s'inicia l'interès per cada aplicació (vegeu taula 2). També en aquest cas la presència d'un nucli de patents molt semblants sobre l'ús de la radioactivitat en el processament del petroli presentades per D'Asteck-Callery col·loca les aplicacions de la radioactivitat a la indústria química com les receptores de més patents de manera destacada. Ara bé, si ens fixem en les altres aplicacions, podem parlar d'un notable equilibri entre una gran diversitat d'aplicacions, com ara la producció d'elements radioactius, l'ús d'elements radioactius en la producció de nous materials, l'enllumenat i fabricació de pintures luminescents, la radioteràpia i la radioactivació d'aigües (introducció d'elements radioactius en aigües minerals per a tractaments

4. D'Asteck-Callery hauria sigut col·laborador de Marconi, i és autor de 143 patents entre 1908 i 1929, que abasten des d'explosius fins a elements de transmissió radiofònica, passant per altres instruments elèctrics. Una cerca a l'hemeroteca de *La Vanguardia* revela també la seva presència a una desfilada de cotxes a Barcelona en 1915, i la menció a la seva estada a Amèrica del Sud.

Taula 1. Distribució nacional i regional de les patents relacionades amb la radioactivitat registrades a Espanya entre 1906 i 1929.

País	Patents	Província	Patents
França	6	Barcelona	5
Alemanya	4	Madrid	5
Àustria	3	Alacant	4
Suècia	2	Altres	7
Polònia	1		
Regne Unit	1		
Total residents a l'estranger	17	Total residents a Espanya	21

Font: OEPM.⁵

d'hidrologia mèdica). En menor mesura, trobem altres aplicacions de la radioactivitat, com la cosmètica i la higiene, l'esterilització, la radiografia i la fabricació d'adobs radioactius, o patents relacionades amb instruments dedicats a la mesura de la radioactivitat. Totes aquestes patents es refereixen a aplicacions habituals de la radioactivitat en aquest període, i potser el més interessant és contrastar-les amb les línies de recerca del Laboratori de Radioactivitat de Madrid. Si fem això, veiem que de les tres grans línies de recerca del laboratori (certificació de la radioactivitat d'aigües minerals, prospecció de minerals radioactius i radioagricultura) només la primera va tenir cert impacte quant a les patents. L'absència d'una indústria extractiva important a Espanya, l'escàs impacte de l'agricultura radioactiva i, en general, la manca d'una indústria important dels radioelements al país, que vaig constatar en un estudi anterior (Herran, 2008), queden corroborats per l'anàlisi de les patents.

La debilitat de la indústria de la radioactivitat a Espanya, que s'insinua en el ja comentat baix nombre de patents, es posa de manifest amb més força quan examinem la posada en pràctica de les patents. La documentació conservada a l'OEPM mostra que de les 63 patents relacionades amb la radioactivitat, només set es van posar en pràctica, cosa que suposa un 12% del total, i una xifra força baixa quan considerem que a principis de segle xx prop d'un 30% del total de patents superaven aquesta fase (Sáiz, 2002). En la taula 3 es recullen els títols de les patents posades en pràctica. L'única tendència clara quant a temàtica és que les dedicades a pintures luminescents

5. Les patents corresponents a altres províncies es van registrar a València, Lleida, Màlaga, Saragossa, Oviedo, Mallorca i Guipúscoa. Per evitar distorsions, s'han eliminat del recompte les 24 patents registrades a Barcelona per D'Asteck-Callery.

Taula 2. Temàtica de les patents relacionades amb la radioactivitat registrades a Espanya (1906-1929).

Tema	Patents	Primera patent
Aplicació de la radioactivitat a la indústria química	21	1922
Producció i extracció d'elements radioactius	9	1909
Mètodes per produir materials per addició de radi	9	1913
Enllumenat i pintures luminescents	7	1910
Activació radioactiva d'aigües i líquids	6	1906
Radioteràpia	4	1916
Cosmètica i higiene	2	1923
Aparells de medicació i dosificació	2	1918
Adobs radioactius	1	1922
Esterilització	1	1917
Radiografia i impressió mitjançant radi	1	1925

Font: OEPM.

van ser les que van tenir una posada en pràctica més dilatada (més de 10 anys cadascuna). En els dos casos, es tracta de patents registrades a noms de companyies o autors estrangers. Curiosament, cap de les patents posades en pràctica correspon a procediments patentats per D'Asteck Callery.

Conclusions

L'estudi de les patents d'invenció espanyoles relatives a la radioactivitat permet extreure conclusions tant sobre el desenvolupament d'aquest camp de recerca i indústria a Espanya com sobre la utilitat de les patents com a font per a la història de la ciència en general. En relació amb les primeres, la inspecció de les patents espanyoles confirma resultats previs sobre la història de la radioactivitat a Espanya i, en particular, la tesi sobre l'absència d'una indústria endògena de radioelements al país (Herran, 2008). Per altra banda, ofereix evidència sobre la presència a Espanya d'algunes de les principals firmes comercials de la indústria del radi. La distribució regional i temàtica de les patents també és la que podríem esperar. Madrid i Catalunya apareixen com a principals pols de desenvolupament, mentre que les principals aplicacions registrades a través

Taula 3. Llista de patents espanyoles relacionades amb la radioactivitat posades en pràctica (1906-1929).

Període	Títol de la patent
1906-1910	Un procedimiento para radioactivar gases líquidos y sólidos con la emanación de los minerales y cuerpos radiactivos cualquiera que sea la forma el mecanismo funcionamiento de los aparatos que se empleen.
1909-1914	Procedimiento para obtener el radium y las sustancias ricas en radium.
1910-1921	Una esfera de reloj y manilla con masa luminosa de la que una parte consta de sustancia radioactiva.
1913-1917	Un procedimiento para producir tochos de acero con las aleaciones necesarias de níquel, manganeso, bromo, silicio, radio y titanio y fabricar proyectiles para cañón siguiendo los procedimientos especiales para esta clase de metales.
1915-1919	Un procedimiento para la radioterización o radiumterización de toda clase de artículos sólidos o líquidos ingeribles por la especie humana.
1916-1924	Un procedimiento de administrar el yodo radífero con fin terapéutico.
1916-1929	Alza y mira radioactivas para armas de fuego.

Font: OEPM.

de les patents corresponen als dials lluminosos, la radioteràpia, la hidrologia mèdica i la prospecció. La indústria química és susceptible d'un estudi més detallat. En contrast amb la gran atenció que va rebre l'agricultura radioactiva en el context acadèmic espanyol (Herran, 2007), no s'aprecia un gran impacte a nivell industrial d'aquestes recerques.

Finalment, pel que fa a l'aspecte metodològic, aquest estudi posa de manifest algunes qüestions centrals respecte de l'ús de les patents com a font en història de la ciència. Les patents apareixen com una font extraordinàriament rica per recuperar informació sobre actors secundaris interessants, establir connexions i comparacions entre recerca acadèmica i recerca industrial, i contrastar hipòtesis plantejades a partir de l'examen d'altres tipus de fonts. Ara bé, el seu ús requereix també establir algunes precaucions historiogràfiques. Algunes són relatives a les bases de dades utilitzades, com ara l'elecció de les paraules clau; i altres són més subtils, com ara la constatació que diferents disciplines i camps poden tenir diferents actituds culturals en relació a la producció de patents, i que cal tenir-ho en compte respecte a la comparació quantitativa de patents en àrees tan interdisciplinàries com la radioactivitat. Tanmateix, això es pot aplicar a la comparació internacional de les patents, tot detectant importants diferències nacionals respecte a la relació entre els processos d'innovació i la producció de patents.

Bibliografía

- AMENGUAL, R. R. (2004), «Análisis de la evolución histórica de las máquinas térmicas durante el periodo 1826-1914 a través de las patentes españolas de la época», tesis doctoral, Universidad Politécnica de Madrid.
- BOWKER, G. (1992), «What's in a Patent?». In: BIJKER, W. E.; LAW, J. (eds.), *Shaping Technology/Building Society: Studies in Sociotechnical Change*, Cambridge, Mass., MIT Press, 53-74.
- CAMBROSIO, A.; KEATING, P.; MACKENZIE, M. (1990), «Scientific Practice in the Courtroom: the construction of sociotechnical identities in a biotechnology patent dispute», *Social Problems*, **37**, 275-319.
- CAYÓN, F. et al. (1999), «Patentes y evolución tecnológica del ferrocarril español. 1826-1936». En: MUÑOZ, M. et al. (1999), *Siglo y Medio del Ferrocarril en España, 1848-1998. Economía, Industria y Sociedad*, Madrid, FFE.
- CAYÓN, F. (2001), «La introducción de la tecnología eléctrica en la España del siglo XIX: un análisis a través del sistema de patentes», Comunicación al VII Congreso de la AHE, Zaragoza.
- EDGERTON, D. E. H. (ed.), (1996), *Industrial Research and Innovation in Business*, Cheltenham, Elgar.
- GALISON, P. (2003), *Einstein's Clocks, Poincaré's Maps: Empires of Time*, New York, Norton.
- HEILBRON, J. L. (1982), «Fin-de-Siècle Physics». A: BERNHARD, C. G. et al. (eds.), *Science, Technology, and Society in the Time of Alfred Nobel*, Oxford, Pergamon, 51-73.
- HERRAN, N. (2007), «Una maravilla agrícola: José Muñoz del Castillo y las primeras investigaciones sobre radioactividad en España». En: HERRAN, N. et al. (eds.), *Synergia: Jóvenes Investigadores en Historia de la Ciencia*, Madrid, CSIC, 133-157.
- HERRAN, N. (2008), *Aguas, semillas y radiaciones. El Laboratorio de Radiactividad de la Universidad de Madrid, 1904-1929*, Madrid, CSIC.
- HUGHES, T. P. (1983), *Networks of power: electrification in Western society, 1880-1930*, Baltimore, MD: Johns Hopkins University Press
- INKSTER, I. (2004), «Engineers as Patentees and the Cultures of Invention 1830-1914 and beyond. The Evidence from the Patent Data», *Quaderns d'Història de l'Enginyeria*, **6**, 25-50.
- ISRAEL, P.; ROSENBERG, R. (1991), «Patent Office Records as a Historical Source: The Case of Thomas Edison», *Technology and Culture*, **32** (4), 1094-1101.
- KAUFER, E. (1989), *The economics of the patent system*, London, Harwood.
- LESLIE, S.W. (1993), *The Cold War and America Science. The Military-Industrial-Academic Complex at MIT and Stanford*, New York, Columbia University Press.
- NOBLE, D. (1977), *America by design. Science, technology and the rise of corporate capitalism*, New York, Knopf.
- ORTIZ-VILLAJOS, J. (1999), «Tecnología y desarrollo regional en España, 1882-1935. Estudio basado en las patentes de invención», *Revista de Historia Económica*, **1**, 11-50.
- PESTRE, D. (2003), «Regimes of Knowledge Production in Society: Towards a More Political and Social Reading», *Minerva*, **41**, 245-261.
- PICKSTONE, J. V. (2000), *Ways of Knowing A New History of Science, Technology and Medicine*, Chicago, University of Chicago Press.
- REICH, L. S. (1977), «Research Patents, and the Struggle to Control Radio: A Study of Big Business and the Uses of Industrial Research», *Business History Review*, **6**, 208-235.
- REICH, L. S. (1985), *The making of American industrial research. Science and business at G.E. and Bell, 1876-1926*, Cambridge: Cambridge University Press.
- ROQUÉ, X. (1992), «Marie Curie and the Radium Industry: A Preliminary Sketch», *History and Technology*, **7**, 267-291.
- SÁIZ, J. P. (1995), *Propiedad industrial y Revolución Liberal. Historia del Sistema Español de Patentes (1759-1929)*, Madrid, Ministerio de Industria y Energía.

SÁIZ, J. P. (2002), «Los orígenes de la dependencia tecnológica española. Evidencias en el sistema de patentes (1750-1900)», *Economía Industrial*, 343, 83-95.

SHINN, T. (1992), «Science, Tocqueville, and the state: The organization of knowledge in modern France», *Social Research*, **59** (3), 533-566.

ELS TÚNELS FERROVIARIS A LA COLLADA DE TOSES

JOSEP SURIOL CASTELLVÍ

ETS D'ENGINYERS DE CAMINS, CANALS I PORTS, UPC.

jose.suriol@upc.edu

Paraules clau: *túnel, ferrocarril, excavació*

The railway tunnels in the Toses Mountain pass

Summary: At the beginning of the 20th century, and within the train network connecting to France, there was a project to extend the train network Barcelona-Ripoll to Ribes de Freser and from there, crossing the Toses pass, to Puigcerdà in order to finally reach France. To overcome the Toses pass, two tunnels were excavated: a 1.057 m helicoidally tunnel and a 3.904 m rectilinear one. The tunnel of Toses presented significant difficulties, especially at heights ranging 1.700-1.800 m from the entry (at Ribes' side). Further to the lining initially planned, the stresses generated were greater than the rock's strength. Thus, to solve the difficulties it was necessary to modify the excavation method, initially the Belgium system, and to coat the tunnel by over excavating the gallery and using linings of up to 3 m wide. Drilling started in September 1911 and ended in February 1919.

Key words: *tunnel, railway, excavation*

1. Introducció

Una característica rellevant del ferrocarril és la baixa fricció que ofereix la roda en rodar sobre el carril, això suposa un important estalvi d'energia sobre d'altres tipus de transport rodat. Aquest fet implica, però, un inconvenient en tractar de vèncer pendents més enllà d'un 3-4%, en ferrocarrils de via ampla, atès que la fricció mobilitzada no

permet obtenir la reacció suficient per tal de compensar el parell motor aplicat. Aquesta limitació del ferrocarril ja va ser constatada als seus inicis; malgrat tot, els enginyers han tractat de superar aquesta dificultat amb diverses solucions. Per tal de vèncer pendents elevats hi ha almenys tres formes de fer-ho: la primera consisteix a projectar corbes de ferradura on la via va girant per tal d'anar guanyant cota, tot tenint en compte el radi mínim de gir (n'hi ha molts exemples); la segona en un traçat en ziga-zaga on el tren canvia de direcció capiculant-se en diversos trams (és el cas del ferrocarril transandí de Lima) i una tercera opció és la del túnel d'helicoide on dins l'excavació es guanya cota de forma continuada. Altres solucions poden ser la via amb cremallera, que obliga a una inversió elevada, i el pla inclinat, on el tren és estirat amb un cable i un motor auxiliar situat a la part alta; ambdues solucions són costoses i s'apliquen quan no hi ha cap altra solució possible.

Pel que fa als túnels a què es fa referència en el present treball, se situen ambdós a la línia de ferrocarril Barcelona - Puigcerdà - La Tor de Querol (França), tot passant per Ribes de Freser i Ripoll. Aquesta línia ferroviària, amb un total de quaranta túnels de diversa categoria, travessa la collada de Toses mitjançant els túnels del Cargol i de Toses, excavats entre el setembre de l'any 1911 i el febrer del 1919. Ambdós túnels se situen a la línia de via única i permeten salvar la complicada orografia de la zona on el ferrocarril s'enfila fins a la cota 1.494 m, la més alta de la península Ibèrica.

Després de notables dificultats, el 10 d'agost de 1919 arribava l'esperat ferrocarril a Ribes de Freser, el 12 de juliol de 1922 a la Molina i, finalment, el 22 d'octubre a Puigcerdà on va ser rebut amb una gran expectació. Cal indicar que l'enllaç internacional amb França no es va produir fins a l'any 1929, un cop superats els problemes d'electrificació de la línia deguts a les dificultats sorgides com a conseqüència del traçat; a la part espanyola la tracció es feia de forma provisional amb locomotora de vapor.

El present treball pretén estudiar els aspectes tècnics que van envoltar l'obra d'enginyeria civil, centrada especialment en la perforació dels túnels esmentats. D'altra banda, cal destacar la importància social que l'obra va tenir a l'època per tal de comunicar les valls de la Cerdanya amb la resta de Catalunya; era efectivament una època en què ja s'havia consolidat l'esforç per tal de connectar tots els racons d'Espanya a través del ferrocarril. També era previst connectar Espanya i França a través dels Pirineus centrals amb ferrocarril, un projecte que s'havia anat retardant des de finals del segle XIX i que implicava decidir entre diverses solucions territorials possibles. Al treball també es fa èmfasi en les dificultats que van haver de vèncer tant l'enginyer director com l'equip de tècnics i operaris per tal que l'obra pogués acabar-se en el termini preestablert.

Cal senyalar de nou que la connexió amb França per ferrocarril a través de la serralada dels Pirineus era una vella aspiració de les forces econòmiques d'ambdós països; així, l'any 1870 s'havien reunit enginyers d'ambdós països per tal d'estudiar una solució, i el 1879 ja s'havien presentat com a possibles solucions la de Canfranc, la que hauria de travessar la part alta del riu Cinca (Osca) i la de Lleida travessant la vall del riu Noguera Pallaresa (Fuster, 1926: 163 i s).

Els diferents interessos territorials posats en joc van retardar un acord sobre l'execució dels projectes esmentats. L'any 1904 es proposà un projecte alternatiu consistent a prolongar la línia de Ripoll fins a Puigcerdà i d'allà travessar cap a França; calia construir, però, 51 km de línia per una orografia complicada; l'Estat el subvencionaria, com la resta de projectes de ferrocarril, a raó de 100.000 pta./km. Aquest nou projecte escurçava la distància entre Barcelona i París en 156 km, però tenia l'escull de la Collada de Toses; inicialment, el cost total del recorregut inclosos els túnels s'estimava en 50 Mpta. Atès que la subvenció de l'Estat era igual per a tots els projectes, el de Toses esdevenia desafavorit per la seva complicació tècnica, i aleshores es va demanar una subvenció proporcional al cost del projecte (Suriol, 2000: 102).

Després d'un llarg procés d'estira i arrossa, el 18 d'agost de 1904 es va signar a París un conveni entre Espanya i França per tal de connectar ambdós països a través d'una línia de ferrocarril que hauria de circular per l'eix Ripoll - Puigcerdà - Aux les Termes (ROP, 1904: 499 i s). El projecte de línia aprovat era d'un sol sentit de circulació i havia de salvar, pel costat espanyol, la collada de Toses; la figura 1 mostra el traçat i la ubicació dels túnels. Com ja s'ha apuntat, la línia tenia aleshores una gran importància social, atès l'aïllament tradicional dels habitants de la Cerdanya respecte de la resta del territori espanyol i també perquè la connexió amb França era preferent des d'un punt de vista estratègic. Malgrat tot, cal senyalar que l'any 1906 es va emetre un informe considerant que el traçat era del tot inadmissible ateses les rasants previsible i l'orografia de la zona (ROP, 1906: 418). Les dificultats aparegudes van fer que l'any 1907 encara no s'hagués ratificat el conveni esmentat.

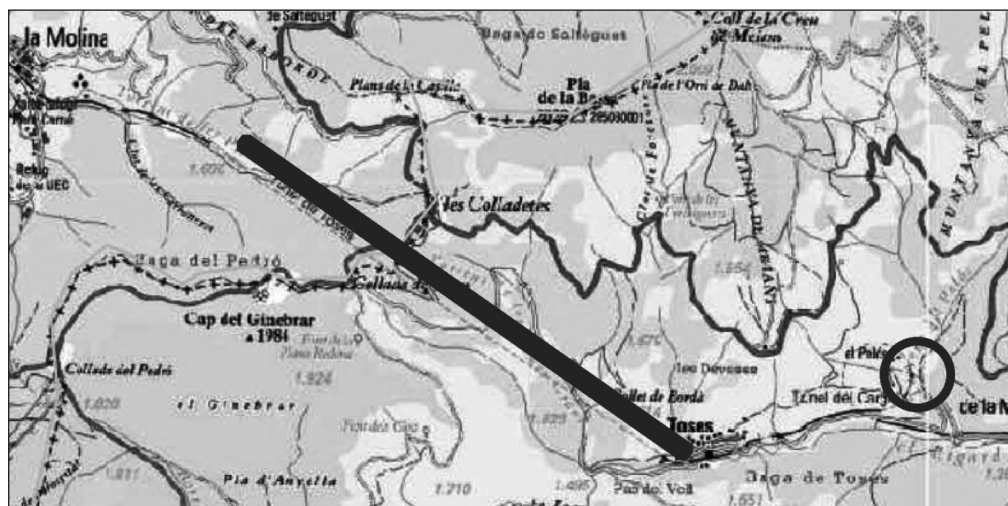


Figura 1. Situació dels túnels del Cargol i de Toses a la línia de ferrocarril Ripoll - Puigcerdà - Aux les Termes.

Font: GENERALITAT DE CATALUNYA (2004) «Hipermapa. Atlas Electrònic de Catalunya», www.gencat.cat, DPTOP, Barcelona.

Malgrat l'endarreriment de l'obra que finalment havia de permetre la circulació del ferrocarril, fonamentalment a causa de la dificultat de coordinar tots els interessos posats en joc, l'excavació del túnel de Toses es va dur a terme entre el mes de setembre de l'any 1911 i el mes de febrer del 1919. L'enginyer director de l'obra va ser Ramon Martínez de Velasco, enginyer de camins, canals i ports. La responsabilitat territorial de l'obra civil era de l'enginyer Josep Maria Fuster, aleshores cap d'estudis i construccions dels ferrocarrils del nord-est, segons la divisió territorial ferroviària de l'època; cal indicar que el seu antecessor, l'enginyer Vicente Salinas, ocupava aquest càrrec quan es va fer el projecte (Fuster, 1926: 167).

L'obra civil es va concedir a una societat comanditària formada per tres socis i un d'ells, el Sr. Retuerta, en tenia la direcció delegada; des del primer moment es va instal·lar a Toses i es va fer càrrec de l'obra. Un accident dissortat va provocar l'electrocució i mort de Retuerta i del metge que el va anar a socórrer. Legalment la societat havia de dissoldre's i formar-se'n una de nova, atès que la viuda no podia representar-la legalment. Aleshores es va pactar que el liquidador de la Societat, en aquest cas l'Estat, podia continuar l'obra assumint una indemnització a la concessionària. Una reial ordre de juliol de 1917 acceptava el dictamen del Consell d'Estat i rescindia el contracte; des d'un punt de vista legal, el setembre de l'any 1917 el conflicte va quedar resolt. L'estat de coses es va complicar una mica més encara atès que s'estava negociant un reformat que havia de suposar un augment del 20% sobre el contracte inicial.

L'Administració estatal va resoldre que continuessin els treballs assumint-ne totalment el cost i ordenant la direcció tècnica al cos d'enginyers de camins, canals i ports. Cal senyalar que les gestions de l'enginyer Velasco van permetre disposar de la maquinària de l'anterior concessionari; així, el juliol de 1918 es van iniciar de nou les obres. A la Taula I es mostra l'estat de les obres al túnel de Toses en el moment de fer-se'n càrrec l'Estat, que estava decidit a assumir tot el cost que se'n derivés mentre s'acabessin les obres al més aviat possible. Efectivament, segons Fuster, i malgrat els problemes tècnics que es van haver de resoldre,

Taula I. Estat de les obres al túnel de Toses en fer-se'n càrrec l'Administració el juliol de l'any 1918.

Tasca	boca sud (m)	boca nord (m)
Avanç	2.208	956
Volta	2.132	891-902
Destrossa	2.027	238
Estreps	2.000	196-223
Contravolta	1.960	196-214

Font: Fuster, 1919: 270.

les obres de perforació dels túnels es van acabar l'any 1919, dos anys abans del que inicialment s'havia previst i amb un cost favorable per a l'Administració.

Tal com s'ha indicat, el 10 d'agost de 1919 es va inaugurar oficialment el tram de Ribes a Ripoll. A l'acte hi va assistir una nodrida representació de les institucions governamentals i catalanes; cal destacar la presència de Cambó que, com a ministre de Foment, havia fet una important tasca en favor de la línia objecte d'estudi (Maluquer, 1919: 425 i s).

2. El túnel del Cargol

Pel que fa al túnel del Cargol, tal com s'ha indicat, és de traça helicoidal i representa una solució adient a la dificultat de vèncer una diferència de cota important en un tram curt voltat de muntanyes; efectivament, amb un tram rectilini no es podia mantenir el pendent màxim exigít pel ferrocarril. El túnel té forma d'helicoides complet d'un sol anell i està constituït per dos trams excavats amb un tram exterior entre ells; cal senyalar que la construcció deixa la sortida del segon tram excavat pràcticament sobre la boca d'entrada del primer tram. La Figura 2 mostra un perfil longitudinal de la galeria excavada.

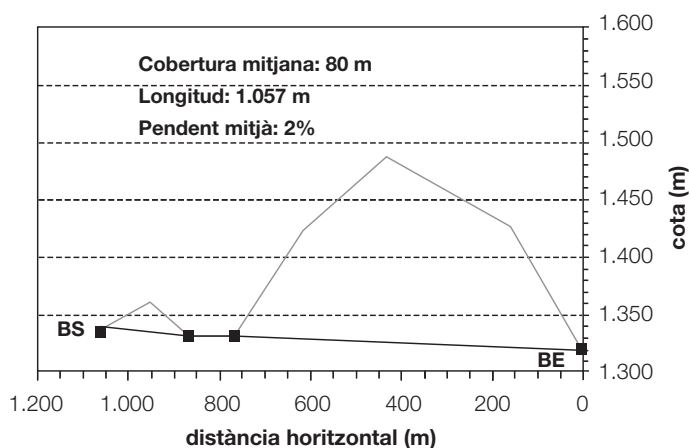


Figura 2. Perfil longitudinal del túnel del Cargol amb la posició de la boca d'entrada i la de sortida juntament amb el tram exterior de 150 m.

Font: Elaboració pròpia.

En concret es presentava la dificultat de vèncer una diferència de cota d'uns 20 m en una distància horitzontal d'uns 50 m; el pendent resultant en un tram rectilini és impossible de vèncer directament pel ferrocarril. Tal com s'ha indicat, a d'altres països s'havia optat per estirar el tren mitjançant un cable o bé per la solució de ziga-zaga emprada en diversos projectes. La solució adoptada va ser la d'excavar un túnel de traça circular dins de la muntanya per tal de guanyar cota; el projecte va establir un pendent mitjà del 2%.

La longitud total de túnel del Cargol és de 1.057 m que es despleguen sobre un helicoide d'aproximadament 170 m de radi. No va haver-hi especials dificultats en l'excavació d'ambdós trams atesa la bona qualitat de la roca. D'altra banda, a la figura 3 es mostra l'aspecte exterior de la zona on es va excavar el túnel i també un aspecte interior de l'excavació on es pot apreciar la forma totalment manual d'avançar.

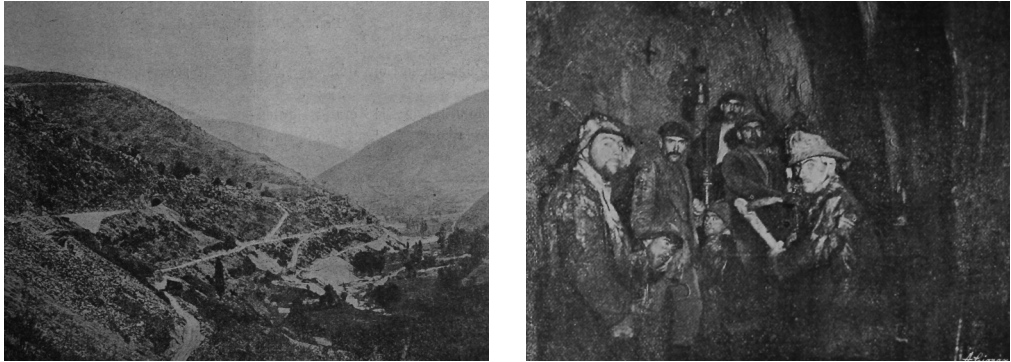


Figura 3. A l'esquerra, l'entrada i la sortida del túnel del Cargol; a la dreta, aspecte de l'excavació l'any 1913.

Font: Fuster, 1919: 269 i 271.

Pel que fa a l'estat actual del túnel del Cargol, cal indicar que el Ministeri de Foment, a través de l'empresa pública ADIF, va aprovar el gener de 2007 la concessió de 373.000 € per a la millora de la il·luminació. Aquesta inversió se situa en el marc d'un pla d'actuació per tal de millorar 24 túnels ferroviaris a Catalunya; la inversió prevista és de 5 M € (El Periòdic d'Andorra, 2007).

3. El túnel de Toses

El segon dels túnels considerats al present treball és el de Toses, que té una longitud total de 3.904 m incloent-hi els 200 m de fals túnel a la sortida. El túnel és de traça rectilínia amb un pendent mitjà de l'1,6 %, malgrat que en algun tram arriba al 3%, un límit que difícilment podien superar les locomotores d'aleshores. La figura 4 mostra un perfil longitudinal del túnel.

Les obres es van iniciar a la boca d'entrada (costat de Ribes) el setembre del 1911; i quant a la boca de sortida (costat de Puigcerdà), es van iniciar a l'estiu del 1912. El mètode d'excavació emprat va ser el conegut sistema Belga, que consisteix a realitzar un avanç manual a secció parcial al qual segueix la construcció de la volta, després es fa la destrossa (*stross*) dels laterals i la construcció dels estreps; finalment, es construeix la contravolta que constitueix la solera del túnel. La figura 5 mostra una seqüència del procés. Les rasants es van establir amb les següents condicions: de 0 a 2.625 m (des de l'inici fins a Toses) amb un pendent del 3%; després, un tram horitzontal de 150 m, i la resta (860 m) amb un pendent del 0,6%. La secció del túnel, lleugerament bombada, és de 30 m² i la volta té un radi de 2,60 m.

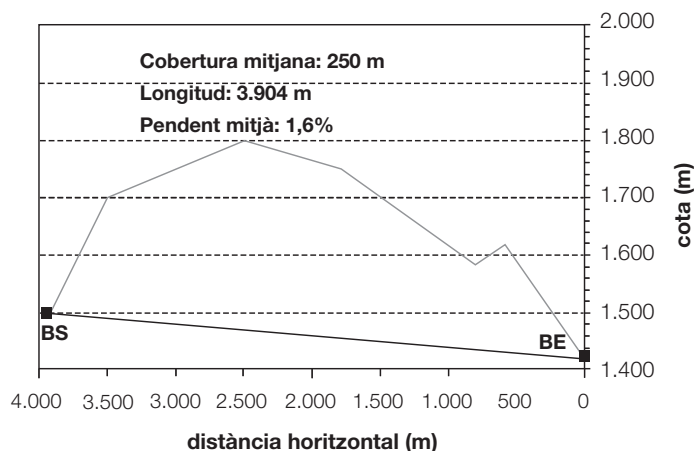


Figura 4. Perfil longitudinal del túnel de Toses. Posició de les boques d'entrada (costat de Ribes) i sortida (costat de Puigcerdà).

Font: Elaboració pròpia.

Durant l'excavació apareixen esquerdes als 500 i als 900 m, des de la boca d'entrada, que són qualificades de lleus. Als 1.720 m de la mateixa boca apareixen esquerdes considerades greus (juny de 1915). Per tal d'analitzar el problema plantejat, es van treure testimonis de roca i es va comprovar la seva càrrega de trencada a compressió simple a l'Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Madrid; els resultats obtinguts al laboratori donaven entre 12 i 23 MPa, valor que es pot considerar de baixa resistència (és habitual en roques que sigui >50 MPa). Cal indicar que aleshores el formigó emprat tenia una càrrega de trencada a compressió simple d'uns 35 MPa.

La perforació es va fer amb una gran dificultat atès que l'excavació s'anava fracturant i la roca no donava la resistència inicialment prevista. L'elevada cobertura del túnel transmetia una tensió elevada sobre la clau i els laterals que el material no podia suportar. Els entibaments i puntals utilitzats sovint feien fallida i calia reforçar-los. Aquest fet provocava preocupació tant entre els obrers, que sovint feien explícites les seves exigències de seguretat, com en la pròpia direcció de l'obra.

Davant dels problemes plantejats, el rei Alfons XIII va convocar una comissió de tècnics formada pels enginyers de camins, canals i ports Coderch, Salinas, Benavent, Zafra i Valenciano. La Comissió va visitar les obres el maig de 1916 i, amb les dades sobre la resistència a la compressió simple de la roca, va dictaminar que els problemes no eren deguts a defectes en l'obra, segons els estàndards en la construcció de túnels, ni tampoc al projecte en particular; aleshores es va decidir que calia reforçar el revestiment amb el gruix necessari a cada punt en concret. A continuació es reproduïx un paràgraf on es mostra l'explicació donada per la Comissió:

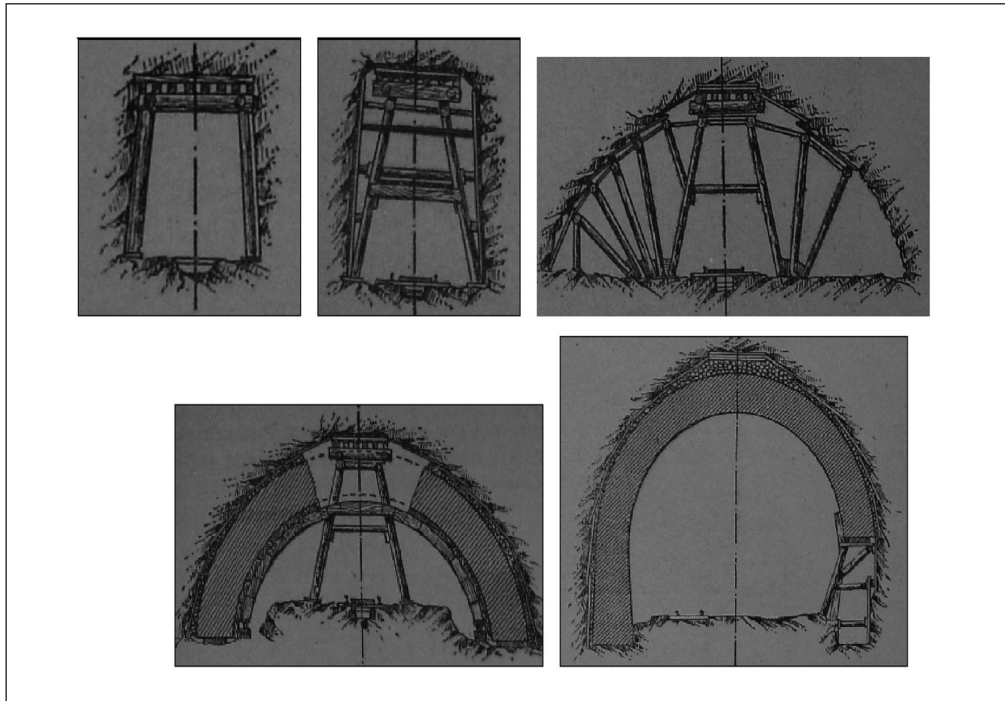


Figura 5. Procés d'excavació del túnel. D'esquerra a dreta i de dalt a baix es pot apreciar l'avanç i l'apuntalament, el revestiment de la volta, la construcció dels estreps i finalment la contravolta (no es veu a la figura) que farà de suport de la via.

Font: Fuster, 1919: 205 i 207.

Entendió por fin la Comisión que las dificultades, más que de la alterabilidad de las rocas puestas al descubierto, provenían de su poca consistencia y de las acciones mecánicas que sufrían por el peso de las masas superiores, circunstancias determinantes de que la primitiva rigidez observada al ser excavadas fuera siendo sustituida por una plasticidad cada vez más cercana a la fluidez, estado que con gráfica y oportuna frase se califica de fluidez perezosa, la cual con el tiempo transmitía a los revestimientos el enorme peso que sobre ellos gravitaba. (Fuster, 1919: 209).

Efectivament la deformació diferida, a tensió aplicada gairebé constant, era la causa dels problemes en cloure's la galeria més enllà del límit acceptable. La càrrega vertical existent sobre la clau del túnel als 1.750 m de la boca d'entrada, amb una cobertura de 270 m, era, segons Fuster i suposant una densitat de la roca de $2,6 \text{ g/cm}^3$, de 7 MPa; en conseqüència, la tensió de plasticitat perfecta era de 14 MPa.

Atesa la geometria del túnel, així com el diàmetre de l'excavació de 6 m, suposada circular, i el gruix del revestiment de 3 m, segons Fuster podria imposar-se al formigó una tensió de treball de 28 MPa, valor que hauria de resistir atès l'estàndard de l'època. El càlcul demostra que el revestiment de 60 cm, previst inicialment, era insuficient. D'altra banda, es pot calcular, segons la teoria de l'elasticitat, que sense revestiment la tensió a la corona de l'excavació és de 3 vegades la tensió vertical, és a dir 21 MPa, valor que supera la resistència mitjana de la roca. En resum: la Comissió recomanà engruixir el revestiment sobreexcavant la galeria, tot tenint cura en els apuntalaments. També calia construir, en alguns punts concrets, anells de sosteniment amb un gruix addicional als estreps. D'altra banda, es considerava que podia haver-hi punts en els quals, a causa de la geometria de l'estratificació, hi hagués un nivell major de tensions que a la resta de l'excavació.

Atesos els problemes plantejats, es decidí modificar el mètode Belga d'excavació inicial, descrit a la figura 5, pel que es mostra a la figura 6, en la qual es pot apreciar com s'ha modificat el sistema de perforació inicial. Així, es comença l'excavació amb un avanç manual en galeria tot tenint cura de l'apuntalament, se segueix amb la col·locació de formigó a la contravolta (part inferior de l'excavació) per tal de poder continuar amb seguretat excavant els estreps (laterals) i finalment tancar la volta (clau del túnel) amb la contravolta a la soleira. Atesos els problemes, inicialment es va pensar en fer un revestiment de l'excavació, de forma alternativa, a base d'utilitzar roca calcària en lloc d'utilitzar formigó; el cost del transport de la roca era, però, molt elevat i va fer desestimar aquesta possible solució (Fuster, 1919).

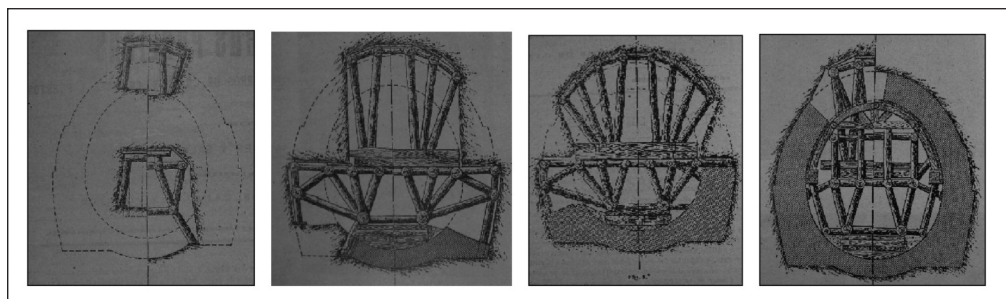


Figura 6. Procés d'excavació modificat. D'esquerra a dreta es pot apreciar l'avanç en galeria i l'apuntalament, l'inici de la contravolta per tal de continuar amb els estreps i la volta.

Font: Fuster, 1919, 234 i 236.

L'apuntalament de l'excavació esdevé un punt clau per tal de seguir perforant. Malgrat que s'utilitzen arbres de tronc ferm i de notable guix, s'esberlen davant la tensió que se genera a causa de l'elevada cobertura del terreny (major de 300 m a la zona central de l'excavació) i les fractures existents al massís. La figura 7 mostra un aspecte dels puntals esberlats

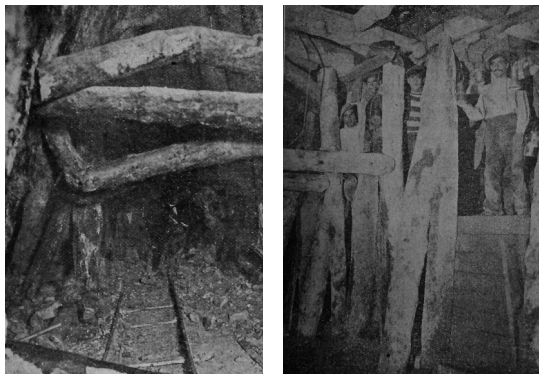


Figura 7. A l'esquerra, vista dels troncs esberlats com a conseqüència de l'empenta del terreny sobre l'excavació; a la dreta apuntalament per tal de construir el mur de formigó de 2 m de gruix.

Font: Fuster, 1919: 237 i 239.

a la galeria i l'apuntalament per tal de construir el mur de revestiment de formigó en massa de fins a 3 m de gruix, en funció de la gravetat del problema a cada punt.

Per motius de seguretat a l'excavació, i en vistes a protegir la vida de les persones que hi treballaven així com la pròpia excavació, es va proposar un reforç dels punts més susceptibles de col·lapse amb formigó en massa que després, un cop ja tancada la secció del túnel (volta, contravolta i estreps), caldria enderrocar.

D'altra banda, i pel que fa a l'equip humà, cal senyalar que a l'excavació hi van treballar uns 250 obrers repartits en 12 brigades. A les tasques de la boca d'entrada es distribuïen en: avanç i destrossa (6), retirada de blocs (1), àrids i formigó (2), manteniment de la via provisional (1) i serveis generals (1). A la boca nord hi havia tan sols una brigada d'avanç i una de serveis generals (Fuster, 1919: 274). Tal com s'ha indicat, es va haver de lamentar la mort per electrocució del Sr. Retuerta, comanditari de la concessionària, i del metge que el va anar a socórrer. Finalment, el túnel va ser calat el 28 de febrer de 1919 a les quatre de la matinalda, després d'un període en el qual s'havien atorgat als obrers tota classe de primes per tal d'avançar tant com fos possible el moment del calat.

Consideracions finals

El 18 d'agost de 1904 se signa a París un conveni entre Espanya i França per tal de dur a terme la construcció de la línia de ferrocarril Ripoll - Puigcerdà - Aux les Termes. L'any 1906, però, un informe en desaconsellava el traçat.

A la banda espanyola calia salvar la collada de Toses. L'obra tenia una gran importància social per als habitants de la Cerdanya i per la connexió amb França. L'excavació dels túnels del Cargol i de Toses es va dur a terme entre el mes de setembre de l'any 1911 i el mes de febrer del 1919.

El mètode d'excavació inicialment emprat era el Belga, que consisteix a realitzar un avanç manual, al qual segueixen la construcció de la volta, després la destrossa, la construcció dels laterals i, finalment, la contravolta.

Van aparèixer dificultats al túnel de Toses. Es va comprovar la mala qualitat de la roca. Les tensions eren superiors a la resistència de la roca amb el revestiment previst. Es van modificar el mètode d'excavació i el gruix del revestiment.

Finalment, el 10 d'agost de 1919 el ferrocarril va arribar a Ribes de Freser i el 22 d'octubre de 1922, a Puigcerdà, on es va celebrar amb gran efusió popular.

Bibliografia

EL PERIÒDIC D'ANDORRA (2007), «373.000 euros per il·luminar el túnel del Cargol», *EP Andorra*, Andorra, 12 de gener de 2007.

FUSTER, J. M. (1919), «Túnel de Tosas», *Revista de Obras Públicas*, vol. I, 205-210, 233-237, 269-274.

FUSTER, J. M. (1926), «Ferrocarriles transpirenaicos: Línea de Lérida a Saint-Girons», *Revista de Obras Públicas*, vol. I, 163-168.

MALUQUER, M. (1919), «Ferrocarril internacional de Ripoll», *Revista de Obras Públicas*, **2292**, 425-431.

ROP (1904), «Los ferrocarriles transpirenaicos», *Revista de Obras Públicas*, **1509**, 499-502.

ROP (1906), «Los ferrocarriles transpirenaicos», *Revista de Obras Públicas*, **1613**, 418.

SURIOL, J. (2000), *Els enginyers de camins a Catalunya a la segona meitat del segle XIX. Anàlisi històrica de la seva presència a la societat catalana*, Tesi doctoral, UB, Barcelona.

IDENTIFICACIÓN DEL COLOR REFLEJADO MEDIANTE PATRONES GENERADOS POR SUPERPOSICIÓN DE FILTROS A PRINCIPIOS DEL SIGLO XX: EL ANALIZADOR DE KALLAB

LLUÍS GARRIGÓS OLTRA

DEPARTAMENT DE FÍSICA APLICADA ESCOLA POLITÈCNICA SUPERIOR
D'ALCOI, UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA.

lfgarrig@fis.upv.es

Paraules clau: *Color, Kallab, tintes, siglos XIX y XX*

Identification of the reflected colour by patterns generated by superimposed filters at the beginning of the 20th Century: Kallab's Analyzer

Summary: This work presents Victor Kallab's instrumental offer destined to the identification of the colour reflected by means of the combination of three fundamental colours and grey, which, in spite of the good initial forecasts (since it is possible to deduce from its high level of protection for patents) could not compete for reasons of ergonomics and price with another contemporary instrumental design: Lovibond's tintometer.

Key words: *Colour, Kallab, Dyes, XIXth and XXth Century*

Introducción

El último cuarto del siglo XIX fue testigo de la publicación de una cantidad ingente de estudios sobre el color. Científicos, técnicos y artistas

se hallaban inmersos en la resolución de los problemas relacionados con el establecimiento de patrones estables que posibilitaran la identificación del color de los objetos y con ello su replicación en otros; fisiología, psicología, química, física, tintorería, tecnología y arte conformaban un paisaje complejo por el que deambulaba un gran número de personajes con intereses muy diversos y que ni siquiera eran capaces de ponerse de acuerdo sobre el nombre de los colores:

Tant que les savants et les artistes réunis en Conférence Internationale ne se seront pas mis d'accord sur les noms d'une couple de centaines de nuances, et que ces nuances reproduites sur émail ne seront pas conservées comme des types auxquels on puisse toujours en référer, ainsi qu'on l'a fait pour les étalons des poids et des mesures; nous devons être reconnaissants pour tout éssai tenté dans la direction d'une nomenclature rationnelle et complète des couleurs.¹

«Las fábricas de Dolfus, Miege y Cie, de Mulhouse, han hecho un ensayo para la denominación de los matices de sus colorantes. Han establecido 500 matices en cinco tonos (muy oscuro, oscuro, medio, claro y muy claro) dando a cada matiz principal un nombre característico. Por ejemplo, tienen 25 grises diferentes de cinco tonos cada uno, o sean 125 tonos. Sus nombres son poéticos como por ejemplo llaman los 15 rojos: Rojo Aurora, Burdeos, Cardenal, Cereza, Cornizola, Escarlata, Etrusco, Frambuesa, Geranio, Granate, Grosellas, Mandarina, Maroquín, Turco y Vermellón.

Las dificultades encontradas para que todas las fábricas admitan la misma denominación, hacen que estas presenten muestrarios, con materias tintadas con diversos matices, numerados, pero ello no aprovecha más que para entenderse los clientes con una sola fábrica y dificulta la libre competencia, y por consiguiente el progreso.» (Miró Laporta, 1918: 45)

Hasta entrado el siglo xx la confusión era realmente grande. Por una parte, el término color podía referirse tanto a una luz monocromática como a la percepción que un observador tenía de la luz reflejada por un objeto. Por otra parte, y aún a pesar de los trabajos publicados por James Clerk Maxwell entre 1855 y 1860, se confundía el color dado a un objeto mediante una mezcla de materias colorantes con la mezcla de percepciones visuales (Rosenstiehl, 1913, 89). Esta situación se debía en parte a la divergencia de intereses entre el mundo científico y el mundo artístico aunque también contribuía la arbitrariedad inherente a la selección de los colores fundamentales empleados en la construcción de toda geometría cromática.

A lo largo del siglo xix la colorimetría entendida como comparación del color entre dos muestras líquidas tuvo un desarrollo impresionante, si bien su empleo se hallaba restringi-

1. A.H. Church (1887) *Colour*, London, Cassell, Peter & Galpin, en Lacouture (1890: 89).

do a la comparación entre muestras de idéntica naturaleza. La introducción de patrones líquidos comparativos de naturaleza diferente a la de la muestra objeto de estudio supuso un intento de eliminar estas restricciones, si bien estas técnicas quedaban igualmente limitadas por la estabilidad de los patrones y por su uso en determinaciones concretas. La forma más adecuada de superar estas dificultades, a juicio de técnicos implicados en determinaciones colorimétricas procedentes de diferentes campos, giraba alrededor de dos posibilidades: el empleo de patrones sólidos transparentes —vidrios coloreados— previamente calibrados, o bien la consecución de patrones cromáticos impresos. La primera de las opciones fue empleada con un cierto éxito en el diseño de instrumentos destinados a la determinación del color del petróleo y de la presencia de amoníaco en agua (Garrigós Oltra *et al.*, 2006: 228-236 y 200-203, respectivamente) si bien la solución definitiva la aportó en 1885 Joseph Lovibond con su tintómetro (Garrigós Oltra *et al.*, 2006: 254-263). La segunda opción implicaba una serie de problemas técnicos de muy difícil resolución; de hecho, y aunque con anterioridad al siglo XIX fueron realizadas diversas propuestas teóricas sobre la construcción de geometrías cromáticas, tan sólo se conoce la que imprimió Johann Lambert en 1772 (Crone, 2000: 102). En 1839 el químico Eugène Chevreul, en su obra *De la loi du contraste simultané des couleurs et de l'assortiment des objets colorés, considérés d'après cette loi*, describió la construcción teórica de una geometría cromática sustancialmente superior a todas las anteriores; sin embargo su desarrollo práctico tuvo que esperar hasta 1864, año en que vio la luz su obra *Des couleurs et de leurs applications aux arts industriels à l'aide des cercles chromatiques*, la cual representa la síntesis de las experiencias previas realizadas desde 1855 por el grabador René Digeon bajo la dirección de Chevreul. La obra contiene diez círculos cromáticos, doce escalas cromáticas lineales y una escala de grises (Viénot, 2002: 9). Las construcciones cromáticas de Chevreul tuvieron un impacto inmediato utilizándose en diversas actividades industriales como patrones de color. La reproducción de las mismas, representaba, no obstante un serio problema para las técnicas de impresión de la época, las cuales fueron evolucionando a lo largo del último cuarto del siglo XIX. En 1890 la firma belga G. Sovereyns edita la obra *Repertoire Chromatique* del francés Charles Lacouture en la que los problemas técnicos derivados de la obtención de las gradaciones de intensidad o de las mezclas de color fueron resueltos no por la obtención previa de tintas-mezcla, sino por la yuxtaposición de colores de partida en finas líneas paralelas, siguiendo las tendencias impuestas en pintura por los impresionistas.

De forma paralela a los intentos de lograr un patrón cromático impreso sobre papel fueron apareciendo en los últimos años del siglo XIX y primeros del XX algunos sistemas instrumentales destinados a la comparación de color en muestras impresas mediante patrones cromáticos obtenidos «in situ». Tal es el caso del disco de Rosenstiehl y del analizador de Kallab. En el presente trabajo se ofrece noticia de este último instrumento, el cual generaba patrones de comparación mediante la superposición de discos coloreados sectorialmente.

Analizador de colores de F. V. Kallab

En 1908 Ferdinand Victor Kallab publicó en la revista *Zeitschrift für Angewandte Chemie* un artículo titulado «Die Physikalische Farbennalyse» en el que proporciona la descripción sucinta de un aparato destinado a analizar la «composición» de un color mediante la superposición de discos transparentes coloreados sectorial y anularmente con los colores rojo, amarillo y azul en una gama de diez intensidades. Dicho aparato se hallaba protegido por dos patentes alemanas. Desgraciadamente esta descripción es únicamente literaria y en ella no figura ilustración alguna.

El 15 de octubre de 1912 Kallab intervino en la reunión general de la Sociedad alemana de fotografía celebrada a Frankfurt presentando su analizador de colores. Esta memoria fue publicada en diciembre de 1912 en la revista *Photographische Korrespondenz* y posteriormente, traducida por P.H., fue reproducida en el número 206 de la *Revue Générale des Matières colorantes* (1 de febrero de 1914).

Según esta traducción, el aparato se hallaba protegido en Alemania por un modelo y cinco patentes, habiéndose patentado también en Austria, Francia, Inglaterra y América (sic). En esta memoria sí se incluye una descripción gráfica del aparato.

Podemos, en consecuencia, pensar que el diseño descrito en 1912 era una evolución del diseño descrito en 1908. Las diferencias entre ambas descripciones se centran en detalles ergonómicos, aunque Kallab no se prodigó en proporcionar información sobre la construcción de uno u otro prototipo. Es más: en ninguna de ambas descripciones indica la naturaleza del material con que se fabricaron los discos transparentes y coloreados que utilizó en la construcción de cada uno de los modelos.

Auguste Rosenstiehl ofrece una brevisima descripción del aparato de Kallab en su obra *Traité de la Couleur* (1913, 76-77), destacando que los discos eran de gelatina, detalle que nos hace pensar que tuvo en sus manos uno de estos aparatos. Si tenemos en cuenta que la obra de Rosenstiehl es una síntesis de los trabajos que el autor venía realizando desde 1875 sobre el contraste rotatorio de los colores y, por tanto, no estuvo sometida a urgencias de ningún tipo y consideramos, además, la proximidad de fechas entre el inicio de la difusión de la segunda memoria de Kallab —finales de 1912— y la aparición de la obra de Rosenstiehl —1913—, podemos concluir con cierta seguridad que el aparato que Rosenstiehl utilizó era el prototipo descrito por Kallab en 1908.

El hecho de que Rosenstiehl ofreciera una breve reseña de este utensilio en el *Traité de la couleur* parece indicar que el aparato gozaba de una relativa popularidad en el mundo de la tintorería francesa de principios del siglo xx, si bien Rosenstiehl señala que los resultados «no serán útiles si no se emplean los mismos colorantes» usados en el teñido de los discos de gelatina y que «el aparato no permite una solución exacta del problema sino solamente informa al tintorero de la dirección a seguir». En la segunda edición de la obra de Rosenstiehl, realizada en 1934 a cargo de Julie Beaudenau, desaparece toda referencia al aparato de Kallab, por lo que deducimos que el avance conceptual y tecnológi-

co en el campo de la igualación del color había desestimado dicho instrumento por inoperante.²

Según la descripción dada por Kallab y aparecida en la *Revue générale des matières colorantes de la teinture, de l'impression et des apprêts*, el analizador de colores (véase la figura 1) consiste en un bastidor articulado al que se le pueden aplicar cuatro discos transparentes.³ Tres de estos discos presentan, en diez sectores, gradaciones de un mismo color primario saturado (rojo, amarillo y azul), los cuales van numerados del 1 al 10, siendo este último valor el de un tono más oscuro. El cuarto disco se halla dividido en 20 sectores de forma que 10, sin coloración alguna, se alternan con otros 10 que presentan gradaciones de gris. Todas las gradaciones de tinte están perfectamente establecidas. Los discos no se hallan uniformemente coloreados sino que el color se distribuye en anillos concéntricos: dos en el caso de los discos rojo y amarillo y uno en el caso del disco azul.

En la llamada posición «de reposo» del aparato se montan en el bastidor sólo los tres discos coloreados con los colores primarios, empezando por el azul y sobreponiéndole a él los otros dos, primero el amarillo y a continuación el rojo. La especial geometría de los anillos circulares coloreados permite distinguir siete anillos concéntricos en la posición «de reposo» del disco: rojo, rojo+amarillo, amarillo, amarillo+azul, azul, rojo+azul, rojo+amarillo+azul (en orden de dentro hacia fuera),⁴ es decir los anillos 1, 3 y 5 son los colores primarios, los anillos 2, 4 y 6 la combinación sustractiva de dos colores primarios y el anillo 7, la combinación sustractiva de los tres colores primarios, es decir el negro empezando por un gris muy claro, por lo que tendríamos, al considerar la gradación de cada color, un total de 70 colores francos en la posición de reposo (véanse las figuras 1 —extremo inferior derecha— y 2).

2. En esos momentos el tintómetro de Lovibond se va afianzando como un eficiente analizador visual del color, empleándose en más de un centenar de campos profesionales (Garrigós Oltra *et al.*, 2006: 222). La razón de este comportamiento diferencial en el mercado entre los instrumentos de Lovibond y de Kallab hay que buscarla fundamentalmente en los filtros de color usados por uno y otro instrumento. La confección de los filtros de color con gradientes de intensidad empleados por el aparato de Kallab constituía una dificultad técnica ampliamente superada por la superposición de discos con diferentes intensidades y coloreados homogéneamente, sistema usado con el tintómetro de Lovibond, el cual en su versión primitiva se representa en la figura 3 (Lovibond, 1887, 552).

3. En ningún momento declara el autor el material transparente que está utilizando, aunque dado el carácter perecedero de la gelatina (material con el que según Rosenstiehl se confeccionaban estos discos) cabe pensar que se trataba de vidrio, si bien no se ofrecen detalles sobre esta cuestión ni sobre las materias colorantes empleadas en la confección de los cuatro discos del aparato, lo que resulta lógico a tenor del elevado nivel de protección por patentes al que se hallaba sometido el instrumento.

4. Esta situación está representada esquemáticamente en la parte inferior derecha de la figura 1 donde se aprecia, de izquierda a derecha, el corte de cada uno de los tres discos por separado y el corte de un virtual disco resultante de la superposición de los tres discos coloreados.

Todos los discos pueden ser girados respecto a los demás mediante unos pequeños vástagos ubicados en la periferia de los mismos. El sistema se halla fijado mediante una tuerca común al objeto de evitar desplazamientos angulares indeseados de un disco sobre otro.

El cuarto disco (con diez sectores de grises) servía para oscurecer los matices que se obtenían en la posición de reposo.

El proceso de medida se realizaba de la siguiente manera: Se colocaba el aparato delante de una ventana iluminada de manera indirecta por la luz solar (orientada preferentemente al norte) y en la posición indicada en la parte inferior izquierda de la figura 1; las muestras de tejido tintado se situaban sobre el soporte del bastidor, el cual se hallaba recubierto de un barniz blanco. El observador intentaba igualar el matiz de la muestra problema de tejido mediante el giro de los discos montados sobre el bastidor. La base de sustentación podía ser recubierta por un papel coloreado, lo que aumentaba las posibilidades de combinación de colores.

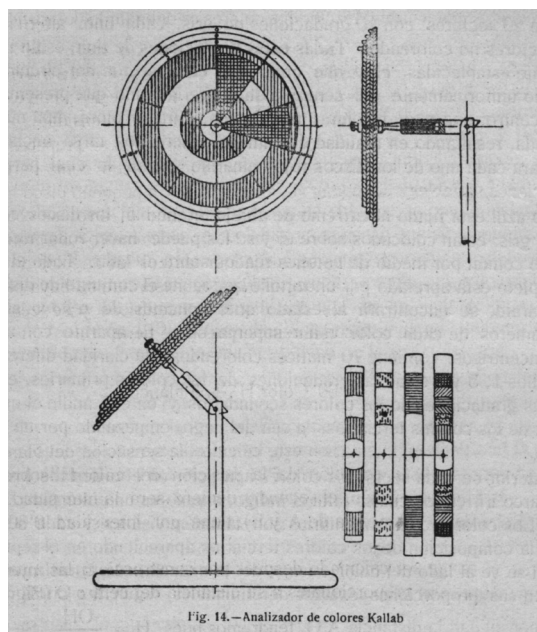


Fig. 14. - Analizador de colores Kallab

Figura 1. Esquema del analizador de F. V. Kallab. En la parte superior izquierda se muestra la vista frontal de los discos destacando la distribución en anillos de las zonas colores y la distribución en sectores de la gradación de color; a la derecha se muestra la posición de anclaje de los discos en el bastidor mecánico (se puede apreciar en la parte superior de esta posición los vástagos acoplados a cada disco y que permiten el giro de uno sobre otro).

En la parte inferior derecha se detalla el corte de los tres discos coloreados (de izquierda a derecha: rojo, amarillo y azul), así como el corte de un disco virtual resultante de la superposición de los tres discos coloreados; a la izquierda, se representa la posición de medida del aparato.

Fuente: Miró Laporta, 1918: 39.

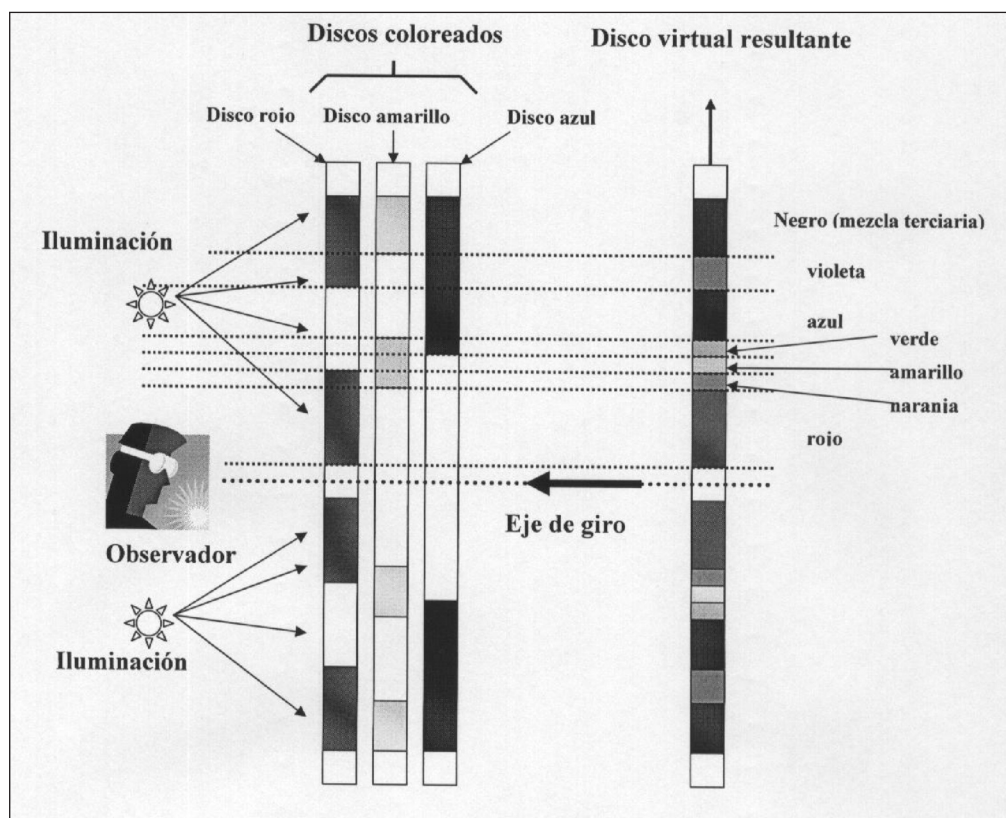


Figura 2. Esquema coloreado del solape visual de los discos giratorios de Kallab.

Fuente: elaboración propia.

El instrumento tuvo, según el autor, un éxito inmediato ya que con él, «las diferentes coloraciones pueden ser determinadas y calculadas con precisión según sus mezclas, el aparato permite establecer una nomenclatura internacional de los colores, y en efecto ha sido propuesta con este fin por el profesor Dr. Waetzoldt al IX Congreso Internacional de la Historia del Arte, de Munich». Desde el punto de vista experimental Kallab señala que G. A. Becker lo utilizó en la determinación de los matices generados por 40 nuevos colorantes «piridínicos de aminas secundarias» concluyendo que la información proporcionada por el aparato coincidía con la suministrada por las líneas de absorción de los colorantes; mientras que Ottomar Wolf determinó con su uso las coloraciones que tomaban por efecto del calor las soluciones de «diamino benzhydrol» (Kallab, 1914: 39).

Miró Laporta (1918: 39-42) incorpora en su monografía *Luz y Color* no sólo la imagen que aparece el artículo de Kallab, sino que traduce literalmente varios pasajes del mismo destacando que sirve «para poner en evidencia de manera sencilla y sistemática, el papel sustractivo de

la mezcla del color en la absorción de los rayos luminosos. Con él se puede analizar y sintetizar las mezclas de colores y permite determinar las armonías de estos sobre bases científicas y positivas y por último, pueden con él resolverse otras cuestiones del dominio de los colores, pudiendo por ello asignarle el nombre de *Aparato universal* para el análisis de los colores».

A pesar de todo ello y del deseo manifestado por el propio Kallab (1914: 42) de que pronto se generalizaría su uso en centros de enseñanza:

On sait que dans tous les établissements d'enseignement et de vulgarisation, l'étude des couleurs en est encore au point où l'a laissé Newton, alors qu'on n'accorde que très peu d'attention à la couleur des corps. Souhaitons que l'«analyseur des couleurs», qui comence déjà à s'introduire dans l'enseignement, dans l'art appliqué, dans la technique et qui a éveillé l'attention des physiologistes, des psychologues, des artistes, apportera sa contribution dans l'avancement de cette étude.

lo cierto es que el empleo de este instrumento tuvo una vigencia muy limitada en el tiempo.

Razones para un fracaso

El aparato de Kallab, basado en un innovador diseño geométrico que eliminaba los inconvenientes de las cámaras de aire generadas por la superposición de láminas coloreadas (véase figura 3), inconvenientes propios de los diseños usuales de la época; introducía, no obstante, otros siendo, quizás, los más serios aquellos que se derivaban de los procesos de tintado de los discos transparentes empleados en su construcción. Estos discos estaban constituidos por sectores circulares coloreados anularmente en una o dos zonas (véase la figura 1). Cada sector representaba una intensidad de coloración diferente.

Las dificultades a superar eran de tres tipos: a) ¿Cómo colorear los discos?, b) ¿Qué colorantes se utilizaban para generar los discos con las tres coloraciones primarias y el disco con la gama de grises? y c) ¿Qué material transparente se utilizaba como soporte?

Evidentemente, y por razones de confidencialidad industrial, estas preguntas no se responden en ninguna de las descripciones del aparato de Kallab que se han utilizado. Cabe, no obstante, imaginar que el empleo de gelatina como soporte transparente generaría problemas de mantenimiento al tratarse de un producto perecedero. El vidrio es, efectivamente, un material más adecuado para los fines propuestos pero su proceso de coloreado en realidad con sales minerales por lo que la coloración de un soporte transparente con colorantes sintéticos quedaba restringida a soportes del tipo de la gelatina.

El precio de teñir el soporte transparente del aparato de Kallab debía ser claramente superior al de la elaboración de láminas de color homogéneas cuya dificultad técnica estriba únicamente en variar la cantidad empleada de colorante mineral por cada kilo de vidrio, por

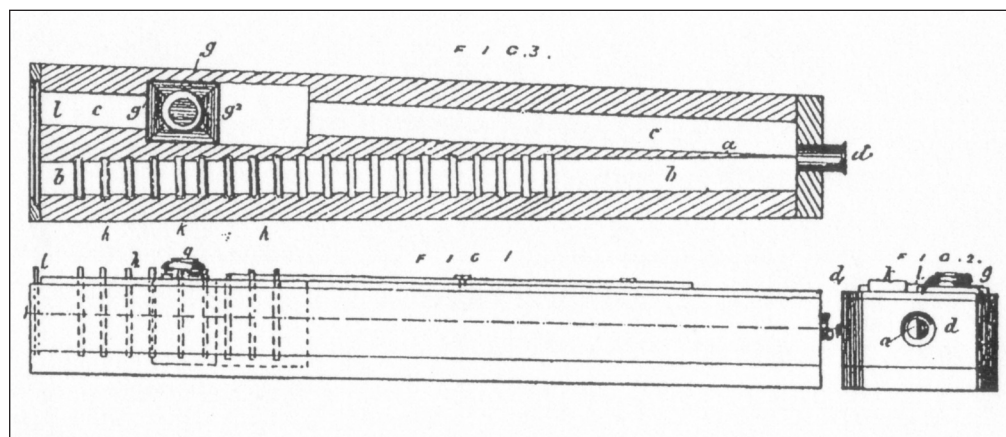


Figura 3. Esquema de la primera versión del tintómetro de Lovibond (1887). Se puede apreciar en ambas imágenes la separación entre las láminas de vidrio coloreado y las cámaras de aire generadas a medida que se van introduciendo una a una dichas láminas.

Font: Lovibond, 1887: 552.

lo que cabe considerar que el precio de un tintómetro era considerablemente inferior al del aparato de Kallab.

Finalmente al asumir que la comparación de matices requería de simplificaciones y aproximaciones ópticas fuera cual fuese el sistema empleado, el factor ergonomía adquiriría un peso específico mayor. La comodidad de ir introduciendo uno a uno filtros de color (sistema empleado en el tintómetro y en otros comparadores de color) frente a la atención requerida para ir girando un disco coloreado sobre otro (sistema de Kallab) para lograr un determinado matiz era otro factor a tener muy en cuenta en el momento de valorar uno u otro sistema. Por otra parte el tintómetro permitía reunir en un único campo visual las dos imágenes a ser percibidas, mientras que el aparato de Kallab obligaba al usuario a fijar la vista alternativamente en la muestra a analizar y en el bastidor con los discos coloreados.

La no consideración de la radiación absorbida por el medio transparente empleado en la fabricación de los discos y su efecto distorsionador en la igualación entre un matiz problema y el matiz generado por combinación de los discos constituía una dificultad añadida, si bien en este caso el mismo problema se planteaba en los comparadores de color del tipo tintómetro.

En la tabla I se ofrece una comparación sucinta entre algunas características del analizador de Kallab y del tintómetro de Lovibond.

Tabla I. Estudio comparativo de algunas características del analizador de Kallab y del tintómetro de Lovibond.

	Analizador de Kallab (1908-1912)	Tintómetro de Lovibond (1887)
Objetivo	Interpretar la «composición» de un color en porcentajes del patrón tricolor elegido previamente mediante el empleo de filtros adecuados	Identificar por comparación una determinada coloración mediante el empleo de un juego de filtros de la misma gama cuantificados previamente
Naturaleza del soporte transparente empleado en los filtros	Gelatina (material perecedero→ inconveniente: problemas de mantenimiento) ¿Vidrio?	Vidrio (material estable)
Técnica de teñido de los filtros	Muy compleja (teñido anular de sectores circulares de gelatina –o vidrio si fuera el caso–) → Inconveniente precios altos	Estándar (teñido de vidrio con sales minerales adecuadas)
Técnica el proceso de medida	Giro de unos discos sobre otros (Ventajas: no génesis de cámaras de aire entre un disco y otro; inconvenientes: rozamiento de los discos de gelatina entre sí al girar uno sobre otro)	Superposición lineal de láminas de vidrio coloreadas→ Inconveniente: génesis de cámaras de aire entre dos láminas
Proceso de percepción	Visualización alternada de la muestra problema y del bastidor con los discos coloreados	Percepción en un único campo visual de las dos muestras a observar
Estructura del aparato	Bastidor metálico sobre el que se apoyan los discos coloreados.	Caja de madera con ranuras para insertar las láminas de vidrio coloreado.

Fuente: Elaboración propia.

Conclusiones

1. El analizador de Kallab aparece en un momento de máximo interés de la comunidad científica por la clasificación, identificación y nomenclatura de las sensaciones coloreadas.

2. El interés que despertó venía dado por la posibilidad de referir la «composición» de un color determinado a un conjunto de cuatro valores numéricos (posiciones de los tres discos coloreados y del cuarto disco de grises) lo que abría la puerta a una hipotética «descripción universal de los colores».

3. Razones ergonómicas y de precio posibilitaron que el tintómetro de Lovibond se impusiera al analizador de Kallab para lograr, al menos parcialmente, alguno de estos objetivos.

4. La implantación progresiva, a partir de 1920, de la fotocolorimetría tricolor condenaron a este utensilio a la obsolescencia y el olvido

Bibliografía

CHEVREUL, M. E. (1839), *De la loi du contraste simultané des couleurs et de l'assortiment des objets colorés, considérés d'après cette loi*, Paris, Pitois -Levrault, 735 p, en 8º (incluye figuras en 40 planchas). Segunda edición en 1889, con ocasión del centenario de la revolución francesa, Paris, Gauthier-Villars et fils, 571 p. en folio (incluye figuras en 40 planchas). Esta segunda edición se halla disponible en: biblioteca virtual *Gallica* (<http://gallica.bnf.fr>).

CHEVREUL, M. E. (1855), *Cercles chromatiques* de M. E. Chevreul reproduits au moyen de la chromocalcographie, gravure et impression en taille douce combinés par R. H. Digeon, Paris, Digeon, 10 planchas en folio.

CHEVREUL, M. E. (1864), *Des couleurs et de leurs applications aux arts industriels à l'aide des cercles chromatiques*, Paris, J.B. Baillière et fils, 86 p. en 4º y 27 planchas en color grabadas en acero e impresas por René Digeon.

CRONE, R. A. (2000), *A History of Color*, Dordrecht, Kluwer Academic Publishers.

GARRIGÓS OLTRA, LL.; MILLÁN VERDÚ, C.; BLANES NADAL, G. (2006), *El color líquido. Instrumentos y útiles de la colorimetría en el siglo XIX*, Alicante, Agua Clara.

KALLAB, F. V. (1908), «Die Physicalische Farbenanalyse», *Zeitschrift für Angewandte Chemie*, **21** (31), 1637-1639.

KALLAB, F. V. (1914), «L'Harmonie des couleurs», *Revue générale des matières colorantes de la teinture, de l'impression et des apprêts*, **18** (206), 38-42. Traducción al francés realizada por P.H. de una nota publicada en 1912 en *Photographische Korrespondenz*.

LACOUTURE, C. (1890), *Repertoire Chromatique, solution raisonnée et pratique des problèmes les plus usuels dans l'étude et l'emploi des couleurs*, Paris, Gauthier-Villars et fils, 149 p. y 28 planchas de figuras en color.

LOVIBOND, J. W. (1887), «Improvements in Apparatus for Standardising and Measuring Intensity of Colour in Transparent Bodies», *The Journal of The Society Of Chemical Industry*, July, 6, 552.

MIRÓ LAPORTA, V. (1918), *Luz y Color*, Alcoy, Imp. «El Serpis».

ROSENSTIEHL, A. (1913), *Traité de la couleur au point de vue physique, physiologique et esthétique. Comprenant l'état actuel de la question de l'harmonie des couleurs*, Paris, H. Dunot et E. Pinat, 277 p. en 8º y 8 planchas. Se halla disponible en: biblioteca virtual *Gallica* (<http://gallica.bnf.fr>). Esta obra fue reeditada y actualizada en 1934 por Julie Beaudeneau (Paris, Dunot), 247 p. en 8º y figuras coloreadas en 8 planchas + un círculo cromático.

VIÉNOT, F. (2002), «Michel Eugène Chevreul: From Laws and Principles to the Production of Colour Plates», *Color Research and Application*, **27** (1), 4-14.

CONRAD HAL WADDINGTON (1905-1975). EL NAIXEMENT DE L'EPIGENÈTICA

**JOSÉ LUIS PATERNÁIN; MARIA CABRÉ BARGALLÓ;
MIGUEL ÁNGEL MONTERO SIMÓ; ANTONI ROMEU
FIGUEROLA**

DEPARTAMENT DE BIOQUÍMICA I BIOTECNOLOGIA. UNIVERSITAT ROVIRA
I VIRGILI.

joseluis.paternain@urv.cat

maria.cabre@urv.cat

miguelangel.montero@urv.cat

antoni.romeu@urv.cat

Paraules clau: *epigenètica, genètica, desenvolupament embrionari, evolució, paisatge epigenètic, canalització, programa de desenvolupament*

Conrad Hal Waddington (1905-1975). The birth of epigenetics

Summary: *Waddington was an active investigator as an embryologist and genetist from the 1930s to 1950s. Over this period he did a brilliant work in theoretical biology developing concepts such as «genetic assimilation» and «epigenetic landscape». Waddington's epigenetic landscape is a metaphor for how gene regulation modulates development. This idea was actually based on experiment: Waddington found that one effect of mutation was to affect how cells differentiated. In the studies of development, Waddington speculated on the meaning of the «epigenetic landscape» as reflected in his works *Organisers and Genes* (1940) and *The strategy of the Genes* (1957). Waddington describes epigenetics as the causal analysis of development, in other words, all those mechanisms (genetics and environmental) necessary to activate the genetic program of development.*

Key words: *epigenetics, genetics, embryonic development, evolution, epigenetic landscape, channeling, development program*

1. El naixement de la genètica en el segle xx

El segle xx comença en l'àmbit de la biologia amb les publicacions simultànies en 1900 en les Actes de la Societat Alemanya de Botànica dels treballs de l'holandès Hugo de Vries (1848-1935), l'alemany Carl Correns (1864-1933) i l'austríac Erich von Tschermak (1871-1962), en els quals es redescobrien les lleis de l'herència que Mendel havia publicat en 1865. Aquestes lleis explicaven la distribució estadística dels factors hereditaris a través de les hibridacions i de les generacions successives. Poc després, el mateix Hugo de Vries, de forma simultània amb l'anglès William Bateson (1861-1926), va estudiar la variació i l'herència i ambdós van proposar l'existència de mutacions com l'origen de variacions discontinues dels factors hereditaris. Posteriorment, en 1905 Bateson va encunyar el terme genètica com una nova branca de la Fisiologia encarregada de l'estudi dels fenòmens de l'herència. Si bé com a ciència la genètica comença en el segle xx, en el segle XIX Gregor Mendel (1822-1884) ja va demostrar que l'herència es podia estudiar per ella mateixa, sense necessitat d'incloure el desenvolupament. Sandler i Sandler (Sandler & Sandler, 1985) atribueixen precisament a aquesta separació conceptual entre herència i desenvolupament, introduïda per Mendel, la raó principal de la manca de ressò dels seus treballs en la comunitat científica del seu temps.

En 1909, Thomas H. Morgan (1866-1945), un biòleg nord-americà que havia visitat el laboratori de De Vries a Holanda, i quedà impressionat pel seu treball, abandonà les seves investigacions en embriologia i en començà unes altres de noves en genètica. A la Universitat de Columbia fundà el que seria el laboratori més important en aquest camp durant diverses dècades. La riquesa de dades que sorgiren dels seus estudis fou tan impressionant, que aquest període de la investigació genètica, que durà fins a la Segona Guerra Mundial, ha estat caracteritzat com «l'edat d'or» de la genètica, malgrat que hom pugui dir que aquesta edat d'or és l'actual.

Amb una notable combinació d'intuïció i sort, Morgan trià la mosca de la fruita, *Drosophila melanogaster*, com a organisme experimental. En l'àmbit de la biologia, s'han utilitzat molts models experimentals i molt variats (pèsols, eriçons de mar, etc.). Aquesta diversitat es basa en el fet que els principis biològics bàsics són universals, i s'apliquen per igual a tots els éssers vius. La *D. melanogaster*, també coneguda com la mosca de la fruita, ha demostrat ser un model ideal en els estudis de genètica. *Drosophila* significa «amant de la rosada», malgrat que aquests animals no se senten atrets per la rosada, sinó que s'alimenten dels llevats que fermenten a la fruita en la putrefacció. *D. melanogaster* és un animal excel·lent de laboratori per a estudis genètics. Amb només 3 mm de llarg, pot produir una nova generació cada dues setmanes, i la femella diposita centenars d'ous durant la seva vida adulta.

En 1909, Wilhelm Johannsen (1857-1927) va proposar el terme gen com la realitat present en els gàmetes en forma única, separada i independent i que determina els caràcters heretables. Al voltant de 1915 Morgan va confirmar en els seus models genètics de *Drosophila* la teoria cromosòmica de l'herència postulada anys abans per Walter Sutton (1877-1916) i

Theodor Boveri (1862-1915), per la qual els gens, unitats heretables, es troben ordenats físicament en els cromosomes. A començaments del segle xx, aquesta idea de la localització dels gens en els cromosomes generà controvèrsia. En aquesta etapa de la investigació genètica, el gen no tenia una realitat física; era una abstracció pura, i per a un citòleg el cromosoma era simplement un cos amb funció desconeguda que es tenyia amb facilitat. Els treballs de Sutton i d'altres citòlegs eren coneguts, però semblaven irrelevants per als estudis sobre l'herència. Encara en 1916, Bateson escrivia: «La suposició que les partícules de cromatina, indistingibles les unes de les altres, i en realitat quasi homogènies enfront a qualsevol prova coneguda, puguin per la seva naturalesa material conferir totes les propietats de la vida, sobrepassa fins i tot els límits del materialisme més convincent» (Bateson, 1916). Tanmateix, diverses línies d'investigació conduïren definitivament a relacionar gens i cromosomes; en aquest sentit, en 1927 Hermann Muller (1890-1967) va demostrar els efectes genètics de la radiació (Keller, 2002). No és d'estranyar que la genètica com a ciència brillant i emergent en els principis del segle xx envaís totes les àrees de la biologia, i, entre unes altres, el desenvolupament embriològic.

2. Genètica i desenvolupament

Dues teories es van enfrontar durant els segles XVIII i XIX tractant d'explicar el desenvolupament embrionari: «la Preformista» i «l'Epigènesi». Els partidaris de les idees preformistes consideraven que el futur ésser es trobava ja perfectament format en l'ou, en miniatura, i que, per tant, el desenvolupament consistia simplement a fer créixer el germen en quantitat. Això suposava que tots els organismes es trobaven en els gàmetes d'un dels dos sexes com unes nines russes. Si ho feien en els òvuls femenins els preformistes es van denominar ovistes, si ho feien en els espermatozoides, animalculistes. Els que defensaven les idees de l'epigènesi consideraven que l'organisme adult no estava format en l'ou, sinó que es construïa en fases successives en l'embriogènesi. L'ou fecundat consistia per als defensors de l'epigènesi en una cèl·lula indiferenciada i el desenvolupament comportava la creació de noves estirps cel·lulars i sistemes que construïen l'ésser adult final.

L'esdevenir del coneixement biològic de començaments del segle xx amb l'afiorament de l'emergent genètica, va acabar validant les teories de l'epigènesi enfront de les preformacionistes.

No obstant això, la genètica no tenia en aquells moments respostes satisfactòries a les preguntes que es plantejava la biologia en aquest camp:

— Com explicar que una cèl·lula ou donés lloc a una diversitat organitzada de tipus cel·lulars diferenciats?

— Com explicar que les cèl·lules diferenciades mantinguessin i transmetessin el seu fenotip en la mitosi?

— Com explicar el diferent fenotip cel·lular si es comparteix el mateix patrimoni genètic?

En 1932 Alfred H. Sturtevant (1891-1970), deixeble de Morgan, pensava, com a genetista, que l'acció d'un gen era responsable d'un caràcter (un fenotip), i que, per tant, el desenvolupament d'un organisme sencer era el resultat de la suma de l'acció de molts gens diferents de l'organisme, ignorant altres possibilitats. No obstant això, alguns no creien que una explicació tan simple basada en efectes acumulatius de l'acció gènica bastés per explicar per si mateixa el desenvolupament. El mateix Morgan va proposar una activació genètica diferencial com a explicació, però no existien evidències experimentals per suportar aquesta hipòtesi.

Per aquell temps, Conrad Hal Waddington (1905-1975) tenia clar que gran part de les respostes al desenvolupament estaven en la genètica, i d'aquí els seus contactes amb Thomas Hunt Morgan i el seu laboratori de *Drosophila*. A la fi de la dècada de 1930 Waddington elaborava models en els quals productes gènics generaven i regulaven el desenvolupament. Així mateix, proposava la *Drosophila* com a model per a l'estudi de mutacions que afectessin el desenvolupament.

Posteriorment, en 1950, Wolfgang Beerman (1921-2000) estudiava les variacions en l'estructura dels cromosomes politènics en diferents teixits de mosquits del gènere *Chironomus* (Beerman, 1956). És el que es coneixia com «les inflors en els cromosomes gegants». Aquests canvis reflectien un canvi en l'activitat dels gens localitzats en els *loci* afectats i eren específics de teixit. En relacionar els canvis nuclears i la diferenciació cel·lular, per primera vegada es posava de manifest que el context ambiental intervenia en l'activació gènica i, finalment, en el desenvolupament.

Waddington, abanderat de la idea del desenvolupament basat en la genètica, coneixia els treballs de Beerman i en 1954 va manifestar referent a això:

L'activació específica de gens determinats en certs moments i llocs es poden observar visualment en casos favorables com en els treballs de Pavan, Mechelke i Beerman sobre els cromosomes politènics de diversos teixits de quironòmids. En aquests casos es produeix una activació diferencial dels gens. El fet bàsic que hem d'entendre és que diferents cèl·lules del cos a pesar que presumiblement contenen els mateixos gens es diferencien en teixits distints. El mecanisme fonamental ha de ser un que faci que els diferents citoplasmes que caracteritzen les diverses regions del zigot actuïn de manera diferent sobre els nuclis, de manera que fomentin l'activitat de certs gens en una regió, d'uns altres en altres llocs. (Waddington, 1957)

L'aportació de Waddington va ser més teòrica que experimental, però va servir per apuntalar el canvi de paradigma que es va produir al començament de la segona meitat del segle passat, quan es va passar de parlar d'acció gènica a activació gènica, és a dir, els gens no actuen tots alhora, sinó que s'expressen i se silencien en resposta a estímuls específics (Holliday, 2006). No obstant això, Waddington no tenia una bona resposta a la pregunta de com podia produir-se un procés d'activació gènica diferencial durant el desenvolupament. Per a Wad-

Waddington l'activació genètica diferencial qüestionava l'autonomia dels gens i la simple relació causal d'un gen, un fenotip. La resposta experimental a aquesta controvèrsia vindria donada un poc més tard des de la biologia molecular per François Jacob (1920-) i Jacques Monod (1910-1976) i els seus estudis de la regulació genètica en l'adaptació bacteriana (Keller, 2002).

Waddington va aconseguir amb la seva obra integrar la genètica i el desenvolupament, superant les limitacions teòriques que mostrava aquella en l'explicació de l'embriologia. Per a això, Waddington va ampliar la seva visió en l'acció dels gens, un concepte, el del gen, molt teòric per aquell temps, del qual se sabia molt poc sobre la seva naturalesa i la seva estructura (Waddington, 1957). Vist amb perspectiva és curiosa la poca atenció i vaguetat que dispensa Waddington a la naturalesa molecular del gen, quan feia ja quatre anys de la publicació del treball de James Watson (1920-) i Francis Crick (1910-2004) (Watson i Crick, 1953). Segurament Waddington no era conscient de la importància que la hipòtesi de la doble hèlix tindria en la biologia del futur. Tanmateix, Waddington ja estava convençut que el desenvolupament consistia en una sèrie de decisions de diferenciació preses sota el control dels gens (Speybroeck, 2002).

3. El paisatge epigenètic i l'epigenotip

Waddington va presentar el concepte del paisatge epigenètic (*The epigenetic landscape*) en el seu llibre *Organisers and Gens* (Waddington, 1940), que posteriorment va desenvolupar en la seva obra *The Strategy of the Gens* (Waddington, 1957). El paisatge epigenètic constitueix una metàfora amb la qual Waddington va tractar d'explicar la manera com el medi ambient podria regular l'acció dels gens i determinar el desenvolupament.

La metàfora visual que sol acompanyar la seva referència al paisatge epigenètic representa un paisatge format per la imatge d'una bola que roda des de dalt d'un puig fins a un mur final. La bola simbolitza la cèl·lula o en l'embrió i els punts finals representen les cèl·lules dels teixits diferenciats. La bola en la seva caiguda canalitza la seva direcció a través de les valls i els barrancs que van apareixent, i acaba arribant als punts més baixos del seu recorregut. Quan la bola entra en una vall resulta difícil que canviï de vall, és a dir, de destinació (transdiferenciació o plasticitat), o que reverteixi al cim del puig, és a dir, a l'origen inicial indiferenciat i totipotènt (Reik i Dean, 2002).

Segons Waddington, un model més detallat del paisatge reflectia un esquema en el qual els gens immersos en el subsòl sostenien les rugositats i variacions de l'exterior de la superfície. D'aquesta manera, en l'embriogènesi i la diferenciació cel·lular, les cèl·lules es desplacen per un paisatge en el qual el seu relleu està dissenyat pels gens. D'aquesta manera, una mutació genètica podia modular el paisatge epigenètic i afectar la manera com es diferenciaven les cèl·lules. Segons aquest model el paper que tenen els gens en el desenvolupament és indirecte, ja que el medi ambient pot contribuir també a dissenyar el paisatge epigenètic (Slack, 2002).

En aquest context, Waddington va introduir també el terme epigenotip. Segons la seva visió dels gens, aquests són tant actius com reactius (Gilbert, 2000). Els gens poden mante-

nir un diàleg en el context cel·lular on es troben. Aquesta visió del material genètic proposada per Waddington fou totalment innovadora. En el seu llibre *Principles of Embryology* (1956), el títol del capítol sobre genètica i desenvolupament es diu «Activació dels gens pel citoplasma», i hi exposa exemples d'activació de gens en diferents tipus de citoplasmes. El nucli i el citoplasma són els actors del diàleg cel·lular. Amb el terme epigenotip Waddington volgué expressar la idea de les interaccions entre els gens, els seus productes i l'entorn, que fa possible que a partir d'un genotip es manifesti un determinat fenotip. Actualment, l'epigenotip es podria relacionar amb les xarxes d'interacció entre factors de transcripció, molècules relacionades i influències de l'entorn, que condueixen a un fenotip. Amb la idea d'epigenotip, Waddington va donar a l'entorn una importància real en l'activitat dels gens, d'acord amb la seva terminologia. Aquesta comunicació nucli-citoplasma, i l'activitat diferencial dels gens en funció del context cel·lular en què es troben, és un fet demostrat actualment. El temps ha validat les idees originals de Waddington.

4. El nom de l'epigenètica i derivats

Històricament s'atribueix a Waddington l'ús del terme epigenètica (del grec *epi*, sobre) aparegut per primera vegada en les seves obres de *Organisers and Gens* i *The strategy of the Gens* (Waddington, 1940, 1957). Per a Waddington l'epigenètica consistia en la branca de la biologia que estudiava les interaccions causals entre els gens i els seus productes i que donaven lloc al fenotip (Holliday, 2006). Dit d'altra manera, els canvis reversibles de DNA que fa que uns gens s'expressin o no en funció de les condicions externes a ells.

Un terme semblant fou utilitzat per Aristòtil (384-322 aC), referint-se a l'epigènesi com al desenvolupament dels éssers vius a partir de la matèria amorfa i no de matèria preformada. El terme epigènesi també fou utilitzat en les discussions sobre el desenvolupament del segle XVIII tal com s'ha comentat anteriorment. En termes moderns de desenvolupament l'epigènesi sosté que les cèl·lules i els teixits es diferencien a causa de canvis en els programes d'expressió gènica a mesura que les cèl·lules es diferencien (Holliday, 2006).

Davant de la separació radical entre genotip i fenotip, Waddington va proposar el terme epigenotip, referit al procés de desenvolupament, i el terme epigenètica com la ciència encarregada del seu estudi. Derivats d'epigenètica tindriem nous conceptes com herència epigenètica, epigenotip, epigenoma i marques epigenètiques, entre altres.

Sembla que els canvis en el genotip només tenen efectes en l'evolució si comporten alteracions en el fenotip; i els tipus de canvi possible en l'adult o en qualsevol animal estan limitats a les possibles alteracions en el sistema epigenètic. (Waddington, 1957)

En l'actualitat una definició més ajustada de l'epigenètica consistiria en «l'estudi dels canvis heretables reversibles en la funció gènica i que es produeixen sense canvis en la seqüència del DNA».

5. L'epigenètica, present i futur

En els últims anys s'han pogut descobrir i entendre diferents mecanismes que expliquen processos epigenètics i que en conjunt configurarien l'anomenat codi epigenètic: –la metilació del DNA; –les modificacions covalents d'histones que impliquen remodelació de la cromatina; –la funció dels RNAi, i –l'empremta genòmica, tal com s'indiquen en la Taula 1 (Holliday, 2006).

Taula 1. Descobriments importants en el desenvolupament de l'epigenètica.

Any	Nom	Descobriments
1942	Waddington	L'epigenètica en la formació del fenotip a partir del genotip (Waddington, 1942)
1975	Riggs, Holliday	La influència de la metilació del DNA en l'expressió gènica (Riggs, 1975; Holliday & Pugh, 1975)
1984	Solter	L'empremta parental en els ratolins (McGrath & Solter, 1984)
1990	Jorgensen	La interferència del RNAi en l'expressió dels gens en les plantes (Napoli <i>et al.</i> , 1990)
1995	Guo, Kemphues	La interferència del RNAi en l'expressió dels gens en <i>C. elegans</i> (Guo & Kemphues, 1995)
1998	Fire, Mello	La inhibició del RNAs en l'expressió gènica en tot l'animal i la seva descendència (Fire <i>et al.</i> , 1998)
1998	Fire, Timmons	Transmissió transgeneracional de la regulació epigenètica mitjançant el RNAi (Timmons & Fire, 1998)

Tots ells són processos que permeten, o no, l'expressió d'un gen concret i que expandeixen la capacitat de produir fenotips en els organismes vius. En l'actualitat, analitzant els resultats dels projectes genoma podem intuir que la complexitat biològica no depèn d'un major nombre de gens, sinó de la manera com s'usen aquests gens, és a dir, en gran mesura de mecanismes epigenètics. L'expansió del potencial informacional del codi genètic mitjançant la regulació epigenètica amplia els models coneguts fins a l'actualitat. Un genoma pot generar distints epigenomes, de la mateixa manera que la cèl·lula ou en el desenvolupament tradueix la seva informació genètica en les diferents cèl·lules diferenciades.

La modificació en els patrons d'expressió gènica causa desequilibris en l'expressió de gens necessaris per al correcte funcionament cel·lular i orgànic i, per tant, els canvis fenotípics patològics conseqüents. L'epigenètica ha tingut especial desenvolupament en àmbits de la malaltia com el càncer i es projecta com una àrea d'estudi important, especialment en aquelles malalties relacionades amb l'edat, en les quals la genètica no és capaç d'explicar la totalitat dels

casos, com en la malaltia d'Alzheimer o en la diabetis, per exemple. Sent importants i transcendentals les mutacions somàtiques en l'aparició del mal funcionament cel·lular, les modificacions epigenètiques explicarien les alteracions provocades per l'ambient (Esteller, 2008).

Fent un joc de paraules diríem que l'epigenètica és l'epicentre de la medicina moderna perquè pot ajudar a explicar les relacions entre la genòmica individual, l'ambient, l'envelliment i la malaltia. L'estat epigenètic varia amb el temps i amb els tipus cel·lulars mentre que el genoma bàsicament roman inalterat. Els nous models integren en un marc epidemiològic la variació genètica i la variació epigenètica en un context d'edat susceptible a la malaltia.

Recentment, estan apareixent evidències en models d'organismes complexos que els canvis epigenètics, encara que reversibles, són heretables transgeneracionalment. És a dir, que la vida dels nostres ancestres té la capacitat d'afectar-nos directament, no tan sols pel seu genoma, sinó per l'epigenètica. L'epigenètica vincula així el nostre passat, present i futur, obrint nous models en l'origen i la causa de les malalties i fins i tot de la mateixa evolució (Feinberg, 2007).

El futur aposta per l'epigenètica, com també ho fan les companyies farmacèutiques que inverteixen decididament en fàrmacs epigenètics que restaurin canvis en patrons de metil·lació en el DNA, o l'ús de RNAi que regulen l'expressió gènica, així com en el desenvolupament de proves diagnòstic de mecanismes epigenètics.

6. Waddington i altres contribucions a la biologia teòrica

Altres conceptes teòrics introduïts per Waddington en la biologia del desenvolupament van ser els de competència, assimilació i canalització, entre d'altres (vegeu Taula 2). En l'embriologia experimental s'havia atorgat una importància excessiva als inductors, i aquests eren massa i molt variats com per assignar-los un paper causal exclusiu en l'organització del desenvolupament. La idea de competència feia referència a la capacitat dels teixits de respondre a determinats estímuls mitjançant la seva competència genètica. Per la seva banda, l'assimilació consistia per a Waddington en què la resposta de l'organisme a l'impacte ambiental pot fixar-se en alguna part del seu desenvolupament. La canalització feia referència segons Waddington a l'habilitat dels organismes de produir el mateix fenotip en diferents ambients, és a dir, que els organismes en el seu desenvolupament assimilaven un cert grau de variació genètica i ambiental sense produir canvis fenotípics (Waddington, 1976).

Tots aquests conceptes aportats per Waddington tractaven de reconciliar algunes idees de Jean-Baptiste Lamarck (1744-1829) sobre l'herència dels caràcters adquirits i la biologia moderna. Lamarck ha estat al llarg de la història apartat de la genètica canònica, no tant per ell com per alguns seguidors dels seus models d'herència. En aquest sentit, cal recordar a Paul Kammerer (1881-1926) o a Trofim Lysenko (1898-1976), entre d'altres, embolicats en escàndols de frau científic. No és estrany que el desenvolupament de l'epigenètica es trobi des del principi sota sospita i que el seu desenvolupament hagi tingut i tingui encara una certa aroma d'escàndol i heretgia de la qual ni el mateix Waddington no se'n va escapar del tot (Speybroeck, 2002; Slack, 2002).

Taula 2. Conceptes teòrics de Waddington aplicats al desenvolupament.

Nom	Significat
Evocació	Resposta d'una via específica en el desenvolupament enfront d'un morfogen inductor.
Individualització	Pla corporal de desenvolupament caracteritzat per un patró característic de morfògens ben coneguts.
Competència	Capacitat de respondre a un senyal inductor.
Canalització	Disminució de la influència de les variacions externes i internes sense pertorbar la via de desenvolupament escollida.
Paisatge epigenètic	Representació visual dels canvis cel·lulars en la diferenciació durant el desenvolupament.
Epigenètica	L'anàlisi causal del desenvolupament.

D'altra banda, Waddington també és considerat com un dels fundadors de la branca de la biologia anomenada «biologia de sistemes» (Waddington, 1976). Desenvolupà models d'interacció dels condicionaments que afecten el desenvolupament embrionari. Waddington desenvolupà models teòrics en l'estudi de variacions temporals (o fluxos) que determinen la dinàmica del sistema embrionari, tot relacionant-les amb les causes (o forces termodinàmiques) que mantenen aquestes variacions (Waddington, 1976). Des d'aquesta perspectiva de l'estudi dels sistemes biològics, Waddington també es pot considerar un dels pares de la biofísica, que posteriorment fou ampliada arran dels treballs sobre termodinàmica de processos irreversibles desenvolupada per Prigogine i altres (Montero & Morán, 1992).

7. Waddington, l'home i la seva obra científica

Conrad Hal Waddington va néixer a Evesham (Worcestershire, Anglaterra), el 8 de novembre de 1905, en el si d'una família dedicada a l'explotació de te a l'Índia. Waddington va tenir una educació d'acord amb el seu rang social. Va estudiar al Clifton College School i es va graduar en 1926 en ciències naturals per la Universitat de Cambridge, en l'especialitat de geologia. Posteriorment, va iniciar els seus estudis de doctorat en el camp de la paleontologia, estudiant un grup d'ammonites (Slack, 2002).

Quan en 1929 va conèixer els treballs de genètica de Bateson, Waddington va decidir canviar la seva línia d'investigació, dedicant-se des de llavors a l'embriologia. En els seus començaments ho va fer al laboratori Strangeways Research Laboratory, de Cambridge, UK, se-

guint l'estil de treball de l'escola de Hans Spemann (1869-1941), embrióleg alemany que treballava en la inducció neural experimental en amfibis. Durant l'època que transcorre entre 1932 i 1938 Waddington va aprendre les tècniques de cultiu d'òrgans in vitro i els va aplicar a l'estudi de l'embriologia del pollastre i en altres models de mamífers (Waddington, 1937).

Waddington estava interessat en la identificació dels factors inductors del desenvolupament primerenc. D'aquesta manera va descobrir per primera vegada la inducció embrionària en mamífers, descrivint l'elongació de la línia primitiva dirigida per l'hipoblast subjacent i la formació del mesoderma dels cordats dirigida pel node de Hensen (Slack, 2002). Després d'aquesta etapa experimental Waddington va teoritzar sobre l'acció ontogènica dels gens que entre altres publicacions va tenir el seu reflex en la seva obra *Organisers and Gens* (Waddington, 1940).

En l'època transcorreguda a Cambridge, des de 1933 fins a 1945, va ser professor de zoologia. Durant la Segona Guerra Mundial va col·laborar amb la Royal Air Force. Una vegada acabada la guerra, en 1945, va ocupar la direcció del National Breeding and Genetics Research Organisation (NABGRO). A partir de llavors Waddington es va interessar més en qüestions teòriques de genètica, encara que sense abandonar el desenvolupament. En 1947 va ocupar la càtedra de genètica animal a la Universitat d'Edimburg, universitat on romangué la resta de la seva vida acadèmica. En 1970 Waddington va acceptar la invitació de la State University of Nova York, a Buffalo, per ocupar per dos anys la càtedra Albert Einstein de ciències. Casat dues vegades i amb tres fills, va morir d'un infart de cor el 26 de setembre de 1975 a Edimburg a l'edat de setanta anys (Slack, 2002).

Waddington és recordat com un biòleg dedicat a l'embriologia, la paleontologia, la genètica i la filosofia, camps diferents en els quals va destacar en diferent mesura. Aquesta activitat polifacètica és en bona part reflex dels profunds canvis ocorreguts en l'època que li va tocar viure. Curiosament, la figura de Waddington contrasta amb la figura de Morgan, en el sentit que aquest últim fou un gran promotor de la genètica a principis del segle XX, però venint del desenvolupament, és a dir, venint del camp de l'embriologia. Quan Morgan estudia els cromosomes, en les anàlisis de les posicions relatives dels gens, fa genètica, no pas desenvolupament. Però Waddington, des del desenvolupament (concretament des de l'embriologia), aporta el complement necessari que li fa falta a la genètica per entendre el funcionament dels gens i trobar respostes a les preguntes que la genètica sola no sap respondre.

Agraïments

El present treball s'ha realitzat amb el suport del projecte AGL2007-65678_ALI del Ministerio de Educación y Ciencia.

Bibliografia

- BATESON, W. (1916), «The Mechanism of Mendelian Heredity», *Science*, **44**, 536-543.
- BEERMAN, W. (1956), «Nuclear differentiation and functional morphology of chromosome», *Cold Spring Harbor Symp. Quant. Biol.*, **21**, 217-232.
- BIRD, A. (2007), «Perceptions of Epigenetics», *Nature*, **447**, 396-398.
- ESTELLER, M. (2008), «Epigenetic in cancer», *N Engl J Med*, **358**, 1148-1159.
- FEINBERG, A. (2007), «Phenotypic plasticity and the epigenetics of human disease», *Nature*, **447**, 433-440.
- FIRE, A. *et al.* (1998), «Potent and specific genetic interference by double-stranded RNA in *Caenorhabditis elegans*», *Nature*, **391**, 806-811.
- GILBERT, S. F. (2000), «Diachronic biology meets evo-devo: C.H. Waddington's approach to evolutionary development biology», *Amer Zool*, **40**, 729-737.
- GUO, S.; KEMPHUES, K.J. (1995). par-1, a gene required for establishing polarity in *C. elegans* embryos, encodes a putative Sar/Thr Kinase that is asymmetrically distributed. *Cell*, 139 (2), 549-59.
- HOLLIDAY, R. (2006), «Epigenetics. A historical overview», *Epigenetics*, **1**, 76-80.
- HOLLIDAY, R.; PUGH, J. E. (1975), «DNA modification mechanisms and gene activity during development», *Science*, **187**, 226-232.
- KELLER, E. F. (2002), *El siglo del gen. Cien años de pensamiento genético*, Barcelona, Ediciones Península.
- MCGRATH, J.; SOLTER, D. (1984), «Completion of mouse embryogenesis requires both the maternal and paternal genomes», *Cell*, **37**, 179-183.
- MONTERO, F.; MORÁN, F. (1992), *Biofísica*, Madrid, Eudema.
- MORANGE, M. (2002), «The Relations between Genetics and Epigenetics. A historical point of view», *Annals of the New York Academy of Sciences*, **981**, 50-60.
- NAPOLI, C. *et al.* (1990), «Introduction of a Chimeric Chalcone Synthase Gene into Petunia Results in Reversible Co-Suppression of Homologous Genes in trans», *Plant Cell*, **2**, 279-289.
- REIK, W.; DEAN, W. (2002), «Back to the beginning», *Nature*, **420**, 127.
- RIGGS, A. D. (1975), «X inactivation, differentiation, and DNA methylation», *Cytogenet Cell Genet*, **14**, 9-25.
- SANDLER, I.; SANDLER, L. (1985), «A conceptual ambiguity that contributed to the neglect of Mendel's paper», *History Phil Life Sciences*, **7**, 3-70.
- SLACK, J. M. W. (2002), «Conrad Hal Waddington: the last Renaissance biologist?», *Nature Reviews Genetics*, **3**, 889-895.
- SPEYBROECK, L. V. (2002), «From epigenesis to epigenetics», *Annals of the New York Academy of Sciences*, **981**, 61-81.
- TIMMONS, L.; FIRE, A. (1998), «Specific interference by ingested dsRNA», *Nature*, **395**, 854.
- WADDINGTON, C. H. (1937), «Experiments on determination in the rabbit embryo», *Arch. Biol*, **48**, 273-290.
- WADDINGTON, C. H. (1940), *Organisers & genes*, Cambridge Univ. Press, UK.
- WADDINGTON, C. H. (1942), «Canalization of development and the inheritance of acquired characters», *Nature*, **150**, 563-565.
- WADDINGTON, C. H. (1956), *Principles of embryology*, Macmillan, New York.
- WADDINGTON, C. H. (1957), *The strategy of the Genes*, Geo Allen & Unwin, London.
- WADDINGTON, C. H. *et al.* (1976), *Hacia una biología teórica*, Madrid, Alianza, D.L.
- WATSON, J. D.; CRICK, F. (1953), «A structure for deoxyribose nucleic acid», *Nature*, **171**, 737-738.

NORMES D'EDICIÓ

ACTES D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA

Actes d'Història de la Ciència i de la Tècnica és la revista de la Societat Catalana d'Història de la Ciència i de la Tècnica. Està dedicada a la història de la ciència, la medicina i la tecnologia des de l'antiguitat fins al present, i publica articles, notes de recerca, i revisions bibliogràfiques en qualsevol de les llengües de la Unió Europea. La seva periodicitat és de dos números l'any.

Hi ha disponible gratuïtament una versió en línia en la següent adreça:

http://publicacions.iec.cat/PopulaFitxa.do?moduleName=revistes_cientifiques&subModuleName=&idColleccio=3170

PRESENTACIÓ D'ORIGINALS

1. Els treballs s'han de presentar en suport informàtic, en formats "doc" o "opd" compatibles per a PC preferentment. S'enviaran via e-mail com a fitxers adjunts a la següent adreça (schct@ice.cat) escrivint "Actes d'història de la ciència i de la tècnica" en el tema del missatge.

2. L'enviament d'un original implica el compromís que el contingut no ha estat publicat prèviament en forma o en contingut, i que el manuscrit mateix no està pendent de consideració per cap altra publicació.

3. La longitud màxima dels articles serà de 15.000 paraules, incloses imatges, notes al peu i bibliografia. Els articles es presentaran a doble espai en format DIN A4.

ORGANITZACIÓ DE L'ARTICLE

1. A la primera pàgina s'haurà d'incloure el títol de l'article escrit en majúscules, i el nom i cog-

noms de l'autor o autors, així com la seva filiació institucional. Si us plau, assegureu-vos de treure qualsevol autoreferència a les notes. No obstant això, si les autoreferències són rellevants, aquestes han de ser incloses com si fossin de tercers autors. Si la vostra identitat resulta òbvia en la lectura del manuscrit, aquest no pot ser enviat a revisió.

Els articles inclouran també un resum d'unes 10 línies i les paraules clau, ambdós en anglès.

2. Si es volen incloure il·lustracions, hauran d'enviar-se en fitxers separats. Es lliuraran en escala de grisos d'alta resolució o blanc i negre, i en qualsevol d'aquests formats: JPG, GIF, TIF o BMP. Les imatges no s'inclouran en el text, però la seva localització en el text haurà d'estar clarament indicada.

3. Les notes al peu aniran numerades consecutivament, amb un superíndex situat després de la puntuació, per exemple: «...d'acord amb Polanyi.⁷». No obstant això, es recomana que s'utilitzin notes al peu només quan sigui necessari.

4. Les citacions d'altres treballs s'han d'incloure dins del text i s'adequaran al model següent:

- Un autor: (Collins, 1992: 129-130)
- Dos autors: (Scheidecker & Laporte: 1999)
- Més de dos autors: (Usselman *et al.*, 2005: 1-55)

5. Al final de l'article s'inclourà una bibliografia. Les referències bibliogràfiques 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.

Libres:

COLLINS, H. M. (1992), *Changing order: replication and induction in scientific practice*, Chicago, The University of Chicago Press.

**Capítols de llibres, actes de congressos
o llibres miscel·lanis:**

PRINCIPE, L. (2000), «Apparatus and reproducibility in alchemy». In: HOLMES, Frederic L.; LEVERE, Trevor H. (ed.). *Instruments and experimentation in the history of chemistry*, Cambridge, Mas., London: The MIT Press, 55-74.

Pàgines web

WILLIAMS, J. D. 21st Century Science:
<http://www.21firstcenturyscience.org>. [Data del darrer accés]

GUIDELINES FOR SUBMITTING A PAPER TO

ACTES D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA

Actes d'història de la ciència i de la tècnica is the Journal of the Societat Catalana d'Història de la Ciència i de la Tècnica. It is devoted to the history of science, medicine and technology from earliest times to the present day in any of the European Union Languages. It publishes articles, research notes and book reviews. There are two issues each year.

A free full-text electronic edition is online at:

http://publicacions.iec.cat/PopulaFitxa.do?moduleName=revistes_cientifiques&subModuleName=null&idColleccio=3170

PREPARATION OF MANUSCRIPTS

1. Articles have to be composed with a word-processor for PC in a "doc" or "opd" file extensions preferably. Articles have to be submitted via e-mail as attached files to the following address (schct@iec.cat) writing "Actes d'història de la ciència i de la tècnica" in the subject box.

2. Submission of a manuscript implies your assurance that the content has not previously been published in form or in substance, and that the manuscript itself is not under consideration elsewhere.

3. Articles should not exceed 15,000 words, including pictures, footnotes and bibliography. Roughly eight double spaced DIN A4 sheets.

ORGANIZATION OF ARTICLES

1. The title page should bear the title of the article written in capitals, and name, surname,

and the professional setting of the author/s. Please, be sure to remove any self-referencing footnotes as well. However, if relevant self-references should be included as if they were from third author(s). If your identity is obvious from the manuscript, it cannot be sent out for review.

Articles always include an abstract in about ten lines and the key words both in English.

2. If your manuscript contains illustrations, they must be sent in separate files. They must be high resolution grey scale or black-and-white, JPG, GIF, TIF or BMP format. Do not submit images embedded in text. Location of images or figures must be clearly indicated in the text.

3. Footnotes are to be numbered consecutively, with superscript numerals placed outside the punctuation, thus: «...according to Polanyi.⁷». However you are required to use footnotes only when necessary.

4. Quotations have to be inserted in the text according to the following models:

- One author: (Collins, 1992: 129-130)
- Two authors: (Scheidecker & Laporte: 1999)
- More than two authors: (Usselman *et al.*, 2005: 1-55)

5. An organized bibliography should be added at the end of the article. References in this bibliography are to be cited as follows:

Articles in journals:

SALAVERT FABIANI, V. L. *et al.* (1991), «Bibliografía histórica sobre la Ciencia y la Técnica en España», *Asclepio*, **43**, (2), 233-302.

Books:

COLLINS, H. M. (1992), *Changing order: replication and induction in scientific practice*, Chicago, The University of Chicago Press.

Chapters of books:

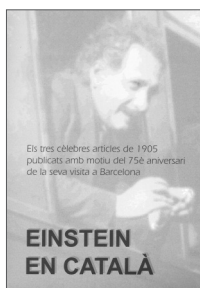
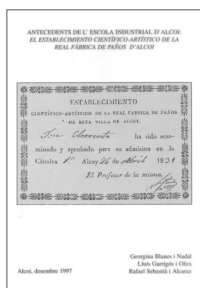
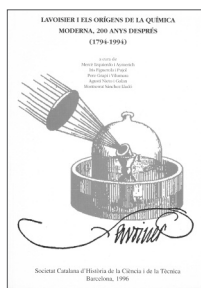
PRINCIPE, L. (2000), «Apparatus and reproducibility in alchemy». In: HOLMES, Frederic L.; LEVERE, Trevor H. (ed.). *Instruments and experimentation in the history of chemistry*, Cambridge, Mas., London: The MIT Press, 55-74.

Webpages:

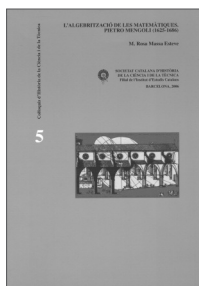
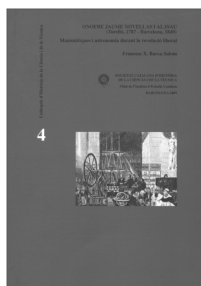
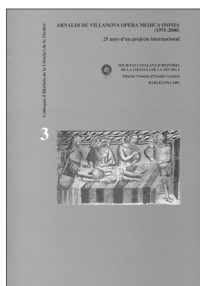
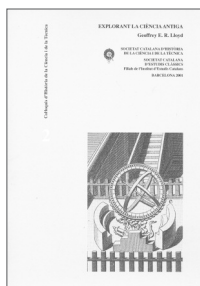
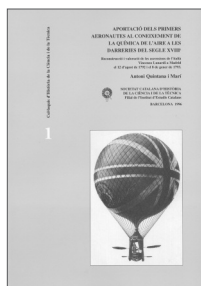
WILLIAMS, J. D. 21st Century Science:
<http://www.21firstcenturyscience.org>. [Date of the last access]

PUBLICACIONS DE LA SOCIETAT CATALANA D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA

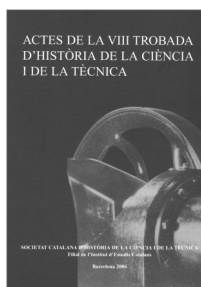
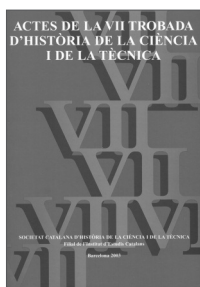
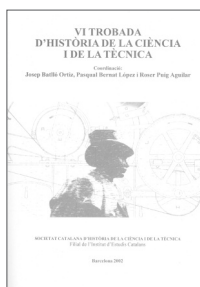
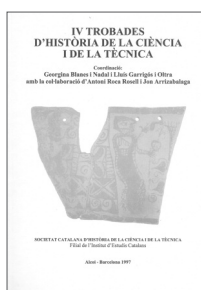
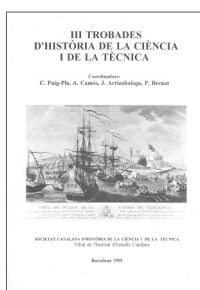
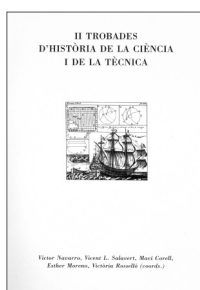
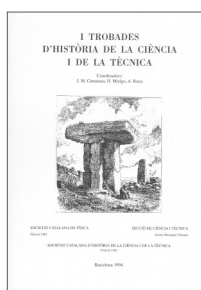
Monografies



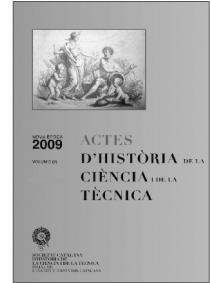
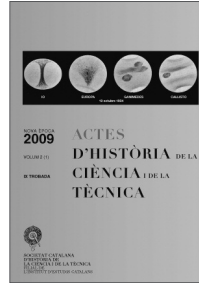
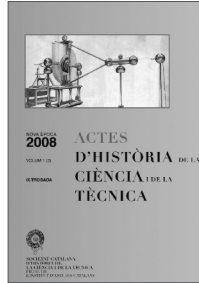
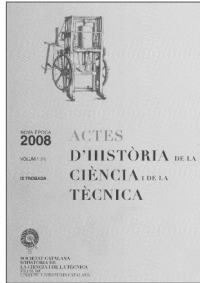
Col·loquis



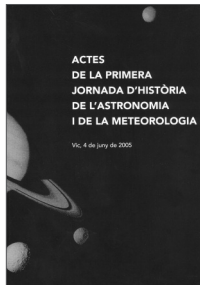
Actes d'Història de la Ciència i de la Tècnica (primera època) 1993-2006



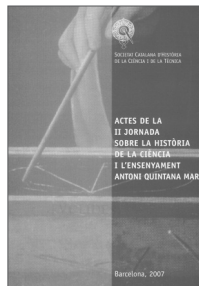
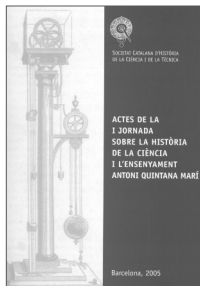
Actes d'Història de la Ciència i de la Tècnica (nova època). Des del 2008



Jornada d'Astronomia i Meteorologia



Història de la Ciència i l'Ensenyament



**ACTES
D'HISTÒRIA DE LA
CIÈNCIA I DE LA
TÈCNICA**