

# Ambos Mundos

**MARCIAL PONS HISTORIA  
CONSEJO EDITORIAL**

Antonio M. Bernal  
Pablo Fernández Albaladejo  
Eloy Fernández Clemente  
Juan Pablo Fusi  
José Luis García Delgado  
Santos Juliá  
Ramón Parada  
Carlos Pascual del Pino  
Manuel Pérez Ledesma  
Juan Pimentel  
Borja de Riquer  
Pedro Ruiz Torres  
Ramón Villares

LOS PÚBLICOS DE LA CIENCIA  
Expertos y profanos a través de la historia

AGUSTÍ NIETO-GALAN

# LOS PÚBLICOS DE LA CIENCIA

**Expertos y profanos  
a través de la historia**

Fundación Jorge Juan  
Marcial Pons Historia  
2011

Ilustración de cubierta: Michael Faraday (1791-1867) en una conferencia pública en el anfiteatro de la Royal Institution de Londres, 1855. Litografía en colores de Alexander Blaikley (1816-1903), c. 1856. Reproducido con permiso de The Bridgeman Art Library.

Quedan rigurosamente prohibidas, sin la autorización escrita de los titulares del «Copyright», bajo las sanciones establecidas en las leyes, la reproducción total o parcial de esta obra por cualquier medio o procedimiento, comprendidos la reprografía y el tratamiento informático, y la distribución de ejemplares de ella mediante alquiler o préstamo públicos.

© Agustí Nieto-Galan

© Fundación Jorge Juan

© Marcial Pons, Ediciones de Historia, S. A.

San Sotero, 6 - 28037 Madrid

☎ 91 304 33 03

ISBN-13: 978-84-92820-49-8

Depósito legal: M. ●●●●-2011

Cubierta. Diseño de la colección: Manuel Estrada. Diseño Gráfico

Fotocomposición: Francisco Javier Rodríguez Albite

Impresión: Closas-Orcoyen, S. L.

Polígono Igarza. Paracuellos de Jarama (Madrid)

Madrid, 2011

*«¿Sólo el astrónomo y el botánico [aprenden] [...] de las estrellas o las flores?  
¿Sólo el médico es capaz de aliviar el dolor? ¿Sólo los sacerdotes nos  
consuelan ante el lecho de muerte? [...] Piensa en todo esto y no  
hables con desprecio de la gente común».*

Spencer Timothy HALL (1845)<sup>1</sup>

# ÍNDICE

	<u>Pág.</u>
PRÓLOGO .....	11
INTRODUCCIÓN. EL MALESTAR DE LA CULTURA CIENTÍ- FICA .....	21
El modelo del déficit .....	23
La divulgación tradicional .....	30
CAPÍTULO 1. LA CIENCIA IMPRESA .....	41
Los libros de la revolución científica .....	44
Paradigmas populares .....	57
El negocio editorial de la ciencia .....	62
Ciencia y literatura: lugares comunes .....	73
CAPÍTULO 2. LA CIENCIA ESPECTÁCULO .....	81
De la curiosidad a la exposición .....	83
Museos de ciencia .....	92
La ciencia teatral .....	105
CAPÍTULO 3. LA CIENCIA HETERODOXA .....	123
Medicina oficial y alternativa .....	128
Profesionales y <i>amateurs</i> .....	135
Los divulgadores y el público .....	147
Ortodoxia y heterodoxia en la esfera pública .....	154
Divulgación, distorsión o simplificación .....	160

	<u>Pág.</u>
CAPÍTULO 4. LA CIENCIA EN LAS AULAS .....	169
Educación y cultura científica.....	170
Profesores y alumnos .....	174
Manuales y apuntes.....	182
Instruir, controlar y divulgar.....	192
 CAPÍTULO 5. LA CIENCIA DE LA TÉCNICA .....	 205
Filósofos y artesanos .....	208
Los públicos de la cultura industrial .....	220
Inventores, usuarios y consumidores.....	233
 CAPÍTULO 6. LA CIENCIA MEDIÁTICA.....	 243
Estrellas y planetas .....	246
Moléculas mediáticas .....	251
Nuestros antepasados .....	255
La fusión fría .....	261
El cambio climático.....	267
 CAPÍTULO 7. LA CIENCIA DEMOCRÁTICA.....	 275
El giro participativo .....	276
Salud, resistencias y apropiaciones.....	286
Tecnociencia, riesgo e incertidumbre.....	291
 CONCLUSIÓN .....	 301
Ciencia esotérica y exotérica.....	303
Expertos, profanos y hegemonía .....	309
Epílogo. Hacia una nueva cultura científica.....	315
 NOTAS.....	 319
BIBLIOGRAFÍA .....	347
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	389
ÍNDICE DE NOMBRES Y TEMAS.....	393

## PRÓLOGO

Este libro es fruto de un largo itinerario intelectual. Se gestó en abril de 1994 en la *Modern History Faculty* de la Universidad de Oxford, en un seminario de estudiantes de doctorado de historia de la ciencia. En el corazón del mundo académico británico, en el país de Isaac Newton, Charles Darwin, o Michael Faraday, entre otros grandes nombres de la ciencia occidental, oí hablar por primera vez de ciencia «popular», de la cultura de la ciencia en un sentido amplio, del interés por rescatar y conocer no sólo a las grandes figuras del pasado, sino también a los que no saben, a los profanos, casi siempre alejados del combate épico por explicar las supuestas verdades de la naturaleza. En esa reunión informal, se comentaba un artículo publicado en ese mismo año por los historiadores Roger Cooter y Stephen Pumphrey <sup>1</sup>. A pesar de la dificultad que entrañaba su lectura y la densidad de ideas que contenía, sus propuestas me impactaron profundamente y me interrogaron por primera vez sobre el sentido de mi trabajo como historiador de la ciencia, sobre las razones últimas por las que planteamos unas determinadas preguntas al pasado y no otras.

Unas semanas más tarde, en esa primavera de 1994, mi actual colega, el profesor Xavier Roqué, que en ese momento realizaba una estancia posdoctoral en la Universidad de Cambridge, me hizo saber de la reciente publicación de una historia de la ciencia en las exposiciones universales del siglo XIX, en especial en la famosa «Great Exhibition» de Londres de 1851. Se trataba de un trabajo del historiador Robert Brain <sup>2</sup>, que contenía además unos magníficos grabados con imágenes del Crystal Palace y de algunos de los pabellones que aco-

gían máquinas, inventos, e instrumentos científicos en Londres, pero también en París, Viena, Chicago o Filadelfia.

Nunca antes me había planteado seriamente la posibilidad de pensar una historia de la ciencia desde la perspectiva del espectáculo, la feria o la cultura popular, desde las percepciones plurales de sus múltiples actores. Además, en aquel tiempo me preocupaba especialmente el papel de los artesanos, grandes protagonistas de la historia de la técnica, pero también a menudo olvidados ante la mitología romántica de los grandes genios inventores, de los científicos e ingenieros profesionales protegidos por sus instituciones académicas.

Algunas ideas requieren un tiempo largo de maduración, de lenta cocción en lo más profundo de nuestros pensamientos. Apostar por los públicos de la ciencia requería de un largo aprendizaje intelectual y de la energía suficiente para rentabilizar viejos temas de investigación y lanzarse al abismo de un nuevo campo todavía por explorar. Así, esas primeras lecturas sugerentes permanecieron aletargadas largo tiempo en mi desordenado cajón de pensamientos inconexos, en las listas de buenos propósitos que todos escribimos en nuestras libretas en momentos de tregua, ante la vorágine de la vida académica cotidiana.

Una vez terminado mi trabajo sobre los artesanos, en particular sobre los tintoreros e impresores europeos de los siglos XVIII y XIX, aquella incipiente fascinación de la primavera de 1994 consiguió renacer casi una década más tarde. Fue en el verano de 2003 que, gracias a una ayuda de movilidad del profesorado universitario del Ministerio de Educación y Ciencia, me pude sumergir de nuevo en el problema de los públicos de la ciencia con una cierta tranquilidad y continuidad. Recuerdo jornadas gloriosas en la Bibliothèque nationale de France, leyendo y releendo a los autores que me han acompañado en estos últimos años como amigos inseparables en mis actividades docentes e investigadoras y que tienen un protagonismo relevante a lo largo de las páginas de este libro.

Una vez asimilado el marco historiográfico fundamental, había llegado el momento de desarrollar aquel nuevo proyecto. En ese periplo, la conjunción de las ayudas obtenidas desde el Ministerio de Educación y Ciencia y el de Ciencia e Innovación (HUM2005-25478-E, HUM2005-25426-E, HUM2006-7206-03, HAR2008-04540-E/HIST y HAR2009-12918-C03-02), desde la Generalitat de Catalunya (SGR2009-887), la concesión del premio ICREA-Academia 2009, el apoyo y amistad de los colegas que se embarcaron conmigo en esa aventura, así como las aportaciones de muchos de mis alumnos, han

sido fundamentales para llegar hasta aquí. La idea de diseñar un curso de posgrado sobre los públicos de la ciencia surgió inicialmente de mis frecuentes discusiones con José Pardo-Tomás, cuya compañía y amistad en todos estos años ha sido fundamental para mi crecimiento intelectual y que merece todo mi reconocimiento y afecto en estas páginas. Pero otros nombres formaron también parte del proyecto y tejieron poco a poco complicidades sin las cuales no hubiera sido posible escribir este texto. Me refiero muy especialmente a los profesores y amigos Antonio García-Belmar, Álvarez Martínez-Vidal, Alfons Zarzoso y Carlos Tabernero. Mi más sincero agradecimiento a José Ramón Bertomeu-Sánchez, que tuvo la paciencia y la generosidad de leer críticamente una versión previa del libro en un momento crucial de su diseño. Los comentarios críticos de Pedro Ruiz-Castell y Jaume Sastre en la recta final de la redacción del texto fueron también de gran utilidad y les debo, por tanto, aquí una mención especial.

He contado además con la colaboración inestimable de Reis Fontanals, Xavier Vall, Stefan Pohl, David Nofre, Oliver Hochadel, Néstor Herrán, Matiana González, Josep Simón, Pasqual Bernat, Juan Carlos Cabrera, Elena Serrano, Jordi Ferran, Nicolás Cuvi, entre muchos otros. Profesores, investigadores, estudiantes de máster y de doctorado, todos ellos han contribuido a crear una masa crítica de investigadores en el marco del máster europeo de Historia de la Ciencia del Centre d'Història de la Ciència (CEHIC) de la Universitat Autònoma de Barcelona. Como resultado, el problema de los públicos de la ciencia se convirtió en materia docente en ese máster, y en un ciclo de seminarios de investigación. El proyecto adquirió además una importante dimensión internacional a raíz de la organización en 2006 del V Congreso STEP («Science and Technology in the European Periphery») en Maó (Menorca). El excelente trabajo realizado por Faidra Papaneloupoulou y Enrique Perdiguero ha permitido la edición del volumen colectivo, *Popularizing Science and Technology in the European Periphery, 1800-2000* (Ashgate, 2009), donde se plantea el problema de la divulgación científica en países que no han sido ni son precisamente líderes en creatividad en el ámbito de la ciencia.

En los últimos años he contrastado mi visión del problema de los públicos de la ciencia en numerosos foros relacionados con la historia del libro, la divulgación científica, la museología, la didáctica o la historia de la ciencia en general. En diciembre de 2005, Ana Simões me invitó a una reunión informal con sus estudiantes en la Univer-

sidad de Lisboa, en la que, casi sin darme cuenta, empecé a esbozar las líneas maestras de este trabajo. Su amistad y complicidad intelectual ha sido de un valor inestimable para mí en todos estos años. Kostas Gavroglu ha estado siempre a mi lado en los buenos y malos momentos. Le agradezco profundamente su afecto y entusiasmo por todos nuestros proyectos conjuntos. A la agudeza intelectual y generosidad de Bernadette Bensaude-Vincent le debo buena parte de mi carrera académica. Su espléndido trabajo sobre la divulgación científica me ha servido de guía en todos estos años, especialmente en 2003, cuando me acogió como profesor visitante de la Université de Paris X-Nanterre. En su visita a la Universitat Autònoma de Barcelona en mayo de 2009, tuve la ocasión de discutir a fondo con ella algunos aspectos de este libro.

Quisiera destacar también la invitación que recibí de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) en octubre de 2007, donde impartí tres conferencias en las que presenté buena parte de las ideas centrales de este proyecto. Mi más sincero agradecimiento para los profesores y amigos de la UNAM, José Antonio Chamizo y Gisela Mateos. En julio de 2008, esboqué también algunas de las tesis de este libro en el congreso de las «Three Societies» en Oxford. Debo agradecer los sugerentes comentarios de Andreas Daum, James Secord y muy especialmente la generosidad de Robert Fox, mi maestro con mayúsculas, cuyo interés por el problema de la divulgación científica en la Francia del siglo XIX formó parte de esa idea seminal en mis primeros años en Oxford. Mi más sincero agradecimiento también a Pedro Ruiz Torres y Juan Pimentel, miembros del Consejo Editorial de *Marcial Pons Historia*, por su confianza y apoyo a lo largo del siempre difícil proceso de redacción de este libro. Mi gratitud también a la Biblioteca de Catalunya (Barcelona) por facilitar la digitalización y reproducción en sus fondos de la mayor parte de las ilustraciones de este libro.

Finalmente, creo que no habría conseguido llegar al final de esta aventura sin la paciencia, el cariño y la fidelidad incondicional de Montserrat y Martí, mis grandes compañeros de viaje. No tengo palabras para expresar lo que siento por ellos.

\* \* \*

Éste es un libro sobre ideas y conceptos complejos que sólo pueden comprenderse de manera satisfactoria desde una perspectiva

histórica, desde determinados contextos culturales y geográficos. Palabras como «popular», «divulgación», «comunicación», «instrucción», «curiosidad», «entretenimiento», «demostración», «espectáculo», etc., tienen su propia historia, e incluso hoy en día cobran diferentes significados en función de la tradición cultural a la que nos aproximemos. Así, por ejemplo, en el mundo latino el concepto de «vulgus», de la vulgarización o de la divulgación, ha prevalecido sobre el de «populus», de lo «popular» o de la «popularization» de la tradición anglosajona. Además, la palabra «comunicación» se ha convertido en un icono de diversos colectivos de profesionales a lo largo de siglo xx (periodistas científicos, conservadores de museos, profesores de ciencias o divulgadores profesionales), pero su uso en otras épocas históricas es cuando menos cuestionable.

En la discusión teórica, que pretende coser los diferentes capítulos y secciones del libro, utilizaremos el concepto «divulgación» para referirnos en general a cualquier proceso de transmisión del conocimiento científico. De igual modo, nos referiremos a «expertos» y «profanos» para presentar, por un lado, a los que supuestamente sabían y, por otro, a los que en principio no conocían la ciencia o la filosofía natural en un determinado contexto. Sin embargo, al explicitar los detalles de los casos históricos concretos, nos mantendremos fieles a la nomenclatura utilizada por los propios protagonistas de cada época y lugar: la ciencia «curiosa» del Renacimiento, la ciencia «doméstica» de los tratados médicos de la Ilustración, la ciencia «recreativa» de las colecciones de libros del siglo xix o, por ejemplo, la ciencia «lúdica» de los museos interactivos del siglo xx. La mayoría de estos conceptos se ha configurado y reconfigurado a lo largo del tiempo a partir de complejas interacciones entre emisores y receptores de discursos, entre actores con estatus social y autoridad intelectual diversa, pero, al fin y al cabo, protagonistas significativos en el apasionante proceso de construcción del conocimiento científico.

En ese marasmo de conceptos e ideas, los «públicos» emergen como una categoría a veces difusa y algo ambigua, a menudo flexible y cambiante, pero con capacidad unificadora a lo largo del libro. Lejos de categorías rígidas, supuestamente separadas por una frontera nítida entre creadores y receptores de conocimiento, los públicos de la ciencia aluden a esa continua realimentación entre los diferentes actores en juego en cada momento histórico, a ese proceso de exposición y debate continuo de ideas como base intrínseca de la legitima-

ción del saber y consolidación de la autoridad científica en las sociedades occidentales, como un hito clave de nuestra modernidad.

Una vez perforadas las murallas entre los que saben y los que no saben, nos convertimos todos, en un momento u otro, en «públicos» de la ciencia: estudiantes, visitantes, espectadores, usuarios, pacientes, pero también divulgadores, *amateurs* y expertos de un determinado corpus intelectual. Incluso los grandes expertos mundiales en partículas subatómicas o en biología molecular, por poner sólo dos ejemplos emblemáticos de nuestra ciencia más reciente, son también profanos con relación a otros ámbitos del saber o respecto a determinadas actividades y habilidades humanas. Esa mirada dinámica de la construcción del saber se apoya, por tanto, en ese uso flexible de la idea de «públicos». Tal como ha señalado recientemente el teórico de la comunicación Michael Warner, el concepto de «público», o de «públicos» en plural, es crucial para comprender nuestras sociedades pero al mismo tiempo es muy difícil de definir. Se trata de una especie de espacio social creado a través de la circulación reflexiva de un determinado discurso, de una relación entre grupos diferentes de individuos en un determinado contexto histórico <sup>3</sup>. A pesar de los importantes procesos de profesionalización y de especialización, la investigación histórica nos permite identificar numerosas fuentes que demuestran cómo el conocimiento científico ha recorrido y recorre hoy toda la sociedad, y cómo los públicos de la ciencia participaban y participan de manera activa en ese complejo tejido cultural.

Pese al interés creciente que en las últimas décadas han mostrado los historiadores, y los historiadores de la ciencia en particular, por el problema de la divulgación científica, la mayoría de trabajos publicados se circunscribe a determinados contextos nacionales: la Inglaterra victoriana <sup>4</sup>, la Francia de la segunda mitad del siglo XIX <sup>5</sup>, la Alemania del siglo XIX <sup>6</sup>, la Italia de la unificación <sup>7</sup>, etc. Otros son resultado de trabajos colectivos que combinan ejemplos de diferentes épocas y países <sup>8</sup>, o suelen centrarse en un determinado período histórico <sup>9</sup>. Un buen número de contribuciones tiene un carácter fundamentalmente teórico <sup>10</sup>. Otras pretenden proporcionar una visión panorámica del problema, pero no dejan de depender de determinados ejemplos y estudios de caso de un determinado contexto <sup>11</sup>. No existe, por tanto, una visión panorámica que combine de manera equilibrada ejemplos históricos diversos en el tiempo y en el espacio con un marco teórico actualizado. El problema se agudiza más en la

literatura en castellano, desprovista hasta ahora de una aproximación historiográfica sólida sobre los públicos de la ciencia, y con un nivel de investigación de estudios de caso todavía limitado. Esta obra aspira, pues, a cubrir, al menos en parte, ese déficit, en especial pensado en un público lector hispanohablante.

El libro está organizado en un conjunto de capítulos temáticos que presentan diversos aspectos de la cultura científica a lo largo de la historia. Se convierten así en manos de pintura que, sin pretensión de exhaustividad, y superpuestas a las demás, nos ayudan a construir poco a poco la decoración completa de la obra. Actores, prácticas, espacios, objetos, discursos, etc., se entremezclan a lo largo del texto, y nos proporcionan, de manera algo impresionista, una mirada renovada, acorde con los planteamientos de numerosos debates culturales contemporáneos sobre el papel de la ciencia en la sociedad.

A través de la ciencia impresa, la ciencia espectáculo, la ciencia heterodoxa, la ciencia en las aulas, la ciencia de la técnica, la ciencia mediática y la ciencia democrática, se nos descubren nuevos protagonistas, todos ellos activos en mayor o menor medida en la construcción de autoridad científica y validación del conocimiento. Esos nuevos actores de la historia (que no excluyen el género femenino, a pesar de los títulos generalistas de los capítulos) recorren además épocas y lugares diversos: las imprentas, los teatros de anatomía y los *cabinets de curiosités* de los siglos XVI y XVII; los salones aristocráticos, las tertulias, los talleres y las demostraciones públicas del siglo XVIII; las librerías, las bibliotecas, las exposiciones, las fábricas y los museos en el siglo XIX; los mass media y sus grandes proyectos de divulgación en el siglo XX; los nuevos espacios de ciudadanía y participación al inicio del siglo XXI. Mientras en la mayoría de capítulos del libro utilizaremos ejemplos históricos de diferentes épocas, aunque con un énfasis especial en los de los siglos XVIII y XIX, los dedicados a la ciencia mediática y a la ciencia democrática beben fundamentalmente de ejemplos del siglo XX e incluso de casos recientes ya en el siglo XXI, y pretenden conectar la discusión general sobre los públicos de ciencia con cuestiones mucho más ligadas a nuestra actualidad.

Desde el Renacimiento hasta el inicio del siglo XXI, sin descuidar algunas alusiones esporádicas a nuestra herencia científica antigua y medieval, podemos encontrar elementos comunes y también diferenciados. Muchos procesos de divulgación compartieron en el pasado una tensión casi permanente entre la instrucción y el entretenimiento, tuvieron lugar en espacios concretos que sin duda condicionaron la rela-

ción entre sus diversos públicos y su credibilidad, definieron las fronteras entre el conocimiento ortodoxo y el heterodoxo, entre el saber del profesional y el del *amateur*, para captar así el interés de las diversas audiencias <sup>12</sup>. En el Renacimiento, las prácticas del filósofo natural en su intento de adquirir conocimiento no estaban demasiado separadas de sus estrategias de demostración y proyección pública ante audiencias heterogéneas y poco especializadas. En esa época, las fronteras entre el conocimiento, el entretenimiento y la utilidad, entre el profesional y el *amateur*, se difuminaban entre el mundo académico y el profano <sup>13</sup>. Entre la cultura de la curiosidad, que tenía sus precedentes en los *cabinets* y los autómatas del siglo XVII y la distinción moderna entre ciencia académica y ciencia popular que se consolidó a lo largo del siglo XIX, la ciencia ilustrada fue una amalgama de actividades multifacéticas. Las múltiples culturas de la ciencia del siglo XVIII —experimentos y demostraciones públicas, espectáculos teatrales, cursos, conferencias, etc.— crearon nuevos espacios en la esfera pública y estimularon un conjunto de visiones de la naturaleza que competían con la religión y con las nociones tradicionales de orden político <sup>14</sup>.

La profesionalización de la ciencia y su progresiva especialización a lo largo del siglo XIX crearon una creciente separación entre expertos y profanos. Los planes educativos y los programas de divulgación definían *a priori* unos determinados públicos de la ciencia, cada vez más regulados. En ese contexto, una determinada ciencia «popular» se podría encontrar en las portadas de numerosos libros como estrategia de captación de potenciales lectores, pero al mismo tiempo se erigía a veces como un contrapoder a la ciencia académica de los profesionales. Era además la época de los grandes publicistas, divulgadores científicos profesionales, obsesionados por encontrar el lenguaje adecuado para transmitir el conocimiento a los sectores sociales emergentes, incluso a las clases más bajas <sup>15</sup>.

En las primeras décadas del siglo XX, el cientifismo y el reforzamiento de la autoridad del científico profesional ahondaron la separación. El progreso científico estaría basado, tal como había propuesto el filósofo francés Gaston Bachelard (1884-1962), en *La formation de l'esprit scientifique* (1938), en la victoria de conocimiento experto (*episteme*) sobre la opinión pública (*doxa*). Después de la Segunda Guerra Mundial, las sucesivas críticas a las finalidades últimas del complejo científico, militar e industrial surgido de la contienda y los crecientes recelos sobre las bondades de la ciencia habrían llevado a nuevos intentos de «evangelización» de los supuestos profanos, su-

midos en un supuesto pozo epistemológico de inferioridad intelectual. A pesar de la creciente influencia de los nuevos medios de comunicación audiovisual (cine, radio, televisión) y de la eclosión de los llamados *Science Centres* o museos interactivos, las barreras no parecían, sin embargo, diluirse en sociedades tocadas además por una cierta desconfianza en el progreso científico. Las últimas décadas del siglo xx parecen alumbrar, sin embargo, no sin controversia, un nuevo paradigma de participación ciudadana, en el que el conocimiento científico estaría «co-producido» entre los diferentes actores, todos ellos activos en procesos de negociación dinámica <sup>16</sup>.

Hablar de divulgación científica desde una perspectiva histórica nos permite además crear vínculos con un conjunto muy amplio de lectores potenciales. Ésta es una historia de la ciencia puente entre las dos culturas, la humanística y la científica <sup>17</sup>. Es una historia de la ciencia de marcado matiz cultural que puede inspirar a personas con formaciones aparentemente muy alejadas. Quizás apelando a la reflexividad, el libro busca nuevas vías de diálogo con un conjunto de «públicos» hasta ahora poco habituados a un discurso crítico sobre la ciencia, a menudo mediatizados por nuestra inevitable herencia positivista legitimadora en buena parte del cientifismo todavía imperante en nuestras sociedades contemporáneas. Mi intención es que científicos y humanistas en general, tanto profesionales como estudiantes universitarios, puedan encontrar elementos útiles en su contenido. La obra se dirige además especialmente a personas interesadas en la llamada «comunicación» científica: periodistas científicos, profesionales de museos de ciencia, profesores de ciencias, divulgadores, etc., así como a historiadores, sociólogos y filósofos de la ciencia.

A modo de ensayo, el libro se beneficia obviamente del trabajo de especialistas, cuyas ideas he intentado resumir y referenciar con la mayor fidelidad posible, pero también de mi propia investigación y de la de los miembros de mi equipo en la Universitat Autònoma de Barcelona. En cualquier caso, cualquier error u omisión es responsabilidad mía. De igual modo, el libro bebe de numerosas tradiciones intelectuales —historia del libro y la lectura, historia cultural, estudios literarios, «*science and technology studies*» (STS)—, que sin duda enriquecen el trabajo del historiador de la ciencia, pero que al mismo tiempo le sitúan en terrenos pantanosos en los que uno se siente a veces como un visitante temporal, como un público profano. También aquí me hago responsable de la interpretación de esos diversos marcos teóricos y su aplicación a determinados ejemplos históricos.

El libro lanza como hipótesis de partida la posibilidad de que los grandes esfuerzos en divulgación científica, en particular a lo largo de la segunda mitad del siglo XX, y que con claves diferentes siguen siendo todavía muy importantes al inicio del siglo XXI, no hayan dado los resultados deseados, y vivamos atrapados en un cierto «malestar» de la cultura científica. A través de un largo viaje al pasado, se exploran las posibles razones de ese malestar y se proponen algunas posibles soluciones. En la travesía convulsa pero enriquecedora de los océanos de la historia, el lector es transportado poco a poco hacia un nuevo paradigma de la divulgación científica, hacia una nueva forma de concebir la circulación del propio conocimiento.

Hablo desde mi pasión por la historia y desde mi vocación de historiador de la ciencia, pero soy consciente de que la historia no soluciona los problemas del presente. Quizás sólo puede ayudarnos a comprender algunas de las causas ocultas de nuestras preocupaciones e insatisfacciones, a diagnosticar nuestro malestar y pensar en posibles remedios.

Espero que el lector encuentre algunos de esos «fármacos» a lo largo de las próximas páginas.

Barcelona, 1 de febrero de 2010.

## Introducción

# EL MALESTAR DE LA CULTURA CIENTÍFICA

«La ciencia “popular” es vital para la cultura en un sentido amplio, pero también lo es para la propia ciencia. Debemos perseverar en la búsqueda de formas nuevas y más amables de hacer populares los conocimientos científicos, aplicarlos a nuevos ámbitos del saber y usarlos para ampliar nuestros horizontes y para racionalizar nuestra vida [...] evitaremos así el aislamiento de la ciencia del resto de la cultura» (Joseph Agassi, 2003) <sup>1</sup>.

Los buenos deseos expresados en estas palabras del filósofo Joseph Agassi no esconden su preocupación por el papel de la ciencia en nuestras sociedades contemporáneas y la necesidad de reevaluar su posición. A pesar de los múltiples esfuerzos realizados para su difusión eficaz y su influencia creciente en las grandes decisiones políticas y económicas, para muchos observadores privilegiados, la ciencia habría quedado relegada a lo largo del siglo XX, y especialmente en su segunda mitad, a una cierta marginación y aislamiento con relación a la «cultura» con mayúsculas. En su famoso libro *Das Unbehagen in der Kultur* (1930) —traducido con diversos matices como *Civilization and its Discontent* o *El malestar de la cultura*— <sup>2</sup>, Sigmund Freud (1856-1939) consideraba que la ciencia moderna no había conseguido hacer realidad el sueño ilustrado, en el que el progreso de la filosofía natural había de revertir en el progreso de la filosofía moral. La mayoría de avances científicos habrían repercutido sólo aparentemente en la felicidad humana, ya que una vez superada la euforia de la novedad, siempre aparecería indefectiblemente una cara oculta. En palabras del propio Freud:

«... la humanidad ha realizado extraordinarios progresos en las ciencias naturales y en su aplicación técnica, afianzando en medida otrora inconcebible su dominio sobre la naturaleza [...] pero [...] esta sujeción de las fuerzas naturales, cumplimiento de un anhelo mult milenario, no aumenta la medida de satisfacción del placer que espera de la vida [...] no le ha hecho, en su sentir, más feliz. Deberíamos limitar-

nos a deducir de esta constatación que el dominio sobre la naturaleza no es el único requisito de la felicidad humana [...] Sin el ferrocarril que supera la distancia, nuestro hijo jamás habría abandonado la ciudad natal, y no necesitaríamos el teléfono para poder oír su voz [...] ¿De qué nos sirve reducir la mortalidad infantil, si precisamente esto nos obliga a adoptar la máxima prudencia en la procreación? [...] ¿De qué nos sirve, por fin, una vida larga, si es tan miserable, tan pobre de alegrías y rica en sufrimiento, que sólo podemos saludar a la muerte como feliz liberación?»<sup>3</sup>.

Este polémico diagnóstico freudiano de nuestra supuesta infelicidad debería ser analizado en profundidad en su propio contexto histórico (un objetivo que va obviamente mucho más allá de las intenciones de este libro), pero su insatisfacción ante los resultados del progreso científico no parece haberse erradicado del todo en nuestro presente, y se ha convertido en tema apasionante de debate, que requiere sin duda de un análisis nuevo y renovado. El optimismo de raíz positivista que propugnaba una translación directa del progreso científico técnico al progreso moral de la sociedad experimentó un serio revés ante la crisis del capitalismo que se inició con el *crack* de 1929, el mismo año en que el propio Freud empezó a escribir *El malestar de la cultura*, pero se ha agravado a lo largo de la segunda mitad del siglo xx, en especial después de la Segunda Guerra Mundial y sus terribles consecuencias: el trágico final de la hegemonía científica alemana en 1945, que inspiró a Theodor Adorno (1903-1969) y Max Horkheimer (1895-1973) en su famosa *Dialéctica de la Ilustración* (1947)<sup>4</sup>; el inicio de la carrera nuclear y la Guerra Fría; la persistencia de la pobreza y el hambre en una parte importante de la población mundial; o la creciente preocupación por el precio medioambiental que estamos pagando por nuestro desarrollo.

Quizás el historiador norteamericano Leo Marx tiene razón al afirmar que la segunda mitad del siglo xx es la época del pesimismo «posmoderno», que ha asestado un golpe mortal al viejo sueño ilustrado del progreso. El horror del complejo militar nazi capaz de llevar a cabo el holocausto; las terribles muertes de población civil con las bombas atómicas Hiroshima y Nagasaki, o accidentes como los de Three Mile Island, Bhopal, el Exxon Valdés, Chernobyl, etc., se han combinado con ese preocupante proceso de degradación de la naturaleza: pérdida de biodiversidad, contaminación de aires y aguas, lluvia ácida, deforestación y desertización, efecto invernadero, reduc-

ción de la capa de ozono, amenaza de cambio climático <sup>5</sup>. En una línea parecida, al analizar el papel de la ciencia a lo largo del siglo XX, el prestigioso historiador Eric Hobsbawm se expresaba ya hace unos años en los términos siguientes:

«El progreso de las ciencias naturales tuvo lugar en un contexto de serios recelos y temores, [...] alimentados por cuatro sentimientos: el de que la ciencia era incomprensible; que sus consecuencias prácticas o morales eran impredecibles y probablemente catastróficas; que ponía de relieve la indefensión del individuo y minaba la autoridad» <sup>6</sup>.

Podríamos intentar cuantificar en parte ese pesimismo. En los años noventa del siglo pasado se analizaron y clasificaron más de 6.000 artículos científicos aparecidos en la prensa británica entre 1946 y 1990. Entre otros interesantes resultados de la investigación, emergía el año 1960 como una especie de frontera natural entre dos visiones contrapuestas de la ciencia. En el período anterior a 1960, y a pesar de los horrores de las dos guerras mundiales y el inicio de la Guerra Fría y la carrera armamentística, la prensa todavía difundía mayoritariamente una imagen positiva de la ciencia, beneficiosa para la humanidad, que merecía ser celebrada siguiendo las grandes efemérides de la vida y muerte de los grandes científicos y de sus descubrimientos. No obstante, los artículos del período posterior a 1960 mostraban en general una imagen mucho más negativa, crítica, llena de riesgos y peligros, aunque sin profundizar demasiado en las razones últimas de los mismos <sup>7</sup>. Intentemos, por tanto, analizar las posibles causas de ese cambio de tendencia en las páginas siguientes.

## El modelo del déficit

Ante esa imagen negativa, que cuestionaba valores fundamentales de las sociedades occidentales, surgieron voces que atribuían ese malestar a la supuesta ignorancia científica del público en general, a un alejamiento creciente de las sociedades contemporáneas respecto a sus élites científicas <sup>8</sup>. En la década de 1980, el modelo de déficit (*deficit model*) se impuso sobre todo en el mundo anglosajón, a través del movimiento llamado Public Understanding of Science (PUS), que suponía una notable inferioridad epistemológica de los receptores del discurso científico con relación a los expertos emisores.

Abundaba en la fosa que separaba a unos y a otros, reforzaba el papel de los científicos, y legitimaba unos nuevos profesionales, los comunicadores, que debían actuar como mediadores, con la intención de trasladar con eficacia y fidelidad los saberes oficiales a los públicos profanos que los recibirían de forma acrítica y supuestamente pasiva, por simple acumulación. Sólo así mejoraría la imagen pública de una ciencia, dañada considerablemente <sup>9</sup>.

El supuesto déficit de conocimientos por parte del público justificaba una especie de «cruzada» científica, vertical y unidireccional, de arriba abajo, y legitimaba una alianza entre los intereses profesionales de los científicos y el poder político y corporativo, que se preocupaba más por la justificación de la ciencia que por su efectiva comprensión entre públicos amplios. En teoría, el PUS había de proporcionar beneficios a la propia ciencia, a la economía, a la nación, al individuo, a la democratización de la sociedad en su conjunto, junto con beneficios morales, estéticos e intelectuales. Actuaría además como antídoto contra los movimientos «anticiencia», promotores de prácticas pseudocientíficas que tanto preocupaban, y que siguen preocupando a los divulgadores y científicos contemporáneos <sup>10</sup>. El PUS se justificaba en buena parte por la incomodidad de los propios científicos profesionales ante la supuesta ignorancia del público, con la esperanza de que una mejor información redundara a la larga en una mejor aceptación social de la propia ciencia.

En 1989, en un artículo titulado «The public understanding of science» aparecido en la prestigiosa revista *Nature*, se concluía de varias encuestas realizadas en el Reino Unido y en Estados Unidos que el público tenía un nivel de conocimientos científicos muy bajo. Citando el ejemplo de Isaac Asimov (1920-1992), uno de los grandes divulgadores de la ciencia en el siglo xx, los autores del estudio insistían en que la divulgación científica del PUS había de construir una nueva imagen de respeto y admiración por la ciencia, para desterrar para siempre los recelos que hasta entonces había provocado la desinformación. La divulgación se erigía, de este modo, en arma fundamental, en antídoto ideal para combatir ese malestar de la cultura científica, que llevaba a partes importantes de la población esa desconfianza, con frecuencia teñida de influencias paracientíficas consideradas como irracionales. En sus conclusiones, el artículo destilaba un cierto optimismo:

«Finalmente, tenemos la cuestión de la relación entre el conocimiento público de la ciencia y el apoyo a la propia ciencia. [...] El

análisis preliminar de nuestros datos indica que hay una importante correlación entre el conocimiento público y las actitudes públicas, con una tendencia a que los encuestados mejor informados tengan una visión más positiva de la propia ciencia y de los científicos [...] Los resultados que hemos proporcionado indican que a pesar de que el público en general está muy desinformado, está también interesado en la ciencia»<sup>11</sup>.

El problema parece, sin embargo, más complejo de lo que un cierto optimismo ingenuo del PUS parecía indicar a primera vista, y se remonta a décadas anteriores. Ya en los años sesenta, numerosos intelectuales denunciaron que las poblaciones de los países occidentales aprobaran sin problemas a través de su voto sumas billonarias para la investigación científica, aunque esos mismos ciudadanos estuvieran lejos de comprender el significado de la misma. Sin capacidad para una respuesta política organizada, los nuevos usuarios de «cajas negras», desconocedores de los mecanismos y las explicaciones de las mismas, recelaban más o menos explícitamente de la ciencia contemporánea, cuya complejidad e hiperespecialización contribuyó a acrecentar la desconfianza, a provocar en último término un progresivo alejamiento intelectual entre expertos y profanos<sup>12</sup>.

A pesar de su crecimiento exponencial tanto a nivel cualitativo como cuantitativo, de su intenso proceso de especialización, profesionalización e institucionalización a lo largo de los dos últimos siglos, la conquista social de la ciencia nunca habría sido completa. La sabiduría popular tradicional se habría perpetuado en las comunidades más estables y en las personas menos adaptables. Las creencias y prácticas familiares habrían persistido y se habría desarrollado un conjunto variado de estrategias de supervivencia. En 1965, el historiador norteamericano Oscar Handlin consideraba que el público había aprendido a tolerar la ciencia pero no a asimilarla; había tendido a aceptarla como una «verdad» útil, pero desconectada de sus creencias o de sus hábitos en la vida cotidiana. Se trataría de una ciencia desde arriba, que no habría modificado en el fondo las antiguas creencias sobre la naturaleza y la moral, y que nos habría llevado a la coexistencia o yuxtaposición de dos tipos de conocimiento, supuestamente desconectados. En su defensa incuestionable de la ciencia de los expertos, Handlin contraponía la ciencia académica a un conjunto vago y desordenado de creencias que deseaba erradicar. Su persistencia demostraba, sin embargo, que algo no había funcio-

nado correctamente en los planes de divulgación desde la perspectiva de los expertos <sup>13</sup>.

En 1976, en una línea parecida, el prestigioso físico norteamericano Gerald Holton, con importantes intereses intelectuales en la historia y en la filosofía de la ciencia, mostraba su preocupación por la pobre imagen pública de la ciencia en las sociedades occidentales contemporáneas, con relación a los enormes esfuerzos invertidos en su comunicación <sup>14</sup>. Holton manifestaba un cierto malestar ante el crecimiento espectacular de proyectos educativos, museos de ciencia, o productos audiovisuales, cuyos resultados eran y son todavía hoy cuestionados. Su libro *Science and its Public* (1976) era fundamentalmente una reacción ante las críticas virulentas contra la ciencia de la era nuclear y la Guerra Fría <sup>15</sup>. En el fondo, se trataba de buscar, a través del debate público, nuevas alianzas entre la ciencia contemporánea y la sociedad, nuevos mecanismos de comunicación, en un contexto de contestación y crítica.

Pero los problemas de comunicación se producían también en los propios círculos de expertos. Tal como denunciaba en 1972 el crítico literario Lionel Trilling (1905-1975) en su ensayo *Mind in the Modern World* <sup>16</sup>, el núcleo duro de conocimientos de la ciencia moderna no era compartido por una buena parte de las personas provenientes del mundo de las humanidades y de las ciencias sociales. En otros términos, Trilling retomaba el viejo debate de los años cincuenta desencadenado a partir de la publicación del famoso libro del científico británico Charles Pierce Snow (1905-1972), que denunciaba la separación creciente de la cultura humanística y la científica en las sociedades occidentales, un hecho que, desde su punto de vista, comportaba un progresivo empobrecimiento y aislamiento de los diferentes grupos de expertos sin capacidad de diálogo fluido y abierto, y que a la larga había de repercutir en su capacidad de comunicación <sup>17</sup>.

Algunos de estos problemas, con síntomas de larga duración braudeliana <sup>18</sup>, parecen haber trascendido incluso la oleada del PUS de la década de 1980. En 1994 se inauguró, en el Museum of American History de la Smithsonian Institution de Washington, la exposición «Science in American Life», bajo el patrocinio de la American Chemical Society (ACS), la poderosa asociación de químicos profesionales en Estados Unidos <sup>19</sup>. La exposición constaba de cinco áreas temáticas: 1) «La ciencia de laboratorio llega a América», donde se explicaba la síntesis de la sacarina como edulcorante y los cambios que este hecho comportó en la dieta de los ciudadanos; 2) «La cien-

cia para el progreso», donde se describían los avances técnicos del período 1930-1940 tal como fueron presentados en la Exposición Universal de Nueva York de 1939; 3) «La movilización de la ciencia para la guerra», donde se hablaba de la bomba atómica y del proyecto Manhattan, pero también del descubrimiento y aplicación de la penicilina; 4) «Mejor que la naturaleza», donde se presentaban los beneficios del DDT —a pesar de las antiguas controversias de los años sesenta ante la publicación del famoso libro de Rachel Carson, *Silent Spring*— los plásticos y las píldoras anticonceptivas, y 5) «La ciencia en la esfera pública», donde se apreciaban los últimos avances en genética y superconducción.

A pesar de esos títulos en tono claramente positivo y constructivo, y de la separación retórica entre los contenidos de la ciencia académica y sus posteriores aplicaciones, la exposición contenía algunas lecturas críticas sobre el papel de la ciencia en la sociedad contemporánea —la marginación de minorías sociales de la práctica de la ciencia, los problemas éticos y medioambientales, la estrecha relación entre ciencia y guerra, etc.— que causaron un notable malestar en la opinión pública norteamericana e incomodaron a la ACS como promotora del evento. El debate en la prensa sobre las virtudes o deficiencias de la imagen pública de la ciencia que proporcionaba «*Science in American Life*» merecería un tratamiento específico en profundidad. Lo relevante aquí, sin embargo, es la existencia de esa propia controversia, de las resistencias que mostraba una parte importante de los actores de la ciencia contemporánea a la hora de aceptar una visión mínimamente crítica con el hecho científico, de su inmersión social y de sus consecuencias en la vida cotidiana de los ciudadanos. ¿Por qué esa incomodidad? ¿Por qué el diálogo entre expertos y profanos de la ciencia sigue siendo todavía tan complejo y lleno de aristas al inicio de un nuevo milenio? Es decir, ¿por qué el progreso científico es percibido con recelo por una gran parte de la sociedad y al mismo tiempo los principales expertos y actores del mismo, atrincherados en sus caparazones de expertos incuestionables, desconfían de las opiniones de los supuestamente profanos?

En la difusión de la ciencia a amplios sectores de la sociedad, algunos ven y han visto en el pasado reciente un arma de legitimación y aceptación social de su propio estatus, pero también han advertido del peligro de la excesiva simplificación e incluso distorsión de las supuestas «verdades»; otros ven una puerta abierta a las siempre «peligrosas» pseudociencias o ciencias alternativas. Las estadísticas de

Francia abonarían en buena parte esa preocupación. En 1995, en el país cuna de la Ilustración y el positivismo, 50.000 ciudadanos definieron su profesión en los formularios de la declaración de la renta como astrólogos, médiums o sanadores, mientras que sólo 36.000 lo hicieron como clérigos católicos y 6.000 como psiquiatras. Encuestas recientes confirman un crecimiento notable de los seguidores de la brujería o la parapsicología. Como reacción a una biomedicina que deconstruye la naturaleza humana hasta sus últimos fragmentos, Francia es también el país de mayor consumo y producción de medicamentos homeopáticos <sup>20</sup>.

Para muchos científicos profesionales, abrir demasiado la puerta de sus palacios del saber implica un riesgo no despreciable de equiparar la ciencia a cualquier otro corpus de creencias y valores, en una especie de alarmante simetría epistemológica con tintes relativistas, que ha causado gran desazón entre muchos profesionales en las últimas décadas. Formados la mayoría de ellos en la superioridad epistemológica del cientifismo, suelen detestar ese relativismo defensor de una pluralidad de racionalidades contingentes y locales <sup>21</sup>. Así lo demuestra por ejemplo la famosa «guerra de la ciencia», que entre otros episodios emblemáticos cuenta con el gran escándalo provocado por el físico Alan Sokal. En 1996, con la intención de desacreditar precisamente ese relativismo creciente, Sokal consiguió superar el sistema de evaluación académica (*peer review*) y publicar un artículo lleno de falsedades en la revista *Social Text* <sup>22</sup>. Con ese «experimento» pretendía demostrar la decadencia a la que habían llegado algunos humanistas y científicos sociales, interesados en el estudio de la ciencia, pero presos de su propia ignorancia <sup>23</sup>. Las consecuencias fueron agrias y con múltiples aristas, y cuestionaron de nuevo el problema de la autoridad científica de los expertos y sus límites <sup>24</sup>. El conflicto se había iniciado probablemente en 1994 con la publicación de un polémico libro del biólogo Paul Gross y el matemático Norman Levitt, como reacción a las críticas proferidas contra la ciencia por la llamada izquierda académica (*academic left*), que desde su punto de vista contaminaba seriamente la propia investigación científica <sup>25</sup>. El libro de Sokal y Jean Bricmont, sobre lo que ellos consideraban como «imposturas intelectuales», apareció en 1998 como culminación de la furia de los expertos en ciencia ante nuevas interpretaciones calificadas de relativistas o simplemente fraudulentas <sup>26</sup>.

Efectivamente, en las últimas décadas, uno de los «demonios» de la comunidad científica ha sido la supuesta influencia excesiva

en la opinión pública de unas ciencias sociales y humanas, interesadas en analizar la ciencia como objeto de estudio, pero con posiciones consideradas a menudo como demasiado radicales, que desde la perspectiva del *establishment* de los expertos ponen demasiado énfasis en la relación entre ciencia y poder, y atentan contra esa imagen, ingenua pero eficaz, de una ciencia objetiva, neutral, al servicio incuestionable del progreso de la humanidad<sup>27</sup>. Como señalaba el pensador británico Jérôme R. Ravetz, en los años setenta y ochenta del siglo pasado, la percepción pública de la ciencia cambió notablemente<sup>28</sup>. Se pasó en poco tiempo de considerarla un método neutral y objetivo para estudiar la naturaleza, o para descubrir la «verdad», a concebirla como un fenómeno socialmente condicionado por factores como los valores, las creencias, los intereses profesionales, las ambiciones personales o los derechos de propiedad<sup>29</sup>. Así, las críticas actuales a la ciencia se expresan a menudo públicamente y se fundamentan en la falta de robustez social de esta última, es decir, en su poca capacidad de diálogo sincero con la sociedad<sup>30</sup>. Esa nostalgia de la ciencia pura se manifiesta por ejemplo en Francia con las frecuentes protestas de los investigadores profesionales (unos 150.000 en todo el país), contra la jerarquización del sistema científico y la reducción y el control del sector público. Se desvanece la primacía de la investigación académica con finalidades cognitivas autónomas, para dar paso a un nuevo régimen de saber en el que, en un nuevo paradigma tecnocientífico, se desdibuja la distinción entre investigación básica y aplicada y la supuesta e idealizada autonomía del científico respecto a la sociedad.

Si la modernidad reposaba entre otros valores en el prestigio de la ciencia académica y su capacidad por moldear la técnica, la nueva era ha alumbrado, como veremos en algunos capítulos de este libro, la hegemonía de la técnica y la crisis del experto científico, la crisis de las disciplinas tradicionales para su progresiva convergencia en un nuevo corpus de saber en continua negociación con los agentes sociales<sup>31</sup>. Para autores como Helga Nowotny y Dominique Pestre, la ciencia ya no puede basar su autoridad en la reivindicación de su especial relación con la verdad o como portavoz de la propia naturaleza. Ambas reivindicaciones han perdido fuerza y sentido, y han sido reemplazadas por otros valores más instrumentales. Lo que realmente importa hoy en día son sobre todo las relaciones con la industria y con los mercados para la producción de complejos artefactos técnicos y tangibles beneficios para la sociedad<sup>32</sup>. En

una línea parecida, en la década de 1980, el filósofo francés Jean-François Lyotard (1924-1998) anunciaba una visión del saber en el que la ciencia académica tradicional se deslegitimaba progresivamente a causa de la crisis de su papel como agente emancipador, la debilidad de las visiones de conjunto en aras de una especialización galopante y la acelerada fragmentación de los discursos y su consiguiente pluralidad <sup>33</sup>.

Bajo el síndrome del déficit, los expertos están cada vez más preocupados por su imagen pública por la posible pérdida de influencia y aceptación social. De ahí los reiterados intentos de los científicos profesionales, administradores públicos y gestores privados por aumentar a toda costa el interés, la comprensión e incluso la complicidad con la ciencia por parte del público, un síntoma más de ese malestar de la cultura científica que se hace patente en nuestro propio presente <sup>34</sup>.

### **La divulgación tradicional**

Éstas son sólo algunas notas impresionistas, en ningún caso exhaustivas, de la permanencia de ese malestar. Es probable que esta situación se deba en buena medida a las consecuencias negativas de lo que podríamos calificar como una visión «tradicional» de la divulgación científica, que habría penetrado de forma sutil en nuestra concepción del mundo y en nuestros valores. Muchos autores coinciden en señalar que hemos heredado una circulación del conocimiento científico demasiado sesgada, vertical, textual y ahistórica <sup>35</sup>. Desde esta perspectiva, los científicos y las instituciones científicas serían las autoridades indiscutibles a la hora de decidir entre lo que es y lo que no es la ciencia, entre lo que debe ser transmitido a la sociedad y lo que debe permanecer en el ámbito restrictivo de los expertos <sup>36</sup>. Esta autoridad de los expertos sería además atribuible a cualquier época histórica sin distinciones ni matices. Además, los supuestos profanos serían, en términos científicos, un desierto de ignorancia y pasividad epistemológica; no tendrían prácticamente nada que decir, ni podrían poner en cuestión el conocimiento superior y más fiable de los expertos. En algún caso, podrían manifestar por ejemplo su satisfacción o desagrado, como espectadores ante una determinada manifestación pública de la ciencia (conferencia, exposición, film, etc.), pero en absoluto cuestionar el propio contenido de la misma. La crítica litera-

ria, o artística en general, ampliamente arraigada en la esfera pública de Occidente, no podría extrapolarse a la ciencia, ya que el conocimiento de esta última viajaría siempre en una sola dirección: desde los expertos creadores de conocimiento, a los legos o profanos.

En esta tradición, el contenido del conocimiento científico se encuentra fundamentalmente en los textos; una idea que refuerza la autoridad de los expertos como «legisladores» del saber, como autores de las normas escritas que nos permiten distinguir una explicación rigurosamente «científica» de una explicación más o menos superficial de un fenómeno determinado. Así, en el proceso de divulgación, estos textos serían simplificados y con frecuencia distorsionados o degradados, y el conocimiento perdería su estado prístino de pureza una vez modificado para ser explicado a los que no saben. Obviamente, cada especialidad científica habría desarrollado su propio lenguaje (literario, matemático, simbólico) y seleccionado sus propios textos canónicos de referencia. No obstante, otras formas de expresión del conocimiento científico (dibujos, fotografías, modelos, maquetas, diagramas, objetos de laboratorio, etc.) tendrían una consideración secundaria, más bien subsidiaria o complementaria de las esencias del saber escrito o impreso.

Desde esa visión tradicional, la divulgación científica suele ser considerada como un fenómeno neutro desde el punto de vista político. La propia separación formal entre ciencia y técnica en muchos discursos públicos abonaría esta idea, de manera que la creación intelectual de la ciencia pura, racional y objetiva, estaría liberada de las supuestas miserias de lo cotidiano, de cualquier responsabilidad ética de sus aplicaciones. Se justificaría así la necesidad de explicar la ciencia a los profanos para evitar que estos últimos caigan en el pantanoso terreno de las pseudociencias, o en la subjetividad de la ideología o las opiniones personales, todo desde una autocomplacencia y superioridad ética y epistemológica del emisor, desde la supuesta victoria de la *episteme* del experto ante la *doxa* u opinión pública del profano <sup>37</sup>.

Más o menos conscientemente, hemos heredado una imagen de la ciencia moderna demasiado centrada en una élite muy reducida de protagonistas, creadora de teorías, experimentos y máquinas fascinantes. La narración histórica de las grandes figuras, la historia de la ciencia de los Copérnico, Galileo, Newton, Darwin, Einstein y de sus obras irrepetibles nos ha alejado durante décadas del análisis del discurso científico íntimamente ligado al medio cultural y social en el que nace, crece y se desarrolla, y ha favorecido la separación en-

tre los grandes actores de la historia y las masas pasivas de supuestos ignorantes. Se trata de un fenómeno aparentemente paradójico pero de gran importancia en la construcción de la cultura occidental. Si en un primer momento, la existencia de públicos cada vez más numerosos, consumidores de discursos científicos, sobre todo a partir del siglo XIX, habría contribuido a la construcción de nuevos y más fluidos canales de comunicación entre expertos y profanos, en realidad parece haber ocurrido precisamente lo contrario. Se ha legitimado la autoridad de las élites científicas, creando una separación casi esotérica entre los creadores de ciencia y sus consumidores, construyendo a menudo la imagen pública de una ciencia objetiva, útil, en la que los públicos interpretan siempre un papel secundario<sup>38</sup>. Desde esta perspectiva, nuestra ciencia contemporánea se habría forjado en una gran cruzada cultural destinada a lavar su mala imagen después de las dos guerras mundiales, con su victoria ante una opinión supuestamente enferma de irracionalismo y superstición<sup>39</sup>.

El ya famoso artículo de Stephen Hilgartner, publicado en 1990 en la revista *Social Studies of Science*<sup>40</sup>, describe con acierto las etapas que constituyen el modelo tradicional de divulgación científica. En primer lugar, desde una supuesta posición de autonomía considerable con relación al resto de la sociedad, los científicos profesionales desarrollan conocimientos nuevos en sus laboratorios y centros de investigación cerrados al público; mientras que en una segunda fase son ellos mismos, a menudo los comunicadores profesionales, los que difunden nuevas versiones de esos conocimientos a los profanos en general. Hilgartner denunciaba, sin embargo, cómo esta estrategia de divulgación es con frecuencia utilizada por los propios científicos y expertos con la intención de decidir ellos mismos cómo debe ser interpretada la ciencia por parte de los profanos, y así mantener su estatus social privilegiado. Se trataría de una visión dominante de la divulgación (*dominant view of popularization*), de una apropiación y un control sobre los contenidos de los discursos simplificados. La visión dominante de la divulgación otorgaría así a los científicos algo equivalente al valor epistémico del derecho a acuñar moneda. Incluso en los casos en los que los expertos pudieran demostrar que los divulgadores han cometido errores a la hora de difundir una determinada ciencia al público, reforzarían igualmente su propia autoridad como depositarios exclusivos de conocimiento<sup>41</sup>.

Otros autores han seguido esta estela crítica de Hilgartner hacia la visión tradicional de la divulgación científica y el modelo del dé-

ficit. En 2000, David Dickson, editor de noticias de *Nature*, y una persona de brillante carrera profesional en el mundo de la comunicación científica, valoraba algunos aspectos de un reciente informe de la *House of Lords* británica sobre las relaciones entre ciencia y sociedad al final del milenio <sup>42</sup>. Dickson rechazaba la imagen de una transmisión jerárquica de la ciencia (en buena parte legitimada por el PUS) <sup>43</sup>. Lo expresaba con la frase: «The public is not stupid», que viene a resumir de manera quizás demasiado sucinta pero contundente buena parte del espíritu del presente libro <sup>44</sup>. Es decir, nuestros públicos de la ciencia, en un sentido amplio, no permanecen pasivos y tienen instrumentos intelectuales diversos para realizar una aproximación más o menos crítica a los discursos que emiten expertos, instituciones y medios de comunicación. Según Dickson, publicaciones como *MIT's Technology Review* o *New Scientist* habrían conseguido hace unos años desarrollar un discurso sensible a la compleja epistemología de sus lectores, pero ese estilo de comunicación habría perdido fuerza y capacidad de influencia en las últimas décadas. Dickson abogaba por estimular un diálogo constructivo entre emisores y receptores del conocimiento científico, por un reforzamiento epistemológico del público, en última instancia, por un proceso, controvertido pero necesario, de progresiva democratización de la ciencia contemporánea.

Aunque más alejada del ámbito de los estudios sobre la ciencia, una idea importante que ha proporcionado argumentos sólidos para la crítica a esa visión tradicional ha sido la de «esfera pública», formulada por el filósofo alemán Jürgen Habermas en 1962, donde explicaba la emergencia de la democracia en Occidente desde el siglo XVIII a través de un conjunto de fenómenos culturales nuevos: la proliferación de libros, periódicos y revistas, la aparición de nuevas instituciones, la crítica y la discusión pública, la importancia del discurso racional crítico y las conexiones entre el Estado y el individuo a través de la mediación de nuevas instituciones, en definitiva, un fenómeno urbano y burgués que se encontraría en la base de la propia modernidad occidental. Así, la esfera burguesa capaz de integrar la discusión, la crítica y la controversia emergería progresivamente entre la esfera privada familiar, la sociedad civil y la esfera pública del Estado y la Administración. Desde la perspectiva de la ciencia, la imprenta, la crisis del hermetismo y de la alquimia, la autoridad del experimento o de la conferencia pública, el debate y la controversia constituyeron, como veremos más adelante, una novedad sig-

nificativa en la cultura ilustrada <sup>45</sup>, cuyas raíces se remontan probablemente al Renacimiento.

En sus reflexiones sobre los mecanismos de comunicación en las sociedades modernas, Habermas destaca que, para superar las tensiones entre el discurso normativo, rígido y vertical del Estado y el proveniente de la sociedad civil, se requieren de nuevos espacios para la deliberación y la toma de decisiones. Una sociedad democrática necesita, por tanto, de interacciones variadas y continuas entre múltiples esferas que intersectan la sociedad civil con las instituciones políticas. Así, en la complejidad de los actos comunicativos en la esfera pública se encuentra buena parte de la clave para comprender las sutiles relaciones de poder entre expertos y profanos a lo largo de la historia <sup>46</sup>. Para Habermas, la inclusión de cada vez más participantes en una determinada discusión sobre cualquier ámbito del conocimiento puede degradar la calidad del discurso o distorsionarlo, pero los requerimientos de la democracia y las características de nuestras sociedades hacen que ya sea imposible regresar a una esfera restringida y elitista; es decir ya no podemos obviar el debate sobre la naturaleza más o menos «democrática» del conocimiento científico <sup>47</sup>.

Es precisamente bajo la inspiración de esa esfera pública de Habermas, entendida en un sentido amplio, que se estructuran los capítulos de este libro. Con la intención de revisar críticamente el modelo del déficit, cada uno de ellos nos transporta a determinados tiempos y lugares históricos, a determinadas prácticas y espacios de divulgación, de socialización del saber, nos familiariza con determinados protagonistas, emisores y receptores activos de conocimiento científico. La «ciencia impresa» supera las barreras cronológicas establecidas por Habermas, para situar su punto de partida en el Renacimiento, en el nacimiento de la imprenta y su papel en la difusión del conocimiento científico en los nuevos libros y sus lectores. Se abordan más adelante cuestiones importantes como la cultura del newtonianismo, las enciclopedias y otros medios de difusión del conocimiento impreso, para desplazar después nuestra atención a la cultura impresa del mundo industrial del siglo XIX, en el que paradigmas tan selectos como el Darwinismo, o tan controvertidos como la frenología, cobraron una vitalidad inesperada en libros, artículos, panfletos o en la prensa cotidiana. Además, se analiza cómo las percepciones de salud y enfermedad traspasaron históricamente los estrictos límites de la medicina universitaria para impregnar toda la sociedad con libros de medicina doméstica, o farmacopeas populares. A través del circuito del libro, autores, edi-

tores y lectores cobran un protagonismo inesperado como públicos de la ciencia, hasta el punto que sus influencias mutuas se convierten en factores nada despreciables a la hora de analizar la trastienda de la propia elaboración del conocimiento. ¿Qué mejor fuente que una enciclopedia para captar el estado de la cuestión de un determinado saber en una determinada época?, o ¿cómo es posible que determinados libros de divulgación, convertidos en éxitos de ventas, hayan tenido una influencia notable en la propia configuración de disciplinas científicas o políticas de investigación?

La «ciencia espectáculo» nos introduce en aspectos importantes de la cultura material de la ciencia, más relacionada con los objetos, las representaciones, el factor visual, los rituales, la fascinación o la feria. De ahí la importancia de los *cabinets de curiosités* hasta bien entrado el siglo XVIII, las exposiciones universales, los museos de ciencia en toda su variedad y complejidad, o las representaciones de ciencia capaces de llenar teatros y salas de cine de un público ávido de entretenimiento y diversión. Constituyen ejemplos excelentes para superar precisamente esa hegemonía de lo textual, tan arraigada en la visión tradicional de la divulgación científica, y dar así protagonismo a todo un conjunto de manifestaciones culturales de gran poder de mediación. Mientras los teatros de anatomía abrían las puertas a un público variado, espectador fascinado por los nuevos rituales de la disección y la interacción con el cuerpo humano, otros teatros se llenaron más adelante de curiosos para contemplar espectaculares experimentos de física o de química. Máquinas, instrumentos y objetos diversos se exhibían en público para deleite de miles de visitantes en palacios de ciencias, galerías de máquinas o pabellones, en rituales espectaculares y grandilocuentes con intenciones y reacciones plurales. En tensión permanente entre la instrucción y el entretenimiento, la ciencia se ha dotado progresivamente en la esfera pública de una notable dosis de teatralidad, en la que la estrategia de diálogo con la audiencia tiene un papel a veces tan relevante o más que el propio contenido de los conocimientos a comunicar.

La «ciencia heterodoxa» discute puentes de diálogo y antagonismos entre expertos y profanos. Cuestiones importantes de legitimación profesional, o de intereses corporativos, especialización y autoridad científica se dirimen a menudo en la esfera pública, y requieren de continua negociación y consenso. Prácticas heterodoxas (como el magnetismo animal, la homeopatía o la frenología), fueron denostadas por la autoridad científica de cada momento, pero legiti-

madras de forma espectacular por el público, por las colas de pacientes ávidos de recibir esos extraños tratamientos. Incluso en pleno siglo XIX y en buena parte del siglo XX, el factor *amateur*, aficionado, en los límites de la ortodoxia, habría desempeñado un papel más relevante de lo que podríamos pensar a primera vista. Sólo hace falta recorrer, por ejemplo, la historia de la astronomía o la de la historia natural para descubrir como importantes sociedades *amateurs*, tertulias, o redes de contactos personales, resultaron fundamentales para la elaboración de determinadas medidas u observaciones, así como para la difusión de determinados saberes. Pero los puentes de la ciencia *amateur* se pueden extender también a la figura de los divulgadores, que cobraron una relevancia notable a lo largo del siglo XIX, aunque con un estatus bastante ambiguo y poco definido. Los mismos profesionales de la ciencia universitaria se convirtieron a menudo en divulgadores, pero otros, poco a poco, obtuvieron un estatus profesional propio, que les permitió ganarse la vida con las ventas de sus obras de ciencia para todos. Su papel no es ingenuo ni neutral. Los divulgadores tienen intereses e ideología política como cualquier otro gremio, pero su papel mediador, su capacidad por derribar fronteras y conectar clases sociales y áreas temáticas es especialmente relevante. De igual modo, la disputa entre la ciencia profesional, más próxima al experto y a la ortodoxia, y la *amateur*, más cercana al profano y a la heterodoxia, se libró y se libra en la esfera pública a diferentes niveles, en una continua lucha por la hegemonía cultural que incluye también a la religión.

En la «ciencia en las aulas», el libro vuelve su mirada hacia los estudiantes, uno de los públicos de la ciencia más importantes, tanto desde el punto de vista cualitativo como cuantitativo. Para algunos se trata simplemente de un público cautivo que recibe de manera pasiva los consensos de una época determinada en forma de ciencia normal kuhniana, empaquetada en forma de planes de estudios o manuales escolares o universitarios. Para otros se trata de agentes activos en la construcción del propio conocimiento científico. Una mirada más crítica de la educación en general, y de la educación científica en particular, nos sumerge en la controvertida cuestión del papel de la ciencia y de su enseñanza como elemento de control y disciplina social, una tesis de inspiración foucaultiana, alejada de ese optimismo tácito de raíz positivista que yace detrás de numerosos discursos sobre el progreso de la ciencia y sus consecuencias siempre beneficiosas para el bienestar de la humanidad. Se reivindica aquí la creatividad

intelectual del acto docente, la necesidad de reconstrucción rigurosa de las prácticas en el aula, de una cierta etnografía y arqueología del aprendizaje, en la que cobran un papel relevante objetos y fuentes hasta ahora poco consideradas como los apuntes de los estudiantes, los instrumentos científicos, los exámenes, o las notas de clase del propio profesor. El capítulo no descarta además la existencia de prácticas variadas de educación informal, desde los movimientos de extensión universitaria a los proyectos educativos de los ateneos obreros, en un contexto en el que las fronteras entre divulgación científica y educación reglada se diluyen de forma notable.

La «ciencia de la técnica» nos recuerda la eterna tensión entre pensar y hacer, entre el cerebro y la mano, y rescata testimonios de artesanos y obreros industriales, junto a las de los académicos e ingenieros, que de manera dialéctica han construido buena parte de la cultura científica de las sociedades occidentales. Así como no podemos comprender la revolución científica de los siglos XVI y XVII sin tener en cuenta un conjunto muy importante de textos impresos poco conocidos, tampoco es posible entender la cultura científica de esa época sin la participación activa de artesanos y fabricantes de instrumentos. El capítulo evita una discusión esencialista sobre las fronteras entre la ciencia y la técnica, y se sitúa en cada momento histórico en la piel de sus propios protagonistas para demostrar que los actores concretos de determinadas habilidades técnicas, tanto preindustriales como industriales, son y han sido variados y plurales<sup>48</sup>. Artesanos, obreros industriales, ingenieros, técnicos especializados y usuarios, constituyen los públicos de la técnica, cada grupo con sus propios valores y su peculiar relación con el objeto y la máquina. De este modo, por ejemplo, las antiguas culturas gremiales habrían pervivido a lo largo de los siglos, incluso en plena industrialización, y explicarían así los importantes movimientos de resistencia al cambio técnico que se han dado a lo largo de los siglos XIX y XX. En épocas más recientes, aparece un actor fundamental, el usuario, a menudo relacionado con el consumidor, agente clave en las sociedades industriales de producción de bienes a gran escala. Sus actitudes ante la máquina, sus decisiones de compra, su percepción de la técnica, moldean a largo plazo las características de los propios objetos. Más allá de la legitimación teórica o académica de cada una de las máquinas que acompañan nuestra vida cotidiana, su papel es clave para comprender aspectos fundamentales de nuestro presente.

La «ciencia mediática» nos plantea la posibilidad de que, al menos en la segunda mitad del siglo XX, la presencia de determinados temas científicos en los medios (prensa, radio, televisión o Internet) no sea simplemente el resultado de una simplificación para el gran público de una investigación ya realizada previamente, sino que forme parte del propio proceso de construcción de conocimiento. Ejemplos como la teoría Gaia, la irrupción pública de la bioquímica, la evolución humana, la fusión fría o el cambio climático vendrían a demostrar que no es posible analizar el estado de la cuestión de cada uno de estos temas sin una participación significativa de los medios, sin la propia implicación de los expertos en ellos, y sin tener en cuenta las consecuencias que la publicación de determinada información puede tener para el devenir de la propia investigación. Si el conocimiento de los expertos, incluidas sus discrepancias, llega al público sin un consenso previo, la autoridad de los primeros se resiente de manera notable, pero la legitimación de determinadas teorías requiere, sin embargo, del beneplácito de los medios y de la opinión pública en general. He ahí una de las paradojas de nuestro presente.

Finalmente, la «ciencia democrática» identifica algunos cambios que se han producido en las últimas décadas, y que parecen indicar un papel más relevante del público, ahora convertido en ciudadano activo. Se trataría, al menos como hipótesis de trabajo, de un modelo participativo que estaría sustituyendo el ya antiguo modelo de déficit. Las asociaciones de pacientes comprometidos, las de consumidores o usuarios, los grupos ecologistas, antinucleares o anti alimentos transgénicos, las nuevas preocupaciones éticas sobre los límites de la biología molecular, etc., serían ejemplos para el optimismo, antídotos para luchar con eficacia contra el malestar de la cultura científica que ha contaminado en mayor o menor medida todo el siglo XX. Nuevos grupos de pacientes especialmente activos y reivindicativos podrían haber llegado incluso a influir en determinadas líneas de investigación médica, o sus testimonios, más allá de la rigidez de los procesos tradicionales de medicalización, habrían devuelto al menos en parte la voz a los enfermos. Ese impulso democrático nos sirve al menos de inspiración para plantear a grandes rasgos las características deseables de una nueva cultura científica que seguramente se está fraguando en la actualidad en nuestras sociedades postindustriales.

Llegados a este punto, parece claro que, tanto en el pasado como en los albores del tercer milenio, la existencia de unos expertos y profanos bien definidos, junto con unos mediadores que les ponen en contacto de forma automática parece de entrada una idea demasiado ingenua. Todos tienen sus intereses y negocian su legitimación y su estatus con relación a los demás, en cada tiempo y lugar. Si queremos realmente proporcionar una mirada alternativa a esa visión tradicional de la divulgación científica, debemos dar voz a los variados públicos de la ciencia a lo largo de la historia. Busquemos entre los escombros del pasado testimonios que nos informen sobre qué sabían los diferentes actores, e intentemos reconstruir sus estrategias genuinas de apropiación activa del conocimiento. Sólo así tendremos argumentos para proponer al final del libro un proyecto de nueva cultura científica, que pueda contribuir al menos en parte, a paliar ese sutil malestar esbozado a lo largo de estas páginas introductorias.

## Capítulo 1

### LA CIENCIA IMPRESA

«[Debemos] distanciarnos de la aparente estabilidad de nuestra cultura impresa, con sus ediciones uniformes, su capacidad de reproducción masiva y su fijación tipográfica [...] “¿Producen los libros las revoluciones científicas?” [...] En sí mismos, no, pero en la manera como son fabricados, usados y leídos, seguramente sí» (Adrian Johns, 1998) <sup>1</sup>.

En su famoso libro *El queso y los gusanos* (1979), el historiador Carlo Ginzburg reconstruyó hace unas décadas la vida de Domenico Scandella, conocido como Menocchio, un molinero de la región de Friuli, en el norte de Italia, que tenía unos intereses intelectuales poco comunes entre los de su condición a finales del siglo XVI. Menocchio tuvo acceso a libros importantes como el *Decamerón*, la *Biblia* en lengua vulgar o *Il Fioretto della Bibbia* (una traducción de crónicas medievales catalanas) <sup>2</sup>. Elaboró su propia cosmología, un relato heterodoxo en el que el papel de Dios en la creación era puesto en entredicho, para incomodidad de la autoridad eclesiástica en plena Contrarreforma. Según su testimonio ante la Inquisición, en un principio reinaba el caos; los cuatro elementos aristotélicos (tierra, agua, aire y fuego) estaban mezclados uniformemente; entonces, como el queso surge de la leche, de la masa original del cosmos surgieron gusanos, encarnados en los ángeles y el propio Dios. Se trataba de una cosmovisión heterodoxa, provocativa, con tintes materialistas, que parecía no encajar ni con la vieja filosofía natural aristotélica adaptada al cristianismo a lo largo de la Edad Media, ni con la nueva ciencia que nacía en aquella época.

Ante nombres como el de Nicolás Copérnico (1473-1543), padre de la teoría heliocéntrica; Andreas Vesalio (1514-1564), el famoso médico de las disecciones anatómicas, o humanistas como Erasmo de Rotterdam (1466-1536) o Tomás Moro (1478-1535), Menocchio es un protagonista inesperado. Su historia evidencia, sin embargo, la coexis-

tencia de distintas cosmovisiones, a veces enfrentadas en un mismo período histórico, la fragilidad de los mecanismos de autoridad, así como la difícil delimitación entre el saber ortodoxo y el heterodoxo. Nos interroga sobre la distancia cultural que separaba en el siglo XVI a un humilde molinero, de los grupos intelectuales más refinados, pero también sobre los lugares comunes que podían compartir.

Podemos pensar que el caso de Menocchio es sólo una excepción, una anécdota curiosa, una pequeña trampa de la microhistoria, que no puede extrapolarse. No obstante, ante las numerosas evidencias de un saber «profano» en el siglo XVI, quizás deberíamos replantear algunas de nuestras ideas preconcebidas sobre el supuesto aislamiento, autonomía y superioridad indiscutible de filósofos naturales y humanistas del Renacimiento, cuya autoridad se remonta incluso a los profesores universitarios medievales<sup>3</sup>. De hecho, estudios recientes sobre la Inquisición española demuestran que ésta se preocupó más de controlar y reprimir a potenciales lectores poco instruidos, que no a las élites intelectuales, con las que, de una forma u otra, tenía determinadas alianzas y pactos, una vez superado un primer momento de tensiones con algunos humanistas. Los lectores urbanos de cultura media o baja, los lectores libres, las mujeres, los jóvenes no universitarios fueron sometidos a un mayor control<sup>4</sup>. De ahí que el caso de Menocchio, aparentemente excepcional, nos obligue a revisar los mecanismos de circulación del conocimiento, y del conocimiento científico en particular, en la era de la sustitución de la antigua cultura manuscrita por la nueva cultura impresa.

Tendemos a pensar que el texto impreso, asociado al descubrimiento y desarrollo de la imprenta, ha sido el principal vehículo de fijación y posterior difusión del conocimiento científico desde el siglo XV hasta finales del siglo XX. Influidos por la obra de Thomas S. Kuhn (1922-1996), asociamos generalmente los grandes paradigmas de la ciencia a determinados textos emblemáticos: la edición en forma de libro del *Almagesto* de Claudio Ptolomeo (c.100-c.170) y la compilación renacentista del geocentrismo; la publicación del *De Revolutionibus Orbium Coelestium* de Copérnico y el nacimiento del heliocentrismo y la ciencia «moderna»; los *Principia Mathematica Philosophia Naturalis* de Isaac Newton (1643-1727) y la culminación de la nueva física de la revolución científica; el *Traité élémentaire de chimie* de Antoine-Laurent Lavoisier (1743-1794) y la síntesis original de la revolución química de finales del siglo XVIII; el *Origin of Species* de Charles Darwin (1809-1882) y la derrota del creacionismo ante el nuevo para-

digma evolucionista, o los textos de Albert Einstein (1879-1955), impresos y publicados a partir de 1905, como símbolos de una nueva revolución en la física en el siglo XX<sup>5</sup>. Así, la ciencia occidental estaría en buena parte condensada en esas obras maestras, en esos textos sublimes, que una y otra vez deberían ser salvados de los reiterados incendios imaginarios de las sucesivas bibliotecas de Alejandría.

Es indiscutible que éstas y otras muchas obras impresas forman parte de nuestro patrimonio científico y deben ser preservadas y analizadas críticamente por los historiadores. No obstante, corremos el riesgo de convertir la historia de la ciencia en un magnífico álbum de fotos fijas, de momentos emblemáticos e irrepetibles, y enmascarar así aspectos fundamentales de la compleja circulación de esos paradigmas y sus variadas versiones impresas en una determinada sociedad. El historiador Robert Darnton describió ya hace años el circuito de comunicación del conocimiento impreso: los mensajes pasan de autores a editores, impresores, distribuidores, librerías o vendedores, hasta llegar a los lectores, y ante sus reacciones, de nuevo a autores y editores, para iniciar de nuevo el ciclo en un proceso de realimentación continua. Los propios autores han llegado a escribir un determinado texto después de múltiples interacciones con otras personas, desde su etapa de formación hasta su pleno desarrollo como expertos en su contexto social. Es decir, los autores han sido lectores, y su producción intelectual sólo puede ser comprendida en ese complejo circuito. En consecuencia, los textos impresos, y los libros en particular, se convierten en objetos culturales con vida propia más que en productos fijos e inmóviles<sup>6</sup>.

Hasta hace poco habíamos considerado que el libro impreso, y el libro de ciencia en particular, actuó como elemento de estabilización del conocimiento clásico, y permitió empezar a dudar sobre la autoridad de los textos antiguos, una vez éstos habían sido recuperados, traducidos a lenguas vernáculas y, de hecho, fijados en la nueva cultura impresa<sup>7</sup>. La reciente historiografía de la lectura nos invita, sin embargo, a distanciarnos de esa aparente estabilidad, y nos aproxima a una historia en la que los libros se transforman en vehículos de negociación permanente del conocimiento, en la que autores, editores y lectores se convierten en públicos activos de la ciencia. Debemos, por tanto, empezar por analizar la ciencia impresa de la época de Mecencio, para adentrarnos más adelante en el dinamismo cultural de los siglos posteriores<sup>8</sup>.

## Los libros de la revolución científica

Superando las limitaciones de la cultura del manuscrito, la imprenta contribuyó, ya a finales del siglo xv, de manera decisiva a la transformación del saber en conocimiento público, reproducido en miles de copias que aceleraban la circulación de las antiguas filosofías naturales, pero también de las nuevas emergentes<sup>9</sup>. Sabemos que Vesalio publicó su *De Humani Corporis Fabrica* en 1543, el mismo año de la aparición del *De Revolutionibus* de Copérnico. Hablamos de dos grandes obras que refuerzan ese «annus mirabilis» como el inicio de la llamada revolución científica de los siglos xvi y xvii, en la que se había de consolidar progresivamente el heliocentrismo, junto con una nueva filosofía natural mecánica y corpuscular, un nuevo lenguaje físico matemático y una nueva cultura experimental, cuya culminación se atribuye a la figura de Isaac Newton (1643-1727), con sus *Principia* (1687) y su *Opticks* (1704). La revolución científica es probablemente uno de los temas sobre el que se ha vertido más tinta en las últimas décadas<sup>10</sup>. Mientras algunos la consideraban, a mediados del siglo xx, como un hito fundamental de la cultura occidental, sólo comparable con el cristianismo<sup>11</sup>, a finales de siglo han aparecido interpretaciones más críticas que discuten la propia existencia de ese período histórico<sup>12</sup>. Más allá de los eternos debates sobre cambio y continuidad, una aproximación renovada a la cultura científica de esa época enriquece y matiza algunas de las interpretaciones hasta hace poco dominantes.

Las grandes obras de la época tuvieron obviamente sus lectores, pero otros textos menos conocidos contribuyeron de manera notable a la difusión del saber fuera de los reducidos círculos de expertos. También en 1543, Vesalio publicó su *Epítome*, una especie de apéndice que resumía el contenido de los capítulos de su obra principal. Estaba destinado a hacer más accesible a sus estudiantes y lectores su fascinante proyecto anatómico y la práctica de la disección como parte sustancial de la nueva medicina, cuyas observaciones y experimentos permitían discutir importantes aspectos de la herencia hipocrático-galénica<sup>13</sup>. En la misma dirección, en 1551, Erasmus Reinhold (1511-1553), profesor de astronomía en la Universidad de Wittenberg y discípulo de Copérnico, elaboró unas tablas que, aunque estaban basadas en la obra del padre del heliocentrismo, ajustaban algunos datos y permitían un acercamiento de la nueva astronomía a un número

más amplio de lectores <sup>14</sup>. Sólo unas décadas más tarde, el astrónomo danés Tycho Brahe (1546-1601) pudo analizar todos los datos de la astronomía antigua gracias a las versiones impresas que ya circulaban, y que condicionaron sus futuras observaciones <sup>15</sup>.

Otras publicaciones escapaban de los círculos académicos. Los llamados *libros de secretos* representaron un importante proceso de transición desde una tradición «esotérica» medieval hasta una nueva filosofía natural más «popular», de orientación utilitarista, próxima a las tradiciones artesanales, a la llamada *magia naturalis*. Contribuyeron además al desarrollo del nuevo carácter público del experimento moderno al estilo baconiano. Sus autores, Alessio Piemontese, Giovanni Ventura Rosetti, Girolamo Ruscelli, Isabella Cortere, Leonardo Fioravanti o Giambattista della Porta (1535-1615), entre otros, pronto se convirtieron en «profesores de secretos», con plena dedicación a este nuevo oficio. Produjeron una nueva ciencia pública, impresa, escrita en lenguas vernáculas, que circulaba en boticas, talleres artesanos, academias, cortes o plazas, y que proporcionaba a los lectores conocimientos sobre metalurgia, alquimia práctica, medicamentos, colorantes, recetas médicas, consejos domésticos, etc. Con relación a las ciencias más «oficiales» de mayor contenido teórico como la astronomía, la óptica, la mecánica o la medicina, sus textos eran más asequibles para los artesanos, profanos o no académicos en general <sup>16</sup>.

En el caso de Piemontese, sus *Secreti*, publicados inicialmente en 1555, llegaron a tener más de cien ediciones en diferentes idiomas hasta finales del siglo XVII <sup>17</sup>. Aunque estaba basada en presupuestos alquímicos y astrológicos de difícil comprensión desde nuestro presente, la *Magia naturalis* (1558) de Della Porta proporcionó en la práctica numerosos consejos prácticos para comerciantes: informaba sobre el cuidado de plantas y animales, sobre belleza femenina, recetas de cocina, transmutación de metales, destilación y piedras preciosas <sup>18</sup>. Tal como ha estudiado con detalle el historiador William Eamon, los profesores de secretos tenían en general poca fe en la teoría. No obstante, heredaron una visión coherente del mundo natural y llevaron a cabo sus investigaciones en un marco intelectual que compartían con la mayoría de sus lectores. Sólo así se explican sus éxitos de ventas. Desde los lugares comunes de la receta empírica y la experiencia cotidiana, la base filosófica de su discurso intentaba proporcionar explicaciones racionales de las fuerzas ocultas de la naturaleza que podían ser imitadas, mejoradas y explotadas <sup>19</sup>.

Este tipo de literatura se completaba con tratados dedicados a la minería, la metalurgia o la destilación, en los que se integraba el co-

nocimiento académico universitario con la experiencia práctica en las minas y la relación directa con los artesanos y su conocimiento tácito de un determinado proceso. A veces con posiciones ambiguas respecto a la alquimia, pero en otros casos con una crítica abierta a la misma, esos libros disfrutaron de un notable prestigio y de un buen número de lectores, no sólo por la filosofía natural que llevaban asociada, sino también, de nuevo, por la utilidad de sus numerosas recetas. En la Centroeuropa germánica encontramos, al inicio del siglo XVI, los pequeños libros de recetas minero-metalúrgicas, los *Probierebüchlein* y, unas décadas más adelante, libros con autores definidos y prestigiosos, como *De la Pirotechnia* (1520) del inspector de minas Vannoccio Biringuccio (1480-c. 1539), el famoso *De Re Metallica* (1556) del médico y humanista George Bauer (1494-1555) —conocido como Agrícola— o el *Beschreibung* (1574)<sup>20</sup> del ensayista de metales Lazarus Ercker (1530-1594) —antiguo estudiante de Wittenberg, como en el caso de Reinhold—. Cada uno de estos autores dirigía su obra a un público diferente. Agrícola escribía para humanistas y élites cultas, aunque sus magníficos grabados se hicieron pronto famosos. No descuidaba las recetas prácticas pero se interesaba también por las explicaciones teóricas de la naturaleza de los metales y su evolución en el interior de la tierra. Biringuccio y Ercker se dirigían fundamentalmente a los patrones mineros y comerciantes con intereses económicos en la minería y la metalurgia. En sus libros, las recetas prácticas primaban sobre la especulación teórica<sup>21</sup>.

Si añadimos este tipo de obras, a los libros de secretos antes comentados, e incluso a los numerosos tratados de alquimia, que también contenían recetas prácticas de purificación de metales y operaciones de destilación, encontramos un amplio conjunto de sutiles intersecciones entre la cultura de las recetas y los nuevos experimentos. Esos libros muestran evidentes alianzas entre académicos y artesanos hasta hace poco desconocidas<sup>22</sup>. Sugieren que cualquier discusión sobre los fundamentos de la revolución científica de los siglos XVI y XVII debe tener en cuenta un ámbito de análisis mucho más amplio que el estudio de la vida y obra de las grandes figuras<sup>23</sup>.

Sabemos además que, en el siglo XVI, los libros circulaban a través de comunidades de lectores, reseñas en publicaciones periódicas, sermones, conferencias, tertulias y cartas. No existía una distinción siempre nítida entre lo popular y lo culto, lo oral y lo escrito, lo lego y lo experto, Menocchio y Copérnico. La ausencia de una definición estricta de propiedad permitía diferentes niveles de apropiación a tra-

vés de diversas prácticas de lectura <sup>24</sup>. Las frecuentes lecturas en voz alta contribuían a superar la barrera aparentemente infranqueable del analfabetismo. Obviamente, la oralidad no había desaparecido a pesar de los libros, como no lo había de hacer en los siglos siguientes <sup>25</sup>.

Era habitual encontrar en los mercados de pueblos y ciudades europeas del siglo xv y xvi una literatura de amplia difusión entre la población: calendarios, almanaques y libros de pronósticos, astrología, construcción, medicina y salud, metalurgia, tintura, alquimia, etc. Destacaban también los llamados «pliegos», que contenían un repertorio de textos en un folio grande del que se formaban ocho páginas con novelas de caballerías o textos religiosos, pero también con almanaques y textos prácticos con contenidos similares a los de los libros de secretos. Los llamados *occasionnels*, publicaciones al servicio de la propaganda religiosa de la Contrarreforma, pero con abundantes descripciones de catástrofes naturales, constituían otra fuente de contenidos científicos al alcance de un público amplio <sup>26</sup>. Como ya intuíamos a partir del caso de Menocchio, éste era un mundo de lecturas activas más complejo de lo esperado. Se han conservado libros con anotaciones a mano en los márgenes del texto impreso que nos informan de las opiniones no siempre favorables de los lectores; lecturas en voz alta, reseñas, panfletos y traducciones permitían nuevos niveles de apropiación del conocimiento.

En sociedades en las que la enfermedad aparecía por doquier y donde la medicina tenía pocos instrumentos para combatirla, así como una profesionalización débil y desigual, no es extraño que los textos de medicina y salud florecieran con la intención de explicar al lector ordinario cómo podía cuidar de su propio cuerpo en ausencia o como suplemento de la actuación médica profesional <sup>27</sup>. Desde el inicio de la imprenta se publicaron libros que proporcionaban consejos médicos, con secretos y recetas dirigidos al público en general <sup>28</sup>. Entre 1490 y 1520, el *Fascículo de Medicina* (1493), una especie de antología de los textos universitarios, tuvo un éxito notable con numerosas reediciones y traducciones. Incluía la circulación de folletos y hojas volanderas con anatomías masculinas y femeninas, a disposición no sólo de los estudiantes universitarios, sino también de aprendices de cirujanos, barberos, sanadores y de un público amplio <sup>29</sup>. También los libros de secretos contenían mucha información sobre materia médica y recetas curativas a menudo adornadas con componentes mágicos y alquímicos. En el siglo xvii, en el contexto de la caridad cristiana de la Contrarreforma, aparecieron manuales de autoayuda, los *charitable handbooks* <sup>30</sup>.

La fuerza de las imágenes en forma de grabados se convirtió además en un poderoso medio de transmisión de conocimiento: pensemos de nuevo en el *De Humani Corporis Fabrica* (1543) de Vesalio, con sus magníficas láminas anatómicas (figura 1.1), seguramente diseñadas por discípulos del pintor Ticiano, y grabadas y publicadas por el editor suizo Johann Oporinus (1507-1568). Vesalio presentaba en sus grabados el cuerpo humano desde el exterior y el interior. En primer lugar, la piel era arrancada para dejar paso al edificio muscular. Más adelante, a través de diversas capas de músculos, el lector podía incluso penetrar hasta los huesos y los diferentes órganos <sup>31</sup>.

De igual modo, la famosa *Micrographia* (1665) de Robert Hooke (1635-1703) contenía una representación espectacular de criaturas minúsculas observadas al microscopio y antes nunca vistas <sup>32</sup>. Si miles de imágenes impresas sobre papel se habían convertido en un importante instrumento de propaganda religiosa, del mismo modo, los detalles de un ala de mosca vista al microscopio, dibujada pacientemente, grabada y finalmente impresa, transmitía una imagen de la nueva ciencia experimental, de legitimación de un nuevo instrumento como el microscopio, que podía ser comprendida y aceptada por un gran número de personas. Circulaban las palabras impresas, pero también las imágenes con una fuerza nunca antes vista. Se imprimieron mil copias de *Micrographia*, que se convirtieron en una referencia sobre las observaciones microscópicas a lo largo de los siglos XVII y XVIII, y extendieron el conocimiento de esa importante práctica científica más allá de las reducidas audiencias de la prestigiosa Royal Society de Londres. A través del libro y sus ilustraciones un experimento privado se convertía en conocimiento público <sup>33</sup>.

Los grabados de Vesalio o de Hooke son sólo una pequeña muestra de la revolución visual que representó la ciencia impresa a lo largo de los siglos XVI y XVII. Tal como hemos visto en la introducción, la divulgación científica tradicional concede una gran primacía al texto como depositario de las «verdades», mientras que la imagen, la ilustración, no deja de tener un papel secundario, e incluso subsidiario. Sin embargo, si analizamos el problema desde la perspectiva del público lector, e incluso del público analfabeto contemplando ese tipo de imágenes, la ilustración de un experimento, de un proceso minero o de una planta exótica con propiedades medicinales proporcionaba mecanismos inéditos de difusión y asimilación de conocimiento científico, que debemos sin duda reevaluar.



Fig. 1.1. El famoso grabado de la lección de anatomía de Andreas Vesalio y su público (1543).

Pero si algún autor representaba en buena medida la culminación de la revolución científica, éste era sin duda Isaac Newton (1643-1727), el padre de la gravitación universal, las leyes de la mecánica que han perdurado hasta el siglo xx, o la descomposición de la luz blanca en sus colores constituyentes. Éste no es, obviamente, el lugar apropiado para describir y analizar la ciencia newtoniana, pero sí para discutir algunos aspectos de su dimensión cultural <sup>34</sup>. De hecho, cualquier persona interesada por la historia de la ciencia ha ojeado alguna vez los *Principia* en su edición original en latín de 1687, pero seguramente muy pocos habrán leído ese texto exhaustivamente con todo detalle. Las dificultades de sus demostraciones geométricas son evidentes y constatan la enorme distancia entre el lenguaje matemático del siglo xvii y el nuestro. Pero esa dificultad fue también vivida por muchos de los lectores contemporáneos de Newton, de manera que la difusión y la apropiación en la sociedad de sus ideas principales se realizó a través de la lectura de numerosas obras que «traducían» ese mundo newtoniano casi esotérico a la sensibilidad popular <sup>35</sup>.

De ahí éxitos editoriales como *Astronomical Dialogues between a Gentleman and a Lady* (1719) de John Harris (1666-1719), también autor del *Lexicon Technicum* (1704-1710), un conocido diccionario científico del siglo xviii; o de la obra del constructor de instrumentos científicos Benjamin Martin (1705-1782), *The Young Gentleman and Lady's Philosophy* (1759). En Francia, Pierre-Louis de Maupertuis (1698-1759) publicó el *Discourse sur les différentes figures des astres* (1732), un libro que podía ser leído por sectores mucho más amplios que un artículo presentado en la Académie des sciences de París <sup>36</sup>. Otro de los títulos destacados, que fijaba de antemano sus potenciales lectores era, por ejemplo, *The Newtonian System of Philosophy, adapted to the Capacities of young Gentlemen and Ladies* (1761) de John Newbery (1713-1767) (también conocido como Tom Telescope), que pretendía explicar los conceptos básicos del newtonianismo usando objetos y ejemplos familiares en la vida cotidiana de los lectores. El libro estaba dirigido a niños entre doce y quince años, y sabemos que vendió unos 30.000 ejemplares a finales del siglo xviii <sup>37</sup>.

En esa cultura del newtonianismo, un fenómeno que impregnó la sociedad europea del siglo xviii, industriales, comerciantes, artesanos, mujeres, jóvenes y niños entraron en contacto con aspectos diversos de la obra de Newton, a pesar de su gran dificultad mate-

mática. Así, el newtonianismo representó mucho más que el propio Newton, y trascendió a su genio individual. Sus críticos, divulgadores, lectores, propagandistas y comentaristas llenaron tertulias más o menos selectas, mientras las expediciones científicas se multiplicaban para corroborar *in situ* algunas de sus predicciones teóricas<sup>38</sup>. Ante la dificultad del lenguaje newtoniano, sus divulgadores solían captar la atención de su audiencia con argumentos utilitaristas y teológicos. En Inglaterra, las nuevas leyes de los cuerpos terrestres y celestes, ahora plenamente unificadas, se suponía que habían de aportar enormes beneficios a la navegación, el comercio o la construcción, mientras que la armonía matemática del cosmos se convertía en un poderoso argumento de demostración de la existencia de Dios y del maravilloso diseño de la creación. En 1725, John-Théophile Desaguliers (1683-1744), uno de sus más famosos divulgadores, consideraba que cualquier persona, aunque no tuviera formación en ciencias matemáticas, debía ser capaz de comprender todos esos fenómenos de la naturaleza que habían sido descubiertos a través de principios geométricos o de experimentos<sup>39</sup>.

Uno de los libros de mayor éxito fue *Newtonianismo per le dame* (1737) de Francesco Algarotti (1712-1765), con una apelación directa a un público lector femenino. Émile du Châtelet (1706-1749) publicó *Institutions de physique* (1740) y, pocos años más tarde, la primera traducción francesa de los *Principia* de Newton, que ella misma difundió en los círculos aristocráticos franceses. En los salones de Madame La Fayette, Marie de Sévigné o del duque de La Rochefoucauld, una buena parte de los lectores de esas obras se reunía en tertulias, que incluían la filosofía natural, el cartesianismo o la física newtoniana. Sus miembros, con marcado acento femenino, se convirtieron en uno de los principales públicos de la ciencia en la Ilustración, un ejemplo más de cómo la oralidad y la conversación completaban la ciencia impresa newtoniana<sup>40</sup>.

En 1686, justo un año antes de la publicación de los *Principia*, Louis-Bernard de Fontenelle (1657-1757), futuro secretario perpetuo de la Académie des sciences y uno de los críticos más conocidos de la filosofía natural newtoniana, publicó con gran éxito *Entretiens sur la pluralité des mondes*<sup>41</sup>, un libro reeditado hasta bien entrado el siglo XIX. En el contexto de la cultura aristocrática de la conversación de salón, y en forma de diálogo entre un filósofo natural cartesiano y una dama inteligente pero considerada profana en aquellos temas, Fontenelle explicaba los sistemas de Ptolomeo, Copérnico,

Brahe, los planetas, los satélites y las estrellas, mientras discutía la posibilidad de que otros mundos estuvieran habitados (figura 1.2). Si en un principio había pensado aquel libro para los reducidos círculos de la aristocracia parisina, que podían cambiar con mucha facilidad de tema de conversación —de la poesía a la filosofía o la astronomía—, el éxito de ventas obligó a Fontenelle a revisar tanto el texto como su prólogo, donde incluso se daban consejos sobre los niveles de lectura más adecuados en función de la clase social del lector. En sus propias palabras:

«Debo advertir a los que lean este libro y que tienen conocimientos de física, que no he pretendido en ningún caso educarles o instruirles, sino solamente divertirles, al presentarles de una manera más agradable y simpática lo que ya saben de manera más sólida. Advertio también a aquellos para quienes estas materias son nuevas que creo haberlos podido instruir y divertir al mismo tiempo. Los primeros irán contra mi intención si buscan aquí la utilidad, y los segundos si sólo persiguen el agrado»<sup>42</sup>.

Unas décadas más tarde, otro de los grandes libros de ciencia cuyas profusas explicaciones y láminas consiguieron captar la atención de miles de lectores fue el *Spectacle de la nature* (1732-1750) del clérigo Antonie-Noël Pluche (1688-1761)<sup>43</sup>. Sus ocho volúmenes estaban escritos en forma de conversación cultivada e ingeniosa, propia de un salón ilustrado, y dedicados a la historia natural, la física, la economía, las artes y las manufacturas. En Francia conoció más de cincuenta ediciones, y fue traducido a las principales lenguas europeas. Pluche estaba interesado en estimular la curiosidad de los jóvenes aristócratas, y les inculcaba la piedad religiosa y el entusiasmo por la filosofía natural experimental. Inspirado en la teología natural newtoniana, los lectores se aproximaban a la inteligencia del Creador a través de la gravitación y la descomposición de la luz blanca, la formación de ríos y mares, los terremotos, la respiración, la naturaleza del fuego y del aire, además de la descripción detallada e ilustrada de numerosos experimentos. Las correspondientes traducciones adaptaron, sin embargo, algunos de los contenidos de la obra a los contextos culturales de cada país, hecho éste que contribuyó todavía más a su éxito a nivel europeo<sup>44</sup>.

Pero la ciencia impresa de la época tenía además otros registros. En un contexto de pluralismo médico, proliferaron los manuales de



Fig. 1.2. Bernard de Fontenelle en plena explicación de la pluralidad de mundos en sus *Entretiens* (1783) (ed. original, 1686).

autoayuda. Los catálogos de remedios curativos solían incluir el lema: «cada persona se convertirá en su propio médico». Al mismo tiempo, a lo largo del siglo XVIII, iban desapareciendo los elementos mágicos y los textos divulgativos de medicina se convirtieron en buena medida en un arma poderosa contra la superstición, con la intención más o menos explícita de asegurar la profesionalización del médico ante los numerosos charlatanes y curanderos en competencia por un mismo espacio de práctica <sup>45</sup>. Libros de medicina «doméstica», como los del médico escocés William Buchan (1729-1805) y del facultativo suizo Samuel-André Tissot (1728-1797), potenciaban el conocimiento autónomo sobre el cuerpo humano <sup>46</sup>; defendían la higiene y los hábitos preventivos, siempre preferibles a la agresividad de la terapéutica. Ante los temores de un excesivo protagonismo del paciente, otros médicos expresaban claramente que el conocimiento difundido a los legos se debía restringir a la higiene, medidas preventivas y primeros auxilios, y dar a conocer los peligros de los «errores populares», pero sin adentrarse en los porqués últimos de la constitución y funcionamiento del cuerpo humano <sup>47</sup>.

La *Domestic Medicine or A treatise on the prevention and cure of diseases by regimen and simple medicines* fue publicada en su primera edición en Edimburgo en 1769. En el libro, Buchan se mostraba contrario a un excesivo elitismo de la medicina profesional y propugnaba la divulgación de secretos médicos. No pretendía, sin embargo, que cada paciente se convirtiera en médico, o que su libro llegara a sustituir la labor del facultativo. Desde su perspectiva, si la mitad de la humanidad ni podía pagarse la visita a un doctor, y ante el peligro de caer en manos de curanderos o charlatanes, o dejarse seducir por supersticiones terapéuticas variadas, su libro podía ser de gran ayuda <sup>48</sup>. Buchan insistía en que aspectos importantes del conocimiento médico debían formar parte de la educación general del individuo, como arma contra charlatanes, pero también para mejorar el cuidado de los niños en el hogar. Creía además que esa difusión de la cultura médica a través de sus libros contribuiría a una mejor relación del profano con el experto <sup>49</sup>. En una línea parecida, las *Lectures on Diet and Regime* (1799) de A. F. M. Willich difundían consejos sobre higiene para la vida cotidiana de las gentes. En un ambiente puritano que favorecía el control del propio cuerpo, y con algunas reminiscencias neohipocráticas, incluían conocimientos de balneología, cosméticos, masaje, ejercicio físico, dietética y farmacia. En ese contexto, divulgar hábitos preventivos era más frecuente y asequible que

no divulgar hábitos terapéuticos. Permitía además delimitar las competencias entre el médico y el paciente, y preparaba a este último para mejorar la eficacia de una futura visita al facultativo <sup>50</sup>.

La astronomía, la historia natural, la medicina y los diversos elementos que configuraban la filosofía natural en un sentido amplio como parte intrínseca de la cultura de la ilustración se difundieron también a través otras fuentes impresas de carácter enciclopédico, las cuales ganaron terreno entre los lectores a lo largo del siglo XVIII. Cabe citar, por ejemplo, el *Dictionnaire universel des arts et sciences* (1690-1694) de Antoine Furitière, la *Cyclopaedia* (1728) de Ephraim Chambers, la propia *Encyclopédie ou Dictionnaire raisonné des sciences, arts et métiers* (1751-1772) de Denis Diderot y Jean D'Alembert, o la *Cyclopedia* de Abraham Ress (1800). Además de reconsiderar de manera sustancial la organización del conocimiento —recordemos aquí, por ejemplo, el famoso «Discourse préliminaire» de la *Encyclopédie*— todas estas obras incluían voces de contenido científico, que mostraban las fronteras del conocimiento en cada momento, así como la emergencia de nuevas disciplinas sobre las que expertos contratados por los editores escribían las voces correspondientes. En algunos casos se incluían artículos con investigación original. Cada nueva enciclopedia anunciaba en sus estrategias comerciales el tratamiento riguroso de nuevos campos del saber, así como una revisión de los conceptos aparecidos en ediciones anteriores; nada más lejos de una visión estática del conocimiento para los lectores. Estos últimos reclamaban con frecuencia un acceso sencillo a esas nuevas ciencias y condicionaban la propia organización del conocimiento que debía adaptarse progresivamente a sus clientes potenciales <sup>51</sup>.

En el siglo XVIII, el conocimiento presentado en las voces de enciclopedias y diccionarios no era considerado inferior, y tenía un valor duradero para sus diversos lectores, que usaban sus citas para estudiar una determinada ciencia o para apreciar las conexiones entre diversos campos en el mapa del conocimiento <sup>52</sup>. Las enciclopedias eran, por tanto, fuentes privilegiadas para evaluar la cultura científica en un determinado tiempo y lugar, y en muchos casos también para analizar el estado de la cuestión de determinados problemas <sup>53</sup>. Los lectores de enciclopedias se convirtieron además en clientes, en subscriptores de las empresas editoriales, con las que mantenían correspondencia. El libro de Robert Darnton, *The business of the Enlightenment* (1979) fue precisamente resultado de encontrar el archivo de la casa editorial de la famosa obra de Denis Diderot y Jean

D'Alembert en Neuchâtel (Suiza), un hallazgo de gran importancia, para obtener información de primera mano sobre los lectores de la *Encyclopédie*, para identificar las preferencias por esa publicación entre las clases altas aristocráticas del Antiguo Régimen y las clases mercantiles y burguesas, para reconstruir una sociología de la lectura de esas polémicas voces o de la descripción de sus magníficos grabados. En cualquier caso, una de las principales conclusiones es que, entre 1751 y 1772, la *Encyclopédie* se convirtió en un gran negocio de difusión del conocimiento: 17 volúmenes de texto, más de 70.000 voces escritas por más de 130 autores, más de 2.500 láminas en 11 volúmenes más y unos 25.000 suscriptores <sup>54</sup>.

Navegando en las fronteras de la legalidad, editores como Charles-Joseph Panckoucke (1736-1798) utilizaron la *Encyclopédie* como producto comercial a través de la Société Typographique de Neuchâtel. En ese contexto, la relación entre el editor y los potenciales lectores o suscriptores pasó a tener un interés especial que completa el antes mencionado circuito del libro. A pesar de sus mensajes subversivos, amenazantes del orden establecido, y de sus sutiles estrategias para superar la censura oficial, los archivos de Neuchâtel nos muestran que el público de la *Encyclopédie* fue fundamentalmente el de las propias élites del Antiguo Régimen, incluyendo aristócratas, clérigos y profesionales (doctores, abogados o académicos). Sólo cuando su formato en cuarto y en octavo lo permitió, los textos impresos empezaron a llegar a los miembros del Tercer Estado. El número de suscriptores en las ciudades mercantiles e industriales, abanderadas de la nueva cultura emergente de raíz burguesa y capitalista era paradójicamente muy bajo, de manera que los más conservadores, estandartes del orden establecido, fueron sus principales lectores. La edición de la *Encyclopédie méthodique* justo en las puertas de la revolución francesa, consiguió neutralizar la carga política de las voces que le precedieron. Ahí se veía la habilidad de Panckoucke como editor; prueba ésta evidente de la importancia de los diferentes actores del circuito del libro.

Si abandonamos la distinción tradicional entre la cultura popular y la de la élite, y mostramos cómo intelectuales y gente corriente compartían con frecuencia los mismos problemas, reforzamos la idea de que la ciencia impresa, incluso en su primera etapa del Renacimiento a la Ilustración, contribuyó a la circulación del conocimiento científico y a su validación entre diferentes sectores sociales, diluyendo así las supuestas fronteras intelectuales entre los Menocchios y los Newtons <sup>55</sup>.

## Paradigmas populares

Es muy conocida la historia de Charles Darwin (1809-1892), su biografía, sus antecedentes, sus defensores y detractores, y sobre todo su famoso libro *Origin of Species*, publicado en 1859, y pronto convertido en uno de esos títulos con mayúsculas de nuestra cultura occidental, síntesis del nuevo paradigma evolucionista que había de sustituir progresivamente al antiguo creacionismo. Pocos conocen, sin embargo, la existencia de un libro titulado *Vestiges of the Natural History of Creation*, un relato sobre el origen y la evolución de la vida en la Tierra, un texto que interesó a sectores muy amplios de la sociedad británica. Fue publicado en 1844, de forma anónima, quince años antes del *Origin*. En su primera edición, ofrecía contenidos de astronomía, geología, filosofía moral e, incluso, algunas proyecciones sobre la vida futura. Era un libro que abordaba las cuestiones más profundas de la existencia, que discutía sobre una docena de ciencias diferentes, pero que, para sorpresa de los lectores, no tenía una autoría identificada. Unos lo leían como un libro de ciencia en su máxima expresión, otros lo criticaban y lo despreciaban como producto de un *amateur* o diletante.

La narración estaba dominada por una imagen de progreso y dinamismo, que podía propiciar una acusación de materialismo y evolucionismo, o de un excesivo alejamiento de la teología. Efectivamente, al principio del libro, el papel de Dios como creador se daba por supuesto, pero más adelante el argumento narrativo iba extrapolando progresivamente la ley del progreso de la astronomía y la geología a los seres vivos, a la civilización y al destino de la raza humana. Esa visión dinámica se hacía patente en párrafos como el siguiente:

«... la formación de los cuerpos celestes se encuentra todavía en la actualidad en progreso. Vivimos un tiempo en el que muchos cuerpos ya se han formado, pero otros están todavía en formación. Nuestro sistema solar se considera como acabado, si suponemos que su perfección consiste en la formación de una serie de planetas, y que existen razones matemáticas para concluir que Mercurio es el planeta más próximo al sol, que según las leyes del sistema, puede existir. Sin embargo, existen otros sistemas solares en nuestro sistema astral, que se encuentran actualmente en un estado menos avanzado, e incluso existen grandes cantidades de materia nebulosa que apenas ha comenzado a convertirse en estrellas»<sup>56</sup>.

De igual modo, el dinamismo del sistema solar se podía extrapolar al de la vida de las diferentes especies en la Tierra, afirmando que al estudiar el desarrollo de las plantas y animales del planeta se hacía patente un avance hacia nuevas formas de mayor organización <sup>57</sup>.

Más de 100.000 copias de *Vestiges* no dejaron indiferentes a sus lectores, pusieron en buena parte las bases de la cultura evolucionista, que había de recoger Darwin a partir de 1859. He aquí algunas reacciones de los lectores. En 1845, en el diario personal del político Sir John Hobhouse, se leían los siguientes comentarios:

«He leído esta semana —*Vestiges of the Natural History of Creation*— un libro muy interesante que ha creado mucha polémica [...] A pesar de las alusiones a la voluntad creadora de Dios, su cosmogonía es atea —la introducción de un autor de todas las cosas parece más bien una formalidad para salvar las apariencias—, Dios no es una parte fundamental del esquema» <sup>58</sup>.

El reverendo Adam Sedgwick (1785-1873), profesor de Geología en el Trinity College de Cambridge, consideraba unos meses antes que *Vestiges* era una obra indigna para todos los hombres de ciencia, puro materialismo <sup>59</sup>. Incluso un líder obrero, como Joseph Barker en Leeds, ridiculizaba el libro en el semanario *The People* en los términos siguientes:

«Supongamos que admitimos la teoría defendida por el autor del libro titulado *Vestiges of the Natural History of Creation*, a saber, que la humanidad descendió de un orden inferior de animales, como los monos o los orangutanes [...] pero cómo pudo ocurrir que los padres del mono produjeran un resultado tan diferente, y tan superior a ellos en muchos aspectos y tan inferior en otros [...] La teoría del autor de *Vestiges* es increíble» <sup>60</sup>.

Otros consideraban que el autor de *Vestiges* podía estar equivocado en sus conjeturas, pero que merecía el agradecimiento de aquellos que pensaban que estimular la investigación y el debate era asegurar el progreso, y que ese libro había contribuido más a esa finalidad que cualquier otro escrito de la época <sup>61</sup>.

De hecho, después de 1859, en buena parte debido a ese campo abonado, la obra Darwin penetró rápidamente en públicos amplios que construyeron múltiples y a veces contradictorias lecturas de sus

implicaciones sociales. Tuvieron que pasar cuarenta años para que en 1884, finalmente, se conociera el nombre del autor de *Vestiges*. Gran parte del debate público se había llevado a cabo bajo la asunción de su anonimato. Se habían llegado a proponer unos sesenta posibles autores, pero finalmente se trataba de Robert Chambers (1802-1871), un periodista escocés, el fundador de una importante editorial británica, un *amateur* en términos científicos, de posiciones liberales en política y tendencias deístas en religión. En esos cuarenta años, desde la aparición de la primera edición, las técnicas de impresión habían cambiado notablemente, y la capacidad técnica de producir ediciones pequeñas y baratas era muy notable, lo que facilitó todavía más la circulación del libro.

No existían precedentes de que un libro de ciencia hubiera atraído tanta atención entre los lectores. *Vestiges* fue diseccionado al detalle en reuniones científicas, condenado en los púlpitos de las iglesias y en las salas de conferencias, prestado hasta el infinito en las bibliotecas itinerantes y populares, y sobre todo leído y leído, de manera que las ideas evolucionistas se convirtieron en un tema común de conversación <sup>62</sup>. Su éxito no nacía de sectores marginales de la sociedad como se pensaba hasta hace poco. La exhaustiva investigación del historiador británico James Secord nos demuestra que *Vestiges* y su éxito nació desde el mismo corazón del nuevo orden industrial de la Inglaterra victoriana. Se trata de una prueba evidente de que Darwin y su *Origin*, más que el inicio de un nuevo paradigma, representaba el cierre de una controversia sobre la evolución que había empezado bastante antes, de manera que la cultura del evolucionismo se habría desarrollado gracias a su viva discusión en la esfera pública, en la que un libro como *Vestiges* había desempeñado un papel fundamental <sup>63</sup>.

Pero si algún tema científico le podía disputar el mercado editorial a *Vestiges*, éste era el de la frenología. Hoy, frenología nos puede parecer una palabra exótica sin significado claro, pero a lo largo del siglo XIX adquirió una notable proyección pública. La frenología asimilaba las protuberancias del cráneo a determinadas cualidades físicas y morales del individuo <sup>64</sup>. Tenía su origen en los estudios sobre el cerebro del médico alemán Franz-Joseph Gall (1758-1828) <sup>65</sup>, que identificó veintisiete órganos en el cerebro humano, diecinueve de los cuales correspondían a las facultades animales y ocho a las facultades morales e intelectuales (figura 1.3). Debido a que el cráneo se osifica sobre el cerebro durante su formación, el análisis externo del cráneo

(o examen craneoscópico) proporcionaba el método para diagnosticar el estado de las facultades mentales <sup>66</sup>. En 1813, Johann Kaspar Spurzheim (1776-1832), discípulo de Gall, partió a Gran Bretaña para divulgar la nueva ciencia, que se extendió también a las ciudades de la costa este de los Estados Unidos. Poco a poco el sistema de Gall se convirtió en una filosofía moral y social <sup>67</sup>.

En 1828, el libro *Constitution of Man Considered in Relation to External Objects* de Georges Combe (1788-1858), discípulo de Spurzheim, se convirtió en uno de los mayores éxitos de ventas del siglo XIX <sup>68</sup>. Entre 1828 y 1899, más de cien editoriales publicaron ediciones de *Constitution of Man*. El libro era un tratado laico de filosofía natural que, a pesar de la oposición que despertó en sectores eclesiásticos y conservadores, reforzaba el imperio de la ley natural y defendía su necesaria obediencia <sup>69</sup>. Representaba una auténtica *constitución* que pretendía regular el comportamiento social e individual, y aseguraba la felicidad si se seguía una serie de prescripciones morales, de acuerdo con las leyes de la frenología.

Combe tuvo un papel fundamental en la transformación de la frenología desde el estatus original como una teoría oscura del cerebro y del carácter, hasta devenir una ciencia respetable, potencialmente útil para una mejor organización de la vida en sociedad en las décadas centrales del siglo XIX <sup>70</sup>. El tratado de Combe vendió unas 330.000 copias con reimpressiones hasta 1899. Su popularidad sólo es comparable a la del propio *Vestiges*, el *Pilgrim's Progress* de John Bunyan (un clásico de la literatura británica de inspiración protestante y profusamente reeditado) o el propio *Origin* de Darwin. Mientras que, en 1847, el texto de Combe había vendido 80.500 copias, casi veinte años después de su publicación, a finales de siglo, el *Origin* de Darwin había llegado sólo a las 50.000 <sup>71</sup>.

El éxito de la frenología en Gran Bretaña era considerable, aunque despertaba importantes recelos en otros países. En un tratado popular de fisiología humana publicado en 1881, se afirmaba que en Francia la frenología estaba en inferioridad de condiciones porque había sido combatida con argumentos consistentes de anatomía y fisiología: «... sin embargo, otra opinión se tiene sobre este asunto en Inglaterra y América, países en que la frenología goza de gran crédito. Se enseña en los cursos públicos de las Universidades, y la práctica judicial saca partido de ella para la investigación de los crímenes, vicios y aptitudes de los detenidos o reos presuntos» <sup>72</sup>. El mismo tratado comenta unas páginas más adelante la obra del

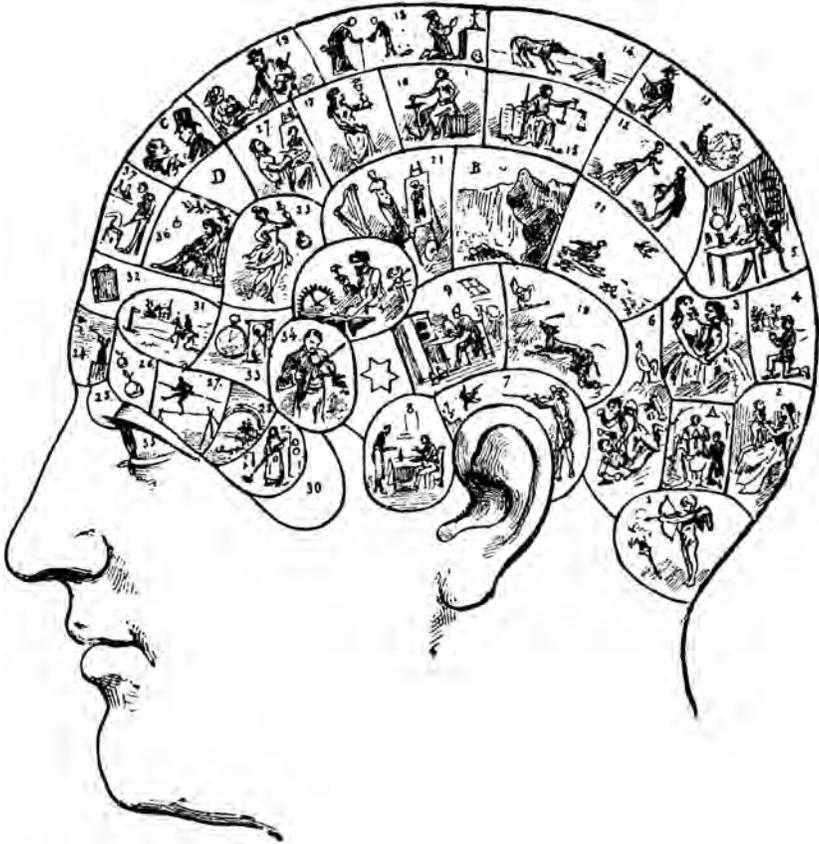


Fig. 1.3. Busto frenológico ilustrado con la ubicación de las cualidades físicas y morales del individuo (Louis Figuiet, 1881).

frenólogo catalán Mariano Cubí (1801-1875). A pesar de sufrir frecuentes conflictos con la ciencia académica, su capacidad para captar la atención del público con sus textos y demostraciones era sin duda remarcable tal como lo expresaba un tratado de divulgación médica en la década de 1880:

«Cuando se ve al autor recorrer Europa [...] cuando uno lee los documentos oficiales que certifican los resultados de las visitas [...] en las cárceles, las reuniones públicas, los círculos literarios, las Academias, etc. [...] uno se dice que hay aquí un principio incierto

tal vez en sus aplicaciones y sus desarrollos, pero verdadero como punto de partida y que por consiguiente merece ser tratado con algún respeto»<sup>73</sup>.

Parece evidente que esa nueva ciencia había penetrado profundamente en las sociedades occidentales en las décadas centrales del siglo XIX. Así, los miles de lectores de la obra de Combe y de otros muchos libros, artículos, panfletos e imágenes impresas relacionadas con la frenología tuvieron un papel determinante en la legitimación de esa práctica científica, más allá de los frecuentes recelos y prohibiciones de las autoridades<sup>74</sup>. A finales de siglo, sin embargo, el negocio frenológico parecía extinguirse poco a poco hasta su completa desaparición.

La frenología impresa había conseguido hasta entonces captar el interés de un público muy diverso. De manera parecida al caso de *Vestiges*, incluso sus detractores (médicos universitarios, representantes de la medicina oficial, temerosos de que esas prácticas debilitaran su autoridad, clérigos y autoridades eclesiásticas en general, recelosos de la competencia que el código frenológico significaba para su tradicional monopolio del código moral) se vieron obligados a hablar en público de ella, aunque fuera para desacreditarla. Entre sus defensores y seguidores podemos encontrar clases medias urbanas, clases trabajadoras, cuyos intereses iban de la simple curiosidad y diversión, a la posibilidad de incorporar un código moral laico a sus propios comportamientos e ideología<sup>75</sup>.

El evolucionismo y la frenología fueron legitimadas por públicos muy diversos, más allá de los estrictos círculos académicos. Propiciaron espectaculares negocios editoriales en clara competencia con los grandes autores de la literatura. Sus principales tesis estaban en boca de miles de personas, influyentes en el propio devenir de la autoridad científica y del papel desempeñado por los propios expertos. Esos paradigmas, aparentemente reservados para un círculo reducido de especialistas, se adentraron así en la promiscuidad popular.

### **El negocio editorial de la ciencia**

*Vestiges* y *Constitution* representan sólo dos ejemplos significativos de un fenómeno de circulación de la ciencia impresa de proporciones mucho mayores. Mientras que en el siglo XVIII expertos y pro-

fanos se situaban ante una filosofía experimental abierta a cuantos pudieran mirar y escuchar en función de su posición social, la profesionalización de la ciencia a lo largo del siglo XIX restringió la noción de descubrimiento y experimento, y definió criterios más rígidos sobre expertos y disciplinas <sup>76</sup>. Este proceso corrió paralelo a la emergencia de un nuevo concepto de divulgación asociado a los intereses del nuevo científico profesional, y en un contexto técnico en el que la propia empresa editorial experimentó transformaciones profundas <sup>77</sup>. La edición artesana dio progresivamente paso a la mecanización de los procesos de composición, ilustración e impresión, y a la adopción, por parte de las casas editoriales, de nuevas formas empresariales y comerciales. El ferrocarril permitió además una distribución eficaz y rápida de las nuevas publicaciones. El antiguo impresor-librero se convirtió poco a poco en un editor capaz de poner en contacto a autores, impresores, distribuidores y lectores. Nuevos autores, nuevos formatos y encuadernaciones, una identificación más precisa del tipo de lectores y de clientes potenciales, nuevas técnicas publicitarias, etc., configuraron un panorama editorial, que otorgaba un papel muy relevante a nuevos públicos lectores. En Gran Bretaña, revistas generalistas como el *Gentleman's Magazine* o el *Edinburgh Review* empezaron a introducir temas científicos del interés de las nuevas clases medias urbanas <sup>78</sup>.

Adquirieron también protagonismo otros vehículos de comunicación impresa de la ciencia: nuevas enciclopedias, diccionarios, artículos en revistas generales, reseñas y revistas de divulgación, folletos, etc. <sup>79</sup> Ésta era, efectivamente, la época de las grandes publicaciones periódicas dedicadas a la divulgación científica. La revista *Die Natur*, fundada en 1852, podría considerarse pionera en este nuevo género. Pretendía atraer a un público lector culto, de sectores burgueses y profesionales, que hasta entonces consumía preferentemente literatura, e introducirlo en el mundo de la ciencia y su conexión con la industria. Unos años más tarde, en 1869, apareció en Inglaterra la revista *Nature*. Más adelante llegaron *La nature* (1873), o su versión italiana *Natura* (1883). Otros de los grandes títulos de las publicaciones periódicas dedicadas a difundir la ciencia en el siglo XIX, no siempre con objetivos coincidentes, eran: *Scientific American* (1845), *Cosmos* (1852), *La science pour tous* (1856), *La science populaire* (1880) o *L'astronomie* (1880) <sup>80</sup>.

La mayoría de revistas especializadas en divulgación científica se publicó en formatos pequeños asequibles a un amplio número de lec-

tores con profusas ilustraciones. A pesar de las quejas de algunos lectores, contenían a menudo extractos de artículos publicados en otras revistas, así como reseñas de libros recientes. Entre los autores y editores de esas publicaciones encontramos a científicos profesionales, pero también a nuevos profesionales de la divulgación. Sus lectores podían abarcar desde sectores acomodados y cultos, aficionados a la ciencia provenientes de las clases medias urbanas e incluso sectores obreros con inquietudes culturales. Era frecuente hallar en esas revistas artículos cuyo contenido se hallaba a medio camino entre la investigación y la divulgación. El lector potencial podía, por tanto, apropiárselo como simple curiosidad o entretenimiento, o como fuente de inspiración de su propio trabajo intelectual. Si comparamos por ejemplo las publicaciones periódicas de divulgación científica aparecidas en Gran Bretaña y en Francia a lo largo del siglo XIX, es fácil constatar cómo en la patria de Darwin los editores solían tener ocupaciones e intereses heterogéneos, y los autores de los artículos eran en buena medida *amateurs*, aunque especializados en un determinado campo; todo ello bajo una retórica empírica y baconiana, que defendía que todos los hombres poseían igual capacidad para asimilar el conocimiento científico. En Francia, sin embargo, emergía progresivamente un grupo de autores cada vez más profesionales con la pretensión de desarrollar un discurso científico inteligible para el profano, pero desde la perspectiva del *savant* profesional <sup>81</sup>.

La noticia y el artículo científico se extendieron además a la prensa cotidiana, sobre todo desde las décadas finales del siglo XIX en adelante. La mayoría de periódicos con una tirada considerable solía incluir noticias científicas sueltas, que abarcaban temas diversos: catástrofes naturales (terremotos, erupciones volcánicas), accidentes técnicos (explosiones, choques de ferrocarril), consejos médicos de salud pública, elogios de grandes científicos e inventores, o simplemente una enorme cantidad de anuncios publicitarios destinados a vender todo tipo de lociones, bálsamos, o píldoras curativas de todos los males, presentadas con frecuencia bajo la certificación de un profesional que acreditaba la autoridad científica del producto <sup>82</sup>. En algunos casos, la presencia de la ciencia en la prensa llegó a tener un carácter más estable a través de determinadas «secciones científicas» que aparecían regularmente, y que eran encargadas por la redacción a determinados divulgadores. En función de la ideología del periódico, los temas científicos presentados variaban de manera notable. A grandes rasgos, podríamos decir que, desde la óptica con-

servadora, la visión dominante del experto solía imponerse, mientras que desde periódicos liberales o incluso socialistas, se presentaba una ciencia más empírica, adaptada a las necesidades de sus lectores. En cualquier caso, a través de la prensa diaria, la cultura científica se extendía de manera espectacular.

El 15 de abril de 1896, el periódico *La Vanguardia*, por ejemplo, inauguraba una sección titulada «Notas Científicas», escrita por el astrónomo catalán Josep Comas Solà (1868-1937), que gozó de gran popularidad y se mantuvo con una frecuencia regular en el periódico durante treinta años. La temática de las noticias abarcaba temas tan variados como la aviación, la paleontología, las exploraciones solares, la meteorología o la astronomía. En palabras del propio Comas, las «Notas Científicas» prendían «satisfacer más o menos la laudable curiosidad científica de muchos lectores y al mismo tiempo divulgar conocimientos que, por pertenecer a la ciencia, es inútil encarecer su importancia bajo cualquier aspecto que se consideren». Desde su reivindicación de experto, Comas escribía sus artículos de la forma «más amena y popular posible», pero dejaba claro que sólo esos hombres, desinteresados y merecedores de un reconocimiento social superior al que gozaban habitualmente, eran los genuinos creadores del conocimiento <sup>83</sup>.

Como públicos activos de la ciencia y agentes de producción de objetos de consumo, las casas editoriales ganaron protagonismo a lo largo del siglo XIX. Con diferentes denominaciones (ciencia popular, ciencia para todos, ciencia instructiva, ciencia recreativa, etc.), el libro de divulgación se convirtió en un preciado objeto de negocio, complemento ineludible de la prensa y de las revistas. Por poner sólo un ejemplo, en 1865, el editor francés Louis Hachette (1800-1864) inició el proyecto de la llamada *Bibliothèque des merveilles*, que estaba constituida por pequeños volúmenes de dos francos que debían cubrir todos los aspectos de la naturaleza de forma asequible a todo tipo de lectores. El primer número fue encargado precisamente al joven Camille Flammarion (1842-1925) sobre las maravillas celestes. Flammarion, que, como veremos más adelante, se había de convertir en uno de los grandes divulgadores del siglo, escribió el texto en un mes, cobró mil francos sin derechos de autor y se tiraron 5.500 ejemplares. En 1912 se habían vendido ya en las diversas ediciones más de 60.000 copias, lo que demuestra que la edición de una ciencia para todos era un negocio rentable <sup>84</sup>. En 1880, Flammarion había publicado su *Astronomie populaire* (1880), pero su ambicioso proyecto de divulgación de la astronomía y la meteorología se había iniciado mu-

cho antes con la publicación en 1862 de *la Pluralité des mondes habités*, que recogía en buena parte la antigua tradición de Fontenelle, y que en 1880 iba ya por su 26.<sup>a</sup> edición. Después llegaron otros éxitos como *Les mondes imaginaires et les mondes réels* (1865), *Dieu dans la nature* (1869), *L'atmosphère* (1871) y un largo etcétera. En 1882, Flammarion inició la edición de su revista *L'astronomie*, que a finales de siglo vendía ya unas 100.000 copias <sup>85</sup>.

En las últimas décadas del siglo XIX era habitual encontrar publicidad en diarios y revistas sobre nuevas colecciones de libros de divulgación. En 1876 se anunciaba, por ejemplo, en Barcelona el proyecto titulado *La ciencia moderna* en los términos siguientes:

«Ha aparecido ya el primer tomo de la de la biblioteca que bajo este título ha empezado a publicar en esta ciudad la importante editorial de La Renaixença. La belleza de la edición y lo económico de su precio hace que auguremos a dicha publicación un éxito completo. Después del *Viaje por el espacio* de Camilo Flammarion, autor de fama universal por sus profundos conocimientos astronómicos y por la planura de su estilo, aparecerán las obras con que Darwin, Tyndall y Secchi se han creado el inmortal nombre de que gozan <sup>86</sup>. El tomo [...] de Flammarion se vende en todas las librerías a 10 reales [...] Felicitamos a la empresa La Renaixença por su afán de popularizar en nuestro país las mejores obras de científicos y literatos» <sup>87</sup>.

Esas colecciones, a precios asequibles, buscaban un mercado amplio de lectores de ciencia que pudiera competir con el de lectores de literatura e incluso con el de los manuales de enseñanza reglada. Se establecía con frecuencia una relación fluida entre lectores y suscriptores, cuyas opiniones eran tenidas en cuenta a la hora de modificar los textos en futuras ediciones. Así, por ejemplo, los lectores de las *Recreaciones científicas* (1880) eran muy activos. Se trataba de una obra de gran éxito del divulgador francés Gaston Tissandier (1843-1899), fundador de la revista *La nature*. Un grupo numeroso de expertos proporcionaron a Tissandier buena parte de los experimentos lúdicos que aparecían descritos en el libro y que fueron después apropiados por *amateurs*, jóvenes, niños y profanos en general. El propio Tissandier describía el proceso en el prólogo a la edición francesa de 1887 en los términos siguientes:

«Sabios, ingenieros, profesores y hasta algunos Sres. académicos se han dignado a ser anónimos colaboradores de nuestro pensa-

miento; y gracias a su valioso concurso, que de corazón agradecemos, hemos conseguido reunir un número bastante de experimentos para recorrer todas las ramas de la física, desde la teoría de la gravitación hasta las de la electricidad y la óptica»<sup>88</sup>.

En España, editoriales como Montaner y Simón no dudaron en hacer de la ciencia un jugoso objeto de negocio. Además de sus diccionarios con importante contenido científico, o la famosa *Historia Natural* en volúmenes de lujosa encuadernación, el editorial invirtió en títulos como: *La atmósfera*, del propio Flammarion; *El mundo antes de la creación del hombre*, del divulgador francés Louis Figuier (1819-1894) (figura 1.4); *El Telescopio moderno*, de Augusto Arcimís (1844-1910); *El Mundo Físico*, de Amadeo Guillemin (1826-1893); una biografía de Thomas A. Edison (1847-1931), o *Misterios del Mar*, de Manuel Aranda Sanjuán (1845-1900). Por lo que sabemos, hacia 1900, el número de ventas de esas obras estaba a la par con otras obras de carácter humanístico o religioso de la época, y competían en buenas condiciones en el mercado editorial<sup>89</sup>.

En 1891, el profesor Odón de Buen (1863-1945), catedrático de historia natural en la Universidad de Barcelona, firmó un contrato, precisamente con el editorial Montaner y Simón, para colaborar en la publicación una *Historia Natural* en fascículos dentro de la denominada «Biblioteca científica. Colección de obras de investigación y divulgación por eminentes especialistas españoles y extranjeros», que la editorial había lanzado con la intención de hacer llegar la ciencia más allá de los restringidos círculos universitarios<sup>90</sup>. Sabemos que los diversos volúmenes de esa *Historia Natural* tenían tiradas que oscilaban entre los 10.000 y los 20.000 ejemplares, con relación a los 30.000 de una *Historia general del Arte* o los casi 400.000 del *Diccionario Enciclopédico Hispano Americano*, que el editorial distribuía en toda América Latina<sup>91</sup>.

De Buen se propuso publicar una nueva versión de su *Historia Natural* dirigida a las clases populares. Se trataba de una edición que no renunciaba al contenido fundamental de su propio programa docente universitario, pero en este caso estaba ilustrado con centenares de grabados, láminas y mapas. El resultado fue la aparición, en 1896, de la *Historia Natural (edición popular, con profusión de grabados)* en dos volúmenes<sup>92</sup>. Otros proyectos editoriales buscaban ampliar el número de lectores a las clases bajas. Éste era, por ejemplo, el proyecto de divulgación científica de los Manuales Soler, que en sus

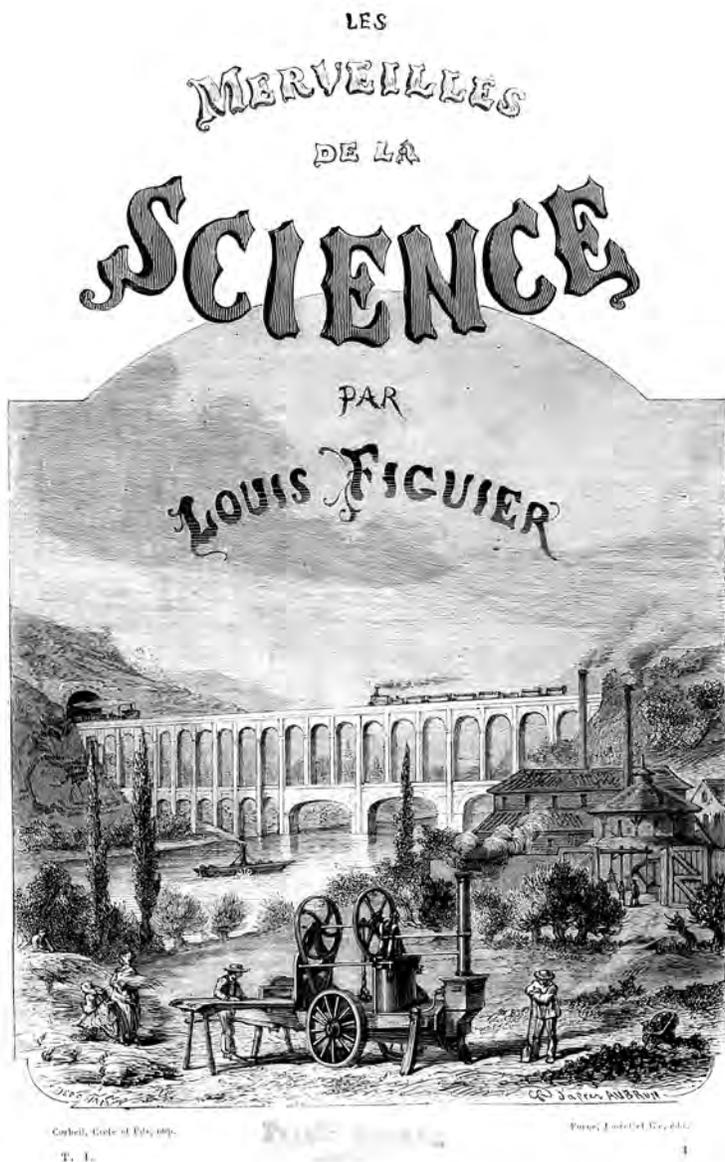


Fig. 1.4. Portada de Louis Figuier, *Les merveilles de la science* (1867), una de sus obras de divulgación científica de mayor popularidad.

folletos de propaganda definían los públicos a quienes pretendían hacer llegar la colección <sup>93</sup>:

«Las personas amantes de la instrucción; los hombres de ciencia, los políticos, los profesionales, así como los particulares que cultivan su inteligencia en las artes, ciencias, industrias y aplicaciones prácticas; las familias que se preocupan de despertar en el hogar la afición al estudio; los centros y asociaciones de carácter científico, político, profesional o recreativo para el perfeccionamiento intelectual de sus asociados; las personas que se preocupan de instruirse en provecho de su propia cultura y de la de sus familias».

Bajo nuevos formatos, el género enciclopédico con importantes contenidos científicos formaba parte sustancial del negocio editorial. En España, éste era también el caso del *Diccionario Enciclopédico Hispano-Americano de Literatura, Ciencias y Artes*, editado por Montaner y Simón en Barcelona, entre 1887 y 1910, o la *Enciclopedia Universal ilustrada Europeo-americana*, que José Espasa empezó a publicar en 1908, como continuación del diccionario de Montaner y Simón y que se había de convertir en la conocida Enciclopedia Espasa <sup>94</sup>. En la década de 1920, como resultado de su éxito comercial en España y en América Latina, la editorial Labor inició una nueva colección de libros «populares» dirigidos especialmente a las clases medias urbanas, como complemento al mercado de las enciclopedias. Era la llamada *Biblioteca de iniciación cultural*, que pretendía hacer llegar a un público amplio «la naturaleza de todos los países, la cultura de todas las sociedades y la ciencia de todas las épocas». La colección estaba organizada en doce secciones temáticas y su publicidad proclamaba su rigor académico, el prestigio de sus autores, combinado con una exposición breve, concisa y clara de todo tipo de ideas y conceptos. La mayoría de los libros eran traducciones extranjeras al castellano realizadas por profesores universitarios españoles, que combinaban su actividad académica docente e investigadora con su colaboración en ese género entre docente y divulgativo, en buena parte como complemento salarial y mecanismo de prestigio social más allá de los restringidos círculos académicos <sup>95</sup>. En efecto, desde las publicaciones resultado de la investigación y los libros de texto, hasta los folletos divulgativos al alcance de todas las inteligencias, muchos profesores universitarios recorrían un amplio abanico de formatos editoriales y registros literarios, que llegaban a públicos diversos.

El negocio editorial no excluía, sin embargo, un número creciente de bibliotecas públicas o centros de lectura que, bajo paraguas ideológicos diversos, se extendían por doquier como elementos de culturización de una población en buena parte excluida de una enseñanza reglada universal. Volveremos sobre esta cuestión en el capítulo cuarto, pero lo interesante aquí es analizar algunas de las políticas de compras de libros para las nuevas bibliotecas populares habitualmente bajo control municipal o provincial. Valga como ejemplo el debate que tuvo lugar en 1910, ante la oferta de un librero de Leipzig al Ayuntamiento de Barcelona de una importante colección de libros académicos. ¿Era conveniente invertir dinero público en una biblioteca de investigación, o quizás en una ciudad con notables déficits de cultura científica era prioritaria la adquisición de libros de divulgación, de ciencia para todos, para elevar así el nivel de la población? Éste era un importante dilema, que se convirtió en una viva controversia pública. Intelectuales del prestigio de Eugenio d'Ors (1882-1954) abogaban por la ciencia académica con argumentos convincentes:

«Poquísimos libros de los que pueden constituir el catálogo de una excelente biblioteca popular faltan hoy en Barcelona. En cambio, los que trágicamente hacen falta [...] son los libros necesarios al trabajador científico, al que hace estudios especiales, al que quiere hacer ciencia, alta ciencia, ciencia propiamente dicha —descubrimiento, teoría, hipótesis, invención— como se hace en todo el mundo civilizado y como no podemos hacer todavía nosotros. Ciencia original, que mañana deviene para los pueblos riqueza, bienestar, emancipación»<sup>96</sup>.

Una tesis sugerente, a la que Comas contestaba en los términos siguientes:

«Considero que en Barcelona son precisos, ante todo, los libros de divulgación de la ciencia contemporánea debidos a los mejores autores nacionales y extranjeros [...] las conferencias organizadas por entusiastas conocedores de la ciencia es el procedimiento más eficaz para despertar entre en público los deseos de leer y de instruirse, y hasta para revelar vocaciones»<sup>97</sup>.

Se realizaron encuestas a expertos, es decir a personas relevantes de la vida intelectual barcelonesa sobre sus preferencias: libros de ciencia académica o libros de divulgación; una gran biblioteca centralizada o

una red de pequeñas bibliotecas populares; bibliotecas públicas o privadas; libros especializados o generalistas, etc. Las respuestas fueron muy variadas y resulta difícil extraer conclusiones sólidas en una u otra dirección. No obstante, el debate en sí mismo prueba la vitalidad que tenía el libro de ciencia al inicio del siglo XX. En este contexto, algunos abogaban por la fusión del género académico con el popular, como la única manera de construir una cultura científica sólida. En palabras del pedagogo Luis de Zulueta (1878-1964): «¿No se trata en todo el mundo de salvar la solución de continuidad que hoy existe todavía entre la Escuela popular y la Universidad?»<sup>98</sup>. Ese «todavía» de Zulueta presagiaba seguramente un alejamiento progresivo entre expertos y profanos a lo largo del siglo XX, como una de las causas subyacentes de ese malestar de la cultura científica que nos acompaña a lo largo de este libro.

En 1915, a pesar su defensa de una biblioteca de investigación, en su etapa como director de instrucción pública de la Mancomunitat de Catalunya, un organismo supraprovincial dotado de una cierta autonomía, d'Ors se encargó de diseñar los contenidos de una red de bibliotecas en ciudades de más de 6.000 habitantes. Coordinada desde la Biblioteca de Catalunya en Barcelona, que había sido fundada formalmente en 1907, pero que sólo resultó operativa en 1914, la red había de contribuir a elevar el nivel cultural de la población catalana, esta vez con un espíritu más próximo a la divulgación. Bajo la supervisión de su director, Jordi Rubió (1887-1982), las estanterías de cada biblioteca se llenaron pronto de libros, y entre ellos los libros de ciencia ocuparon un lugar relevante. Las traducciones de los grandes divulgadores franceses, al estilo de Flammarion, se alternaban con obras dedicadas a divulgar determinadas técnicas industriales, junto con importantes colecciones de enciclopedias. El servicio de préstamo era ágil y sencillo. Los obreros cualificados (mecánicos, electricistas, etc.) buscaban textos que enriquecieran sus especialidades técnicas, los obreros manuales y artesanos encontraron básicamente entretenimiento. Sabemos que las mujeres como lectoras concentraron su interés en temas relacionados con la higiene y la salud, mientras algunos jóvenes estudiantes completaban con sus lecturas determinados aspectos de sus estudios. En el marco de esas bibliotecas populares además se organizaban con frecuencia conferencias de divulgación científica muy concurridas a cargo de respetados expertos<sup>99</sup>. De este modo, la lectura y la oralidad se complementaban y reforzaban el proyecto de extensión cultural diseñado por d'Ors desde Barcelona.

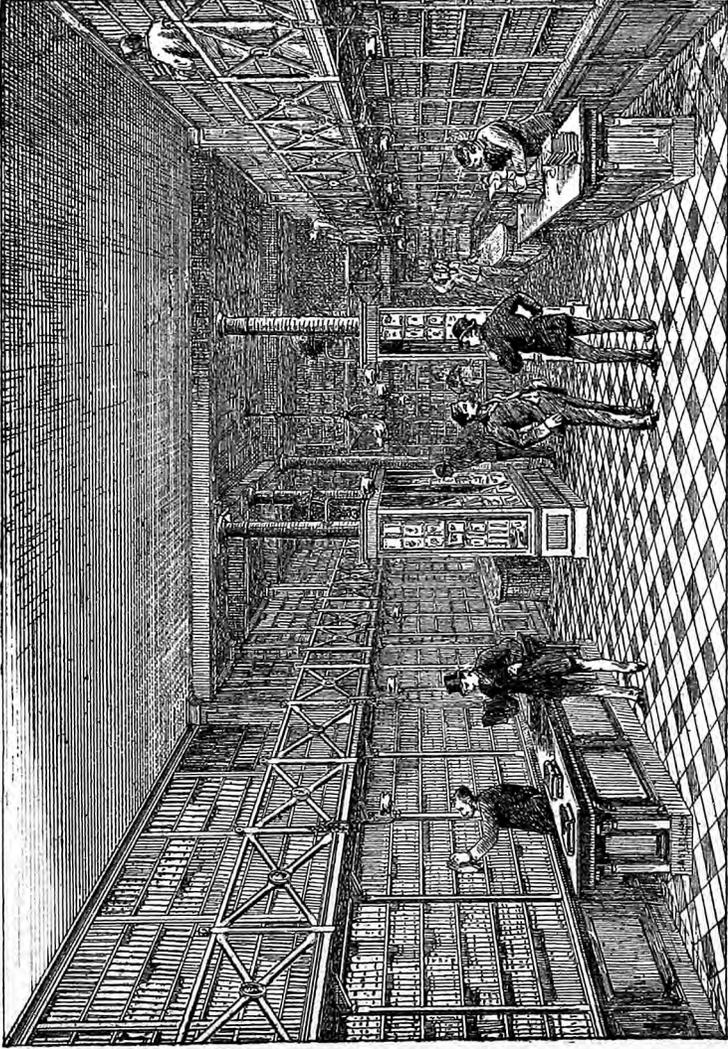


Fig. 1.5. En la librería Bastinos de Barcelona en 1897.

La ciencia impresa se extendía profusamente a la sociedad a través de libros, revistas, enciclopedias, bibliotecas, librerías, etc. Recorría diversos registros y era apropiada de formas también diversas por sus lectores plurales. Compartía además páginas, textos o párrafos con otros géneros y disciplinas. Así como sus límites eran difusos en la sociedad, tampoco estaban del todo definidos en los propios contenidos del negro sobre blanco, tal como veremos en el siguiente apartado al analizar las intersecciones entre dos mundos supuestamente tan alejados como el de la ciencia y el de la literatura.

### **Ciencia y literatura: lugares comunes**

Desde nuestra contemporaneidad, víctima de la separación progresiva entre la cultura humanística y la científica, se nos hace difícil pensar en la existencia de elementos comunes entre la ciencia y la literatura, en ideas o expresiones compartidas por una novela y un libro de ciencia. No obstante, la ciencia y la literatura comparten, quizás en mayor medida de lo esperable, valores, marcos conceptuales y aspectos de una cultura determinada. Ambos discursos están sujetos en mayor o menor medida a las reacciones de sus públicos <sup>100</sup>. De igual modo, algunos conceptos científicos requieren de metáforas y otros recursos literarios para su mejor comprensión. Es posible, por tanto, identificar un amplio conjunto de textos que integraban de forma complementaria, y no excluyente, lo artístico y lo científico; una vía excelente para que la cultura científica llegara sutilmente a los lectores de literatura, o para que los escritores, como públicos de la ciencia, incorporaran aspectos del conocimiento científico en su propia creación. Quizás algunos ejemplos del pasado nos pueden ayudar a aproximarnos, incluso en el presente, a los textos científicos desde una perspectiva literaria, así como analizar el contenido científico de numerosas obras de ficción.

Tanto el telescopio como el microscopio estimularon de manera muy notable la imaginación literaria y pronto tuvieron un gran impacto en el público en general. En el caso del telescopio, el fenómeno reflejaba dos maneras posibles de transmitir los conocimientos astronómicos, una con matemáticas y física, otra a través de la descripción y uso de instrumentos, de manera que estos últimos se convertirían en un eficaz medio de divulgación dirigido a los no versados en las leyes de la física y de imaginación para la creatividad literaria <sup>101</sup>. En la

Ilustración española, los textos literarios en forma de diálogos, fábulas o pronósticos, o el propio *Teatro Critico Universal* de Feijoo, constituyeron elementos esenciales del discurso público de la ciencia moderna que el movimiento *novator* pretendía introducir en el país <sup>102</sup>. En la sociedad victoriana, en el mundo que coronó de éxito a *Vestiges*, las teorías científicas, los nuevos descubrimientos o las hipótesis más audaces solían capturar la atención de famosos escritores, que citaban a menudo en sus textos literarios a científicos de prestigio <sup>103</sup>. De igual modo, las publicaciones generalistas solían incluir frecuentemente artículos de contenido científico <sup>104</sup>. Conceptos como «evolución», «entropía», «unidad de las fuerzas físicas», «lucha por la supervivencia», etc., aparecían con frecuencia tanto en textos científicos como en obras literarias, unas veces como definiciones más o menos consensuadas entre los expertos, en otras como metáforas o alegorías de problemas sociales o morales <sup>105</sup>.

Ciencia y literatura realimentaban además inspiraciones metodológicas mutuas. Émile Zola (1840-1902) adaptó, por ejemplo, las observaciones del célebre médico francés Claude Bernard (1813-1878) sobre la medicina de laboratorio en *Le roman experimental* (1880), para justificar así su propio estilo novelístico en los términos siguientes:

«No he hecho aquí más que un trabajo de adaptación, ya que el método experimental ha sido ya establecido con una claridad y una fuerza maravillosa por Claude Bernard en su *Introducción al estudio de la medicina experimental*. Este libro de un científico de gran autoridad me servirá de base sólida [...] En la mayoría de casos, me bastará con reemplazar la palabra “médico” por la palabra “novelista” para que mis pensamientos sean claros y tengan el rigor de una verdad científica [...] Voy a intentar demostrar al mismo tiempo que si el método experimental conduce al conocimiento de la vida física, debe conducir también al conocimiento de las pasiones y del intelecto. Sólo es una cuestión de grados en un mismo camino, de la química a la fisiología, después de la fisiología a la antropología y la sociología. La novela experimental es el punto final» <sup>106</sup>.

Esa sugerente idea de Zola sobre la gradualidad en un mismo camino, desde las ciencias experimentales a la misma novela, nos lleva precisamente a pensar que, desde su punto de vista, sin duda iluminador, no existían demarcaciones claras entre la pura ficción literaria y el libro científico, sino más bien un *continuum* construido a través de múltiples lugares comunes <sup>107</sup>. Esta idea es especialmente

útil a la hora de analizar los libros de divulgación, pero también los de un nuevo género emergente con fuerza a lo largo del siglo XIX: la ciencia ficción. A pesar de sus orígenes discutibles, el *Frankenstein* (1818) de Mary Shelley (1797-1851) podría ser considerado como un punto de partida), la ciencia ficción pretendía crear una narrativa literaria de lo sublime sin tener que recurrir a los tradicionales fenómenos mágicos, místicos o sobrenaturales <sup>108</sup>. Frankenstein era una novela de ficción, pero de una ficción basada en importantes elementos de la ciencia de principios del siglo XIX. Las fuerzas ocultas de origen romántico, como la electricidad y el magnetismo, estaban estrechamente ligadas a la salud y a la vida, de manera que sólo a través de terribles descargas eléctricas la criatura podía superar la muerte. Así, los lectores de *Frankenstein* aprendían sutilmente elementos importantes de la cultura científica de la época desde su posición de profanos, tal como lo corrobora, por ejemplo, el siguiente fragmento de la novela:

«Desde aquel día no tuve otra ocupación que la física y especialmente la química, en el sentido más amplio de la palabra. Leía con avidez las obras, tan llenas de genio, que seguramente los investigadores modernos habían escrito sobre estos temas [...] Tras días y noches de trabajos y fatigas, logré descubrir la causa de la generación vital. [...] llegué a pensar que si podía otorgar vida a la materia inerte, podría con el tiempo, aunque entonces me resultaba imposible, renovar la vida en los cuerpos a los que la muerte había condenado a la putrefacción» <sup>109</sup>.

La clave estaba en escribir una historia que preservara algo parecido a los efectos de una pesadilla, pero que fundamentara esos efectos en factores que no dependían de elementos sobrenaturales. El nuevo género era, en consecuencia, resultado de la confluencia de diversas tradiciones anteriores: el viaje fantástico, la literatura utópica, el relato filosófico moral, la novela gótica o la anticipación social, técnica o biológica <sup>110</sup>. Algunos de sus temas recurrentes, al menos a lo largo del siglo XIX, reflejaban aspectos del conocimiento científico que formaban parte de la cultura de los lectores. Numerosas novelas fueron dedicadas a los sistemas de transporte por tierra, mar y aire, y concibieron ciudades utópicas o imaginaron futuras megalópolis. En sus páginas se discutía el problema de la evolución, la astronomía o la geología, y las especulaciones sobre la edad de la Tierra y sus carac-

terísticas en eras anteriores a la nuestra <sup>111</sup>. A la tradición de las utopías, anticipaciones técnicas y sociales, se añadían también las distopías resultado de un pesimismo técnico, de ese malestar creciente, que se había de consolidar en Occidente después de la Segunda Guerra Mundial, pero que tendría ya sus raíces en la primera.

El éxito de novelas de Jules Verne, Albert Robida o G. H. Wells no son más que una nueva muestra del importante consumo de contenidos científicos de la época. En las novelas de Verne, leídas por miles de lectores y profusamente traducidas, podemos encontrar, por ejemplo, globos aerostáticos, cañones gigantes, productos químicos, modificaciones climáticas, naves espaciales, descripciones geológicas, medios de transporte futuristas, etc., todas ellas, con niveles desiguales de detalle, proporcionaban al lector elementos sólidos de cultura científica, con frecuencia complementarios de los que se transmitían a través de la educación reglada (figura 1.6). Veamos por ejemplo un fragmento de una verdadera clase de física en *De la Tierra a la Luna* (1865):

«Sí, es posible enviar un proyectil a la Luna, si se le llega a dar a ese proyectil una velocidad inicial de 12.000 yardas por segundo. El cálculo demuestra que esta velocidad es suficiente. A medida que uno se aleja de la Tierra, la acción del peso disminuye en razón inversa al cuadrado de las distancias, es decir, que para una distancia tres veces mayor, esta acción es nueve veces menos fuerte. En consecuencia, el peso de la bala disminuirá rápidamente y se anulará completamente en el momento de quedar equilibrada la atracción de la Luna con la de la Tierra, [...] En aquel momento, el proyectil no tendrá peso alguno, y si salva aquel punto, caerá sobre la Luna por el solo efecto de la atracción lunar. La posibilidad teórica del experimento queda, pues, absolutamente demostrada, dependiendo únicamente su éxito de la potencia de la máquina empleada» <sup>112</sup>.

Parece fuera de toda duda que la ciencia ficción es una parte importante de la cultura científica contemporánea. Es una literatura con una gran capacidad de fascinación, leída por las generaciones jóvenes, universitarias y por otros sectores clave de la sociedad <sup>113</sup>. Las novelas de ciencia ficción conviven además con discursos optimistas y pesimistas, tecnofílicos y tecnofóbicos, que transportan los lectores hacia un diálogo moral sobre los pros y los contras de la ciencia moderna, sobre si ésta será capaz de proporcionar avances significativos para la humanidad o si acabará destruyéndola <sup>114</sup>.

BIBLIOTECA ILUSTRADA DE GASPARY ROIG.

# DE LA TIERRA A LA LUNA.

OBRA ESCRITA EN FRANCÉS

PAR

## JULIO VERNE,

TRADUCIDA AL ESPAÑOL

POR D. A. RIBOT Y FONTSERÉ.

EDICION ILUSTRADA CON GRABADOS.



MADRID:  
IMPRENTA DE GASPARY ROIG, EDITORES,  
CALLE DE FERRAZ, 21. A. 1.

1895.

BIBLIOTECA ILUSTRADA DE GASPARY ROIG.

# VIAJE AL CENTO DE LA TIERRA.

OBRA ESCRITA EN FRANCÉS

PAR

## JULIO VERNE,

TRADUCIDA AL ESPAÑOL

POR D. A. RIBOT Y FONTSERÉ.

EDICION ILUSTRADA CON GRABADOS.



MADRID:  
IMPRENTA DE GASPARY ROIG, EDITORES,  
CALLE DE FERRAZ, 21. A. 1.

1895.

Fig. 1.6. Portadas de: Julio Verne, *De la Tierra a la Luna* y *Viaje al centro de la Tierra*, Madrid, Gaspar y Roig, 1868.

Incluso en pleno siglo XX, podríamos pensar, por ejemplo, en el escritor estadounidense de origen ruso Isaac Asimov (1920-1992), un autor prolífico en ciencia ficción y en divulgación científica, con más de quinientos títulos publicados. A pesar de su formación científica —llegó a doctorarse en bioquímica en la Universidad de Columbia, en 1948—, Asimov pronto se inclinó por la creación literaria. Son de especial interés sus historias de robots *Yo, Robot* (1950) y *El segundo libro de robots* (1964), cuyo contenido fue más adelante llevado a la gran pantalla; con sus famosas leyes de la robótica, en el límite del conflicto entre las máquinas y los humanos. Entre 1951 y 1953 publicó su *Trilogía de las Fundaciones*, compuesta de *Fundación* (1951), *Fundación e Imperio* (1952) y *La segunda Fundación* (1953), en las que la «psicohistoria», una nueva ciencia híbrida de disciplinas tradicionales, es capaz de predecir los comportamientos futuros de las masas. De hecho, las novelas de Asimov, o las de otros muchos autores de ciencia ficción, nos proporcionan fuentes primarias excelentes para estudiar las diversas imágenes del científico en la historia así como para analizar esas ambivalencias de la percepción pública de la ciencia, para profundizar en la cultura científica popular, capaz de percibir a los científicos profesionales a veces como magos, otras como expertos eficientes o, por qué no, como ambiguos demiurgos o héroes del progreso humano <sup>115</sup>.

Si analizamos algunos libros de divulgación científica, de ciencia popular de la época, parece interesante constatar cómo, al menos en el siglo XIX, sus diferencias con relación a las novelas de ciencia ficción no siempre eran evidentes. Los libros de Flammarion, por ejemplo, estaban llenos de alegorías, metáforas y elementos de ficción, con la intención de captar el interés de un público más amplio. Combinación de elementos autobiográficos, de ideas utópicas y postulados feministas, en 1889, Flammarion publicó la novela *Urania*, que presentaba el Universo a través de las aventuras de un joven (el propio Flammarion) que era transportado al espacio por Urania, una bella joven y musa de la astronomía. Sus propias palabras nos dan una idea de la dificultad de delimitación de su propia narración en un género literario u otro:

«Entonces contemplé la Tierra sumergiéndose en el abismo abierto de la inmensidad. Las cúpulas del Observatorio, París iluminado, desaparecieron rápidamente de mi vista, mientras yo parecía estar inmóvil. La sensación que experimenté fue como aquella que

siente uno que está ascendiendo en un globo aerostático, y ve la Tierra abajo hundirse fuera de la vista. Por largo tiempo continué el ascenso, transportado en mi mágico vuelo hacia el inaccesible cénit. Urania estaba a mi lado, un poco encima de mí, saludándome con una expresión de dulzura en su semblante, cuando ella me señaló los reinos debajo de nosotros [...] Pasando cerca de la Luna yo había observado las montañosas regiones de nuestro satélite, sus picos destellando luz, sus profundos valles cubiertos de sombra, y me hubiera gustado detenerme, con el objeto de examinar más de cerca este planeta vecino, pero Urania, desdeñando echarle una sola mirada, me arrastró con ella en rápido vuelo hacia las regiones estrelladas»<sup>116</sup>.

*Urania, Lumen y Stella* son tres conocidos textos de ficción de Flammarion cuyos recursos literarios se diferenciaban sólo en parte del estilo de sus libros de divulgación o artículos en revistas o diarios. Flammarion abundó en la idea de que la astronomía transmitía un mensaje de paz a través del espectáculo del cielo, que permitía extrapolar la armonía natural a la armonía social y crear así nuevos lugares comunes entre ciencia y literatura.

Podríamos encontrar, sin embargo, otras muchas intersecciones entre géneros, estilos y discursos que contribuyen de manera más o menos explícita al acercamiento de la ciencia respecto a los lectores de literatura. En 1873, el médico español Amalio Gimeno (1850-1936) publicó la novela *Un habitante de la sangre (Aventura extraordinaria de un glóbulo rojo)*, en la que el protagonista, preso del sueño, viajaba de manera onírica al interior del cuerpo humano, en un aventura épica parecida a la de Flammarion a través del universo preso por su musa Urania, o análoga a los viajes extraordinarios de Verne. En una línea parecida se encuentra el *Viaje a Cerebrópolis*, otro viaje histológico, del médico Juan Giné y Partagás (1836-1903), publicado en 1884. El propio Miguel de Unamuno utilizó su novela *Amor y Pedagogía* (1902) para criticar algunos aspectos del cientifismo. La intersección con la literatura estaba también presente en la obra de Santiago Ramón y Cajal, por ejemplo en sus *Cuentos de vacaciones* (1905), o en *El árbol de la ciencia* (1903) del propio Pío Baroja, con claras influencias de Claude Bernard o el propio Darwin<sup>117</sup>.

\* \* \*

Éstos son sólo algunos ejemplos de las inmensas posibilidades que ofrecen las fuentes literarias para la propia historia de la ciencia,

y que en buena medida están todavía por explorar. Se trata de otras evidencias, añadidas a las aparecidas en los anteriores apartados de este capítulo, que demuestran la importancia de la ciencia impresa en todos sus registros a la hora de intentar desentrañar los aspectos fundamentales de la cultura científica de una determinada época. Desde las primeras imprentas hasta la producción editorial de consumo masivo del siglo xx, los ejemplos presentados demuestran precisamente cómo la ciencia impresa no era patrimonio de restringidos núcleos de autores, sino que los propios lectores y editores desempeñaron en el pasado y siguen desempeñando en el presente un papel relevante en la configuración del saber. El circuito del libro, descrito ya hace años por Darnton, sigue siendo relevante hasta nuestros días, a pesar de la competencia a la que se ha visto sometida la ciencia impresa con la irrupción de los nuevos medios de comunicación audiovisual <sup>118</sup>.

Y he aquí las lecciones de la historia. Los libros de secretos se vendían más allá de los debates esencialistas sobre la filosofía natural del siglo xvi; muchos admiraban los grabados de *Micrographia* o las ilustraciones de los libros del newtonianismo, aunque no conocieran los detalles de la naturaleza de la fuerza de la gravitación o de los experimentos de óptica. Otros abrazaban los discursos de los frenólogos, atendían sus demostraciones, compraban y leían sus libros a miles, mientras las ideas evolucionistas estaban impresas en un libro anónimo que parecía ser más famoso que el propio Darwin. Ciencia al alcance de todos, bibliotecas de maravillas, novelas de ciencia ficción, mundos reales e imaginarios ocupaban páginas y páginas de libros, revistas y de la prensa general, asequibles a amplios sectores de la población. Si los profesores de secretos desbancaron a Copérnico en el mundo del libro, de igual forma lo habían de hacer Verne, Flammarion o Asimov; en todos los casos, dignificando la autoridad del lector y del editor como públicos activos de la ciencia.

## Capítulo 2

# LA CIENCIA ESPECTÁCULO

«... por el número considerable de máquinas y experimentos, por la novedad de muchos de ellos, por la variedad de todos, y por el interés que naturalmente inspiran a causa de sus admirables efectos, los menos instruidos hallarán con qué divertirse, los sabios un objeto de estudio y admiración, y todos conocerán que es muy diferente de cuanto han visto hasta ahora este género de espectáculo» (*Diario de Barcelona*, 1803) <sup>1</sup>.

Espectáculo, admiración y diversión eran palabras comunes hacia 1800, e incluso en plena Ilustración. En Francia, uno de los famosos experimentos públicos de Jean-Antoine Nollet (1700-1770) consistía en colgar a un joven atado con cuerdas del techo de un salón y a continuación electrificarlo con una máquina de fricción, lo que convertía su cuerpo en una especie de imán que atraía pequeños objetos. Nollet pedía después a una joven de entre el público acercarse al joven electrizado para darle un beso. En su aproximación, y ante la fascinación de los presentes, saltaban chispas eléctricas de un cuerpo al otro. Fue así como «el beso eléctrico» se hizo extremadamente popular. En 1746, Nollet procedió a la electrificación de 180 guardias de Luis XV y de 200 monjes cartujos que, cogidos de la mano, compartieron las descargas eléctricas ante su propia estupefacción <sup>2</sup>.

El éxito de esas demostraciones no consistía tanto en proporcionar pruebas experimentales sobre la naturaleza de la electricidad, sino en mostrar la parte más espectacular de la misma para satisfacción del público. Así, la filosofía natural de la Ilustración se convertía en una especie de ritual que pretendía hacer emerger dramáticas y maravillosas propiedades de la materia inerte. La paradoja estaba servida. Había que despertar sentimientos cuasi irracionales en los espectadores para convencerlos de la verosimilitud de cuestiones bastante racionales desde la perspectiva de la ciencia de la época <sup>3</sup>. Los filósofos naturales eran percibidos por el público unas veces

como magos, otras como responsables de la lluvia y las tormentas, como mercaderes, o incluso como miembros de sectas religiosas que adoptaban la electricidad como fuente de seducción espiritual. Todo parecía transcurrir entre la superstición y el entusiasmo. Ya en el siglo XIX, la llamada filosofía de la demostración formaba parte de un negocio que se extendía desde los teatros hasta las galerías populares de ciencia práctica, en el que los límites de lo real eran a menudo cuestionados a través de linternas mágicas, ilusiones ópticas, dioramas y panoramas <sup>4</sup>. Era una filosofía natural que formaba parte de la cultura del entretenimiento, del espectáculo, como medio de diálogo con el público <sup>5</sup>.

En este mundo de lo espectacular, los objetos desempeñaban un papel fundamental: bombas de vacío, máquinas eléctricas, bolas de marfil, espejos, autómatas, sistemas planetarios, maquetas de máquinas, cuerpos humanos, estructuras moleculares, gráficos, diagramas, tablas, ilustraciones, grabados, colecciones de objetos naturales (y a veces también artificiales) <sup>6</sup>, un conjunto de «cosas» cargadas de múltiples significados culturales <sup>7</sup>. Además, a través de dibujos, fotografías, material publicitario, o exposiciones, emergían nuevos lugares comunes entre expertos y profanos, nuevos códigos de comunicación en la intersección de diferentes culturas. Se desdibujan entonces las fronteras rígidas entre la imagen y el texto científico, así como la distinción nítida entre expositores y visitantes, entre demostradores y espectadores <sup>8</sup>.

Podemos considerar que se trata en buena medida de un giro visual (*visual turn*) que nos acerca a nuevas formas de conocimiento científico y a nuevos protagonistas que hasta ahora habían sido poco estudiados <sup>9</sup>. Los creadores de imágenes y de objetos, los expositores, sus materiales y sus técnicas, así como los receptores de las mismas —visitantes y espectadores— deben ocupar un lugar equivalente al de los escritores, los editores de libros y sus lectores, cuyos avatares hemos descrito en el capítulo anterior. Según el historiador Norton Wise, las dicotomías que han diferenciado tradicionalmente el arte y la ciencia, los museos y los laboratorios, o los métodos geométricos de los algebraicos, nos han dificultado una interpretación rigurosa de ese factor visual. Sin embargo, es precisamente en la intersección de esas dicotomías donde tiene lugar con frecuencia la parte más creativa del trabajo científico <sup>10</sup>. De ahí que en la ciencia espectacular de la demostración, la exposición o el teatro, ese factor visual tenga un papel fundamental. Sin descartar la oralidad, ni

la capacidad de persuasión del filósofo natural ante su público, ni la explicación escrita que acompaña la exposición de objetos, la imagen se convierte en un lenguaje más asequible que acorta la distancia entre el experto y el profano, que abre los círculos supuestamente esotéricos del saber y sus lenguajes especializados a un público más amplio. Veamos a continuación algunos ejemplos históricos que ilustran estas consideraciones.

### De la curiosidad a la exposición

Desde el siglo XVI hasta bien entrado el siglo XVIII, médicos, boticarios, profesores universitarios, ricos aristócratas, príncipes y monarcas dedicaron grandes esfuerzos al coleccionismo, a la acumulación de objetos naturales y artificiales, a su organización en determinados espacios y a su exhibición ante selectos visitantes. La exposición de esos materiales raros, valiosos y curiosos daba testimonio, visible y espectacular, del poder y la magnificencia de sus propietarios. Ahí nacieron los museos del Renacimiento, *cabinets de curiosités*, cámaras de maravillas o *Wundernkammern*, destinados a recrear la naturaleza, incluso en sus partes más exóticas o monstruosas <sup>11</sup>. Ese coleccionismo enciclopédico recorría toda Europa a través de una red de *cabinets* que era parada casi obligada de distinguidos viajeros, insig-nes visitantes de esos tempranos palacios de la ciencia <sup>12</sup>.

Conocemos, por ejemplo, los detalles del *cabinet* del naturalista italiano Ulisse Aldrovandi (1522-1605), que en 1567 hablaba de más de 9.000 «cose diverse». Incluía plantas, minerales, fósiles, animales disecados, figuras pintadas, xilografías, mármoles, esculturas, relojes, instrumentos, globos terráneos, etc. Sabemos de las colecciones de Francesco Calzolari en Verona (c.1622), Ferrante Imperato en Nápoles (c.1590), Ole Worm en Copenhague (1655) o Ferdinando Cospì en Roma (1677), entre otros <sup>13</sup>. Poseemos además magníficas ilustraciones de *cabinets* en el catálogo publicado por el coleccionista holandés Levinus Vincent (1658-1727) (figura 2.1) <sup>14</sup>. Muebles suntuosos, armarios especiales, cajones, paredes y techos rellenos de objetos diversos para mayor fascinación del visitante eran habituales en este contexto, en ordenaciones que al menos hasta bien entrado el siglo XVIII no respondían a una clasificación sistemática de los tres reinos de la naturaleza, y se integraban a los *artificialia* que contenían objetos de índole diversa.

En la Inglaterra del siglo XVII, los «curiosos» eran aristócratas, caballeros o aspirantes a caballero, en su mayoría propietarios de tierras, pero también clérigos, abogados, universitarios, médicos, comerciantes y boticarios. La curiosidad era considerada una virtud propia del *gentleman*, que implicaba la fascinación y la admiración por todo lo raro, nuevo, sorprendente o especialmente destacado en todas las esferas de la vida. El *grand tour* a través del continente formaba parte de la educación de esos jóvenes aristócratas, que regresaban a casa cargados de objetos curiosos, dejando testimonio escrito de su aventura en sus diarios de viaje <sup>15</sup>. Éste era el caso, por ejemplo, del viajero inglés John Evelyn (1620-1706), que describía en sus diarios sus visitas a numerosos *cabinets* en toda Europa. De su estancia en París en 1644, Evelyn nos habla de una tienda en el mercado cercano a la Isle du Palais, llamada «Arca de Noé», donde se vendía todo tipo de curiosidades naturales y artificiales: conchas de moluscos, marfil, porcelana, peces disecados, insectos, pájaros, dibujos y «extravagancias exóticas» <sup>16</sup>. En 1651, Evelyn visitó en Londres el jardín de un tal Mr. Morine, con sus rarezas naturales: corales, minerales, cangrejos del Mar Rojo, más de mil tipos de conchas, una colección de insectos; una mariposa parecida a un pájaro y un supuesto pájaro rinoceronte aparecían como monstruosidades; todo ello acompañado por numerosas pinturas de flores y plantas <sup>17</sup>.

Al inicio del siglo XVII sabemos de la existencia en Lyon de la colección de Nicolás Grollier de Servière, que contenía las más preciosas curiosidades científicas de su época. Después de una brillante carrera militar al servicio del rey Enrique IV de Francia, Servière dedicó todos sus esfuerzos a organizar una casa donde reunía los aparatos más ingeniosos en galerías enteras llenas de modelos de máquinas curiosas, de relojes notables y diversos objetos. En una descripción realizada al inicio del siglo XVIII sobre el gabinete de Servière se detallan: «... varias piezas inimitables torneadas en marfil [...] relojes extraordinarios, máquinas de diferentes especies para elevación de aguas, construcción de puentes, y, en fin, para todo lo que pueda ser útil y cómodo al público y a los particulares» <sup>18</sup>. En un contexto parecido, el museo del médico Pierre Borel (1620-1671) en Castres contenía *artificialia* provenientes de las artes químicas y mecánicas, así como una gran diversidad de *naturalia*, que en buena medida representaban los extremos de la naturaleza desde lo anormal y monstruoso a lo exagerado. En el contraste entre esos objetos extraños y los percibidos habitualmente en su vida cotidiana, residía precisamente el interés del visitante y la razón del correspondiente prestigio social del propietario de la colección <sup>19</sup>.



Fig. 2.1. El *cabinet de curiosités* de Levinus Vincent y sus visitantes en Haarlem, Holanda (1705).

Tanto los coleccionistas como los visitantes tenían una participación activa en la construcción de la colección. El coleccionista debía estar integrado en una red internacional de intercambio de objetos que le permitía conseguir nuevos ejemplares. De ahí los inventarios, las listas y las «desiderata», o solicitudes por carta de nuevos objetos. Con el tiempo, aristócratas y príncipes habían de encargar a expertos (naturalistas, dibujantes, pintores, escultores, etc.) el mantenimiento y mejora de los objetos poseídos. La posesión de la curiosidad o la maravilla era un factor de prestigio social y de atracción de nuevos visitantes. Estos últimos, selectos invitados, solían presentarse con un objeto, regalo de cortesía, que pasaba a engrosar la colección. Visitantes, viajeros y correspondientes contribuían a la circulación de los *naturalia* y *artificialia*. Los coleccionistas compartían una cierta economía moral que les llevaba a hacer públicos sus resultados, a abrir las puertas a los potenciales visitantes siguiendo unas determinadas reglas <sup>20</sup>.

A finales del siglo XVIII, los *cabinets* se vaciaron progresivamente de visitantes, sus objetos fueron sometidos a reorganización y reclasificación, y se transfirieron a las nuevas instituciones científicas de la Ilustración (gabinetes de máquinas, de historia natural, de física e instrumentos científicos) o a colecciones universitarias. Perdieron así buena parte de su identidad original, sólo conservada en los casos en que este tipo de intervención resultó ineficaz o incompleta por determinados avatares históricos. Su reconstrucción fiel al contexto de los siglos XVI y XVII nos permite comprender los sutiles mecanismos de comunicación en esos espacios tan peculiares del saber, y mostrar cómo en ese mundo no existían separaciones claras entre lo natural y lo artificial, entre el coleccionista, el visitante y el correspondiente, entre conocimiento natural y prestigio social, entre la monstruosidad y la maravilla de la creación divina.

En publicaciones de la época referidas a diversos *cabinets* aparecía claramente la palabra «museo», como templo de las musas o repositorio del saber, de manera análoga al uso que se hacía de ese concepto para definir las colecciones de antigüedades clásicas griegas y romanas. Cabe destacar el Museum Wormianum (1655) en Copenhague, el Museo Cospiano (1677) en Roma o la *Museographia* (1727) de Caspar Friedrich Nickelius en Leipzig. A ellos debemos añadir las colecciones de modelos mecánicos del siglo XVII, como los autómatas de Jacques de Vaucanson (1709-1782) o la fundación de nuevas instituciones con una clara vocación expositora como la británica Royal

Society of Arts (RSA) en 1754, que pretendía explicar a sus visitantes la colección de sus objetos, inventos y máquinas; la propia colección privada de modelos mecánicos de Benjamín Franklin en Filadelfia, o el gabinete de máquinas del Conservatoire nationale des arts et métiers (CNAM) de París. Precisamente, esta última era una colección pensada en buena parte para la enseñanza técnica y sus estudiantes (un público de la ciencia al que dedicaremos nuestra atención del capítulo cuarto). En 1794, Henri Grégoire (1750-1831) presentaba ante la Convención nacional el nuevo proyecto subrayando de nuevo la fascinación del visitante ante las máquinas y objetos expuestos <sup>21</sup>.

En esa temprana cultura de la curiosidad residían algunas de las señas de identidad de los futuros museos de ciencia, aunque su propia organización, contenido y significado había de variar notablemente en los siglos venideros. La curiosidad, su exposición e intercambio con el visitante se convirtieron en una manera de ver y aprender ciencia, en una cultura científica bastante alejada de los textos escritos o impresos y del ambiente académico de las universidades, e incluso no del todo coincidente con las actividades de las sociedades científicas <sup>22</sup>.

Gabinetes de máquinas e instrumentos científicos, exposiciones locales o nacionales ganaron terreno en la esfera pública en las primeras décadas del siglo XIX. La cultura de la curiosidad exótica no había desaparecido, pero había perdido peso con relación a los nuevos protagonistas de la industrialización, que se exhibían en público cada vez con más frecuencia, y que llegaron a tener una importante dimensión internacional a mediados del Ochocientos. La llamada *Great Exhibition* de Londres de 1851, que reunió unos seis millones de visitantes, fue un hito sin precedentes. La majestuosidad del famoso Crystal Palace, construido con más de 300.000 piezas de cristal y de hierro, los 14.000 expositores (la mitad de ellos no británicos) o los más de 100.000 artículos presentados, le confirieron un carácter excepcional, cuyo ejemplo pionero no dejó de crecer a lo largo la segunda mitad del siglo. Treinta y dos millones de visitantes contemplaron la torre Eiffel en la Exposición de París de 1889, que en la misma ciudad, en 1900, llegó a reunir cuarenta y dos millones personas <sup>23</sup>.

Los espacios y los rituales que acompañaban a las exposiciones universales eran ricos y complejos. La distribución del espacio y la definición de los pabellones determinaba una cierta topografía del saber de la época: desde los pabellones de máquinas, o los palacios de la ciencia y de la industria, hasta los pabellones de las naciones y las firmas

más poderosas. Una vez clasificados oportunamente, los objetos eran expuestos en secciones que tenían asignado un jurado, formado habitualmente por expertos académicos e industriales. Tenían el encargo de seleccionar las mejores piezas, cuyos inventores o fabricantes eran premiados en pomposas celebraciones públicas en presencia de las élites políticas y económicas. Una medalla en la exposición representaba un prestigio importante para una determinada firma, y una buena excusa para lanzar una determinada campaña publicitaria <sup>24</sup>.

Los jurados (no sin controversia) tenían el papel de expertos, asignaban premios a los mejores expositores, pero reclamaban la necesidad de homogeneizar criterios, así como sistemas de medidas. Eran estrategias para estimular el consumo masivo de bienes industriales entre los visitantes, una ceremonia de legitimación del producto estandarizado, resultado de las nuevas factorías. Los objetivos eran claros: mejorar el buen gusto de las clases medias, elevar la cultura científica, educar a los empresarios y educar en la moral a la clase trabajadora, en una combinación de diversión, entretenimiento y educación. La ciencia, en general, y, en particular, las máquinas y la técnica industrial tenían una presencia notable. Su exposición pública influía lógicamente en la percepción de los propios visitantes <sup>25</sup>.

Londres 1851 mostraba el apogeo imperial de la Inglaterra victoriana, pero respondía también a una obsesión por la estabilidad social por parte de las élites después de las revoluciones que habían asolado Europa en 1848. París 1889 representaba la celebración del centenario de la revolución francesa en un momento de pérdida de hegemonía política e industrial de Francia; Chicago 1893 celebraba el cuarto centenario del descubrimiento de América, pero también simbolizaba la emergencia de la nueva potencia transatlántica. Sin renunciar al nacionalismo ni al imperialismo, cada país construía una retórica de universalidad y cosmopolitismo <sup>26</sup>. Reforzados por la economía capitalista y en oposición a socialistas y comunistas, que reivindicaban un cambio radical de modelo productivo y una mejora sustancial de las condiciones de vida de la clase obrera, las exposiciones presentaban una retórica interclasista, una sociedad en armonía, llena de «paz y buena voluntad» como rezaba el lema de Piccadilly Circus en 1851, repleto de una multitud que se dirigía hacia la exposición (figura 2.2). La representación de esa utopía requería de nuevos espacios en los que se podían idealizar las supuestas virtudes de la factoría, demasiado degradada por las miserias de la vida cotidiana para la mayoría de visitantes.

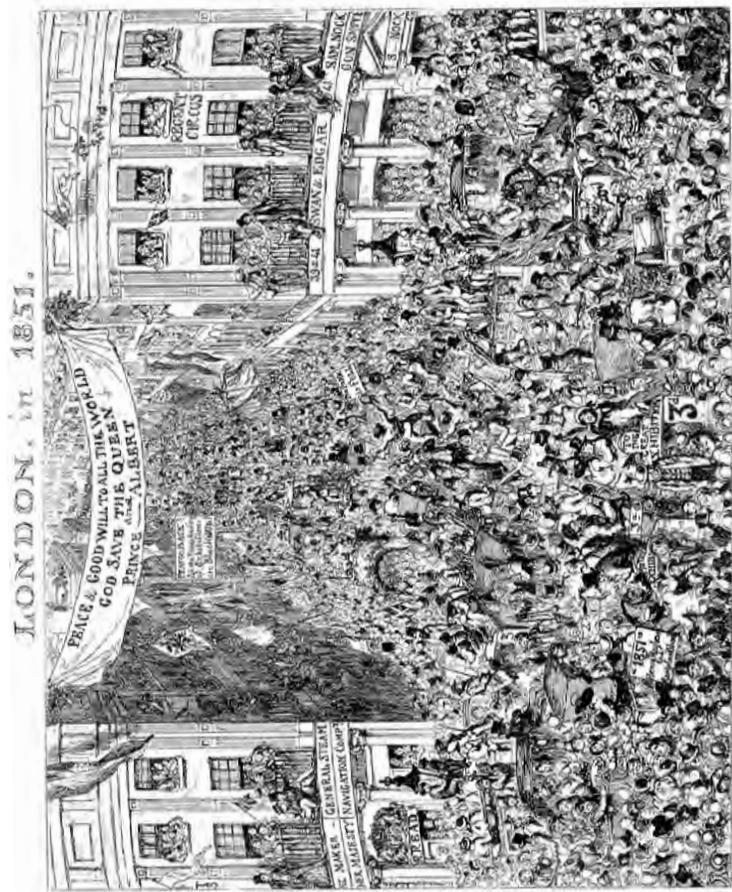


Fig. 2.2. Los visitantes en la Great Exhibition de Londres de 1851. Las masas llegadas del norte de Inglaterra se aglomeran en Piccadilly Circus en su camino hacia la Exposición.

Más allá de proclamas retóricas y de los planes de las élites en el diseño y difusión de las exposiciones, el testimonio de sus públicos, en un sentido amplio, merece una atención especial. Sabemos, por ejemplo, que familias enteras llegaron a la Great Exhibition en busca de diversión y entretenimiento. Encontramos así la imagen de un visitante *flâneur* que copaba las galerías del Crystal Palace e invadía Hyde Park el día de la inauguración, lleno de admiración y fascinación. La prensa, los visitantes extranjeros y el público en general reaccionaron de forma bastante unánime ante la novedad de esos edificios y de la calidad y cantidad de objetos expuestos. Esos visitantes estaban ansiosos por ver la sala de máquinas, de la que todo el mundo hablaba con gran entusiasmo. Textos de la época lo describían en los términos siguientes: «Había una bomba monstruosa, con sus dos bocas, vertiendo un río de agua; quería ver también las prensas de impresión a vapor, las máquinas de cardar, hilar y tejer, de las que había escuchado maravillas»<sup>27</sup>. La demostración de fuerza de las máquinas de vapor en pleno funcionamiento, con sus espectaculares movimientos y ruidos, parecía transportar al visitante a la admiración incondicional<sup>28</sup>.

Unos años más tarde, los elementos de fascinación técnica de las grandes máquinas podían encontrarse en la electricidad. En 1867, en la Exposición de París, la telegrafía desempeñó un papel destacado, junto con el cable transatlántico, que un año antes había empezado a funcionar después de un largo y costoso período de instalación. En la década siguiente, en la Exposición de 1878, había de llegar el teléfono, el fonógrafo, los puentes de Wheastone para los aparatos de telegrafía Morse y los primeros planes de iluminación eléctrica. En 1881, también en París, una nueva exposición dedicada exclusivamente a la electricidad recibió la nada despreciable cifra de 900.000 visitantes. Se hicieron famosas las audiciones de ópera en el Palacio de la Industria a través de unos «auriculares telefónicos» que transmitían el sonido desde el verdadero escenario de la representación. Llegaron los diferentes diseños de lámparas incandescentes, mientras que Gramme, Siemens, Edison o Graham Bell se convertían en héroes populares, cuyos nombres estaban en boca de todo tipo de visitantes con independencia de su origen social<sup>29</sup>.

Las exposiciones eran además expresiones del internacionalismo de la segunda mitad del siglo XIX. No se pueden separar de los congresos científicos internacionales o de los movimientos a favor de la invención de nuevas lenguas comunes, como el esperanto. Esa vigo-

rosa tendencia al internacionalismo convivía en tensión permanente con un auge extraordinario de los Estados-nación. Los telégrafos, los teléfonos, el ferrocarril y la navegación a vapor conseguían poner en contacto a personas muy alejadas, pero la tendencia a la cooperación era indisoluble de la tendencia a la rivalidad. La mayoría de visitantes paseaba habitualmente por la famosa «calle de las naciones», en la que cada país mostraba orgulloso su pabellón.

Tanto en clave nacional como internacional, los discursos hegemónicos sobre las supuestas virtudes de las exposiciones universales suelen encontrarse en numerosas publicaciones y abundante documentación que nos han legado las élites políticas, económicas y científicas, implicadas en su organización. Éstas destacan su capacidad de dignificación del trabajo, el estímulo de la armonía social y el reforzamiento de la imagen de progreso. No obstante, los supuestos programas «civilizatorios» se convertían para algunos visitantes en propaganda e información manipulada<sup>30</sup>. Las voces críticas se hacían oír con argumentos diversos. Las exposiciones podrían ser un ataque peligroso a un sano proteccionismo nacional. En Inglaterra eran frecuentes los comentarios afirmando que el país no tenía nada que aprender de los extranjeros. William Morris (1834-1896) y John Ruskin (1819-1900), visitantes ilustres, criticaban la fealdad del producto industrial y la deshumanización del trabajo a través del proceso de mecanización tan glorificado en las salas de máquinas. Fiodor Dostoievsky (1821-1881) las percibía como deidades paganas, demasiado alejadas de los valores religiosos, una cuestión que inquietaba también al clero anglicano. Los movimientos obreros criticaban la enorme inversión en recursos económicos y reformas urbanísticas que habían de redundar solamente en el beneficio de la clase empresarial, aunque percibían las exposiciones como oportunidades para reforzar el internacionalismo proletario entre los visitantes<sup>31</sup>.

A pesar de la retórica pública de invitación a las clases populares a participar del evento, éstas fueron marginadas de determinados acontecimientos reservados a las élites. Los «shilling days» de la Great Exhibition, en los que se ofrecía una entrada al recinto en días determinados a precio muy económico, eran percibidos por una buena parte de los visitantes de clase baja como una denigración del trabajo. Aunque los obreros eran protagonistas indiscutibles de la construcción de la mayoría de las máquinas expuestas, muchos consideraban que su esfuerzo no era reconocido en público con la dignidad merecida. El creciente consumismo, supuesta fuente de dulcificación de conflictos,

chocaba con la fuerte cultura asociativa de la clase obrera, cuyos visitantes se resistían a aceptar el discurso oficial de las exposiciones <sup>32</sup>.

Era frecuente encontrar comentarios críticos sobre los objetivos últimos y la conveniencia las exposiciones universales. A modo de ejemplo, el 20 de abril de 1888, en puertas de la inauguración de la Exposición Universal de Barcelona, el periódico *El productor*, de tendencia socialista, se expresaba en un artículo anónimo en los términos siguientes:

«En primer lugar se halla la exposición; todos los obreros que hagan un verdadero sacrificio económico para verla observarán en ella multitud de productos naturales, industriales, artísticos y científicos, lo mejorcito de todas partes, bien instalado, vistoso [...] verán mucho lujo, gran boato, fiestas sin cesar, todo para los privilegiados, y como remate verán premiados a fabricantes [...] o a industriales capitalistas que no entienden una jota de su industria [...] mientras que los verdaderos productores, desde ingeniero a labrador [...] no ven recompensados sus esfuerzos ni con diplomas, ni con una sola frase de gratitud [...] En frente de este despilfarro, debemos mostrar nuestra desnudez. En frente de estas diversiones, nuestras reuniones de protesta» <sup>33</sup>.

Estas palabras nos alertan sobre la supuesta unanimidad respecto a las exposiciones universales. Nos recuerdan que, aunque con características diferentes, esa cultura megalómana y propagandista de la ciencia ha permanecido en nuestras sociedades a lo largo del siglo XX. Si en algún momento los creadores de las exposiciones universales pensaron en mejorar la formación científica y técnica de sus visitantes, el resultado, sin embargo, no parece ser demasiado exitoso. La diversión y el entretenimiento parecen haber primado de manera intencionada sobre su capacidad educativa y de promoción del espíritu científico.

## Museos de ciencia

La temporalidad espectacular de las exposiciones contrastaba con el progresivo desarrollo de nuevos espacios estables para exhibir ciencia. En Gran Bretaña, a inicios del siglo XIX, algunos hospitales empezaron a diseñar pequeños museos de acceso restringido. En los años 1820 aparecieron numerosos museos de historia natural en pequeñas ciudades de provincias, destinados a los miembros

de sociedades científicas locales. Llegaron luego los «espectáculos» anatómico-médicos con carácter comercial a los que se tenía derecho no ya por pertenecer a una determinada institución científica, sino simplemente con la compra de una entrada. Se organizaron numerosas exposiciones temporales de artes industriales, mientras otras colecciones privadas permanecieron en el contexto universitario. Una parte importante del esfuerzo de las exposiciones universales redundó también en la aparición de colecciones estables y abiertas al público <sup>34</sup>.

Algunos consideran el *Conservatoire* de París, fundado en 1794, como el «primer» museo de ciencia. Aunque ésta es una discusión algo estéril (cámaras de maravillas, *cabinets*, exposiciones y museos forman un tupido árbol con múltiples ramas en el pasado, y no una simple evolución lineal), el caso del *Conservatoire* es especialmente significativo por su profunda vocación docente, así como por su capacidad de educar con sus propias máquinas a los artesanos de provincias, regulares visitantes de sus instalaciones. De hecho, el objetivo docente a través las colecciones de máquinas e instrumentos estaba en el origen de los nuevos museos de ciencia que emergieron una década más tarde, ya entrado el siglo XIX.

En 1856, en el corazón de la revolución industrial, Georges Wilson, profesor de «tecnología» en la Universidad de Edimburgo, se dirigía a una selecta audiencia en la *Philosophical Institution* de la misma ciudad con las siguientes palabras:

«Un museo industrial debe ser un repositorio de todos los objetos de arte útil, incluyendo las materias primas usadas por cada arte, los productos acabados en los que las convierte, dibujos y diagramas explicativos de los procesos seguidos, modelos y ejemplos de máquinas con las que se han preparado, y las herramientas usadas en cada oficio. Ese museo debe además incluir ilustraciones del progreso de cada arte industrial en cada época [...] de su relación con la buena moral, y del servicio que puede ofrecer al Estado al emplear a los necesitados, mejorando las condiciones de vida de los pobres, avanzando la civilización de todas las clases, contribuyendo a la prosperidad material, intelectual y moral de toda la nación, y, a través de ella, más o menos a todo el mundo» <sup>35</sup>.

Era precisamente bajo esa retórica utilitaria de progreso, ligada a la legitimación de determinados procesos fabriles, y con la intención de identificar al público con los nuevos valores de la cultura indus-

trial, que se desarrollaron los museos de ciencia en la segunda mitad del siglo XIX. Éste fue, por ejemplo, el caso del South Kensington Museum de Londres, que tenía su origen en la propia Great Exhibition, y en la decisión política de equipar algunos espacios de exposición permanente aprovechando parte de la infraestructura de 1851<sup>36</sup>. Fue inaugurado en 1857, como un museo de artes industriales y decorativas que pronto incorporó material científico. Bennet Woodcroft (1803-1879), coleccionista, responsable de la oficina de patentes y agente activo en la Great Exhibition, organizó una exposición de máquinas entre las que se incluyeron diseños originales de máquinas de vapor y locomotoras. Su principal objetivo era la difusión de las artes industriales (incluidas las llamadas artes decorativas) y la ciencia. En 1874 se incrementaron las colecciones dedicadas a instrumentos y máquinas como resultado del informe de la Comisión para la Instrucción Científica y el Progreso de la Ciencia, que llevó finalmente a una exposición en 1876. De ahí en adelante, y a pesar de los cambios de espacio y traslados a diferentes edificios (en 1909 se dividió en dos instituciones diferentes: el Science Museum y el Victoria and Albert Museum), la técnica relacionada con la industria había de primar en sus contenidos. Poco a poco, las antiguas colecciones universitarias daban paso a esos nuevos espacios, a los nuevos templos legitimadores de la cultura industrial<sup>37</sup>.

Pero la exposición estable de contenidos científicos iba más allá de instrumentos o máquinas. A lo largo del siglo XIX, la gran mayoría de ciudades europeas tuvo su museo de historia natural, en el que convivían los antiguos tres reinos de la naturaleza: mineral, vegetal y animal, albergados en edificios nobles, generalmente con una arquitectura de inspiración clásica, que pronto los convirtieron en templos de la ciencia. La crisis del antiguo *cabinet* llevó a exponer los *naturalia* en itinerarios prefijados<sup>38</sup>. Vitrinas con animales disecados, reconstrucción de esqueletos, herbarios, los siempre problemáticos fósiles de especies extinguidas, además de la incorporación de las nuevas especies coloniales, representaban una nueva cultura material de la ciencia, abierta ahora a las clases medias urbanas. Algunos de esos nuevos museos provenían de las antiguas colecciones universitarias, como el Ashmolean de Oxford, o tenían su origen en intereses mineros como el Museum of Practical Geology de Londres; otros se erigían como nuevos espacios emblemáticos de la cultura urbana, el Natural History Museum de Londres o de Oxford, con sus magníficos edificios neogóticos victorianos, el Musée d'histoire naturelle de París (figura 2.3) o el

Natural History Museum de Nueva York, erigido justo al lado de Central Park, el espacio de recreación urbana por definición <sup>39</sup>.

Si analizamos la organización espacial de esos museos en su interior, pero también su emplazamiento en la ciudad en un determinado período histórico, podremos leer aspectos quizás poco evidentes de la historia de la ciencia <sup>40</sup>. Como en el caso de los museos de ciencia, más próximos a la técnica y la industria, su ubicación en la ciudad nos informa de la importancia de la ciencia en una determinada sociedad, de su imagen pública y de su relación con otros ámbitos de la cultura, las instituciones y el poder. De ahí el museo de ciencia universitario, complementario de la vida académica, el situado junto a espacios públicos de recreación, o el que comparte preeminencia con edificios del poder político o económico. En su interior, las salas y los itinerarios de exposición hablan por sí mismos y condicionan el recorrido físico y mental del propio visitante. Sabemos, por ejemplo, que la organización de los espacios del Natural History Museum de Londres respondía en buena parte a las diferentes percepciones de la naturaleza, en una sociedad impregnada de teología natural (mostrar las maravillas de los reinos de la naturaleza para reforzar la maravillosa creación divina), pero al mismo tiempo cuna del darwinismo y del naturalismo científico. De este modo, el simple análisis del diseño arquitectónico de los espacios, la organización y la exposición de las colecciones que diseñaron sus diferentes directores son una buena muestra de las diferentes concepciones de la naturaleza que el propio museo encarnaba <sup>41</sup>.

A finales del siglo XIX, William Henry Flower (1831-1899), director del Natural History Museum, propuso una nueva organización que separaba las colecciones para la investigación de las que tenían finalidades educativas y expositivas. Las primeras debían ser preservadas y estudiadas en privado, mientras que las segundas serían utilizadas para proporcionar al público un conocimiento general de los tres reinos de la naturaleza. La tensión entre preservar, estudiar y exponer estaba servida. La propuesta de Flower se impuso a la de su predecesor, Richard Owen, quien concebía las colecciones de una forma más integrada <sup>42</sup>. De hecho, los museos de ciencia, en particular los de historia natural, servían a dos tipos diferentes de público: un grupo selecto y reducido de estudiosos y académicos (todavía hoy el museo de historia de la ciencia de la Universidad de Cambridge en el Reino Unido se mueve bajo ese criterio), o una audiencia más amplia y no especializada. Ésta es una tensión probablemente no resuelta a lo largo de la historia de los museos de ciencia, desde el siglo XIX hasta nuestros días.

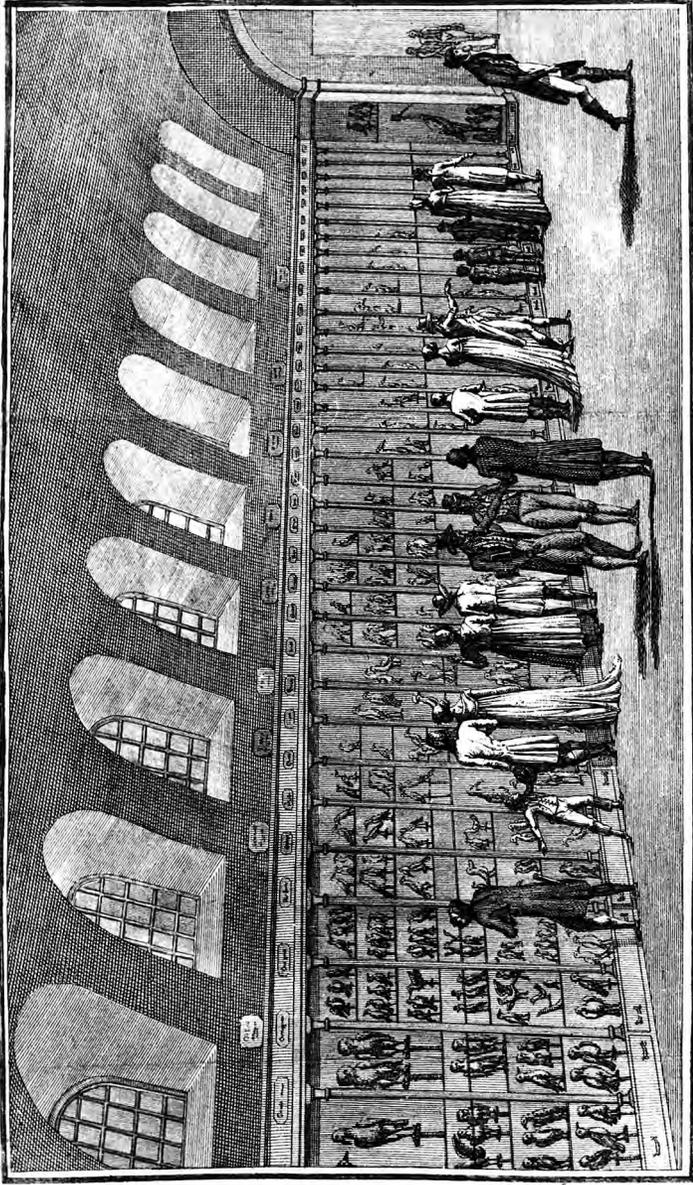


Fig. 2.3. Los visitantes en la Gran Galería del Museo de Historia Natural de París a finales del siglo XIX.

Algunas de esas tensiones quedaban reflejadas en las voces de los visitantes. Son ilustrativos, por ejemplo, los diferentes puntos de vista con relación a la exposición de una vieja historia natural, próxima al coleccionismo de antigüedades, o la presentación de unas nuevas ciencias de la vida que incorporaran descubrimientos recientes con un discurso más dinámico y evolutivo de la naturaleza. No es extraño que la profesora Clementina Jaquinet, de la Escuela Moderna del famoso pedagogo Francesc Ferrer Guàrdia (1859-1909), uno de los centros defensores de una enseñanza laica de clara inspiración evolucionista, se expresara en 1903 respecto a los museos de historia natural en los términos siguientes:

«Nada hay más triste, para quien ama de veras la instrucción popular, que ver cómo desfilan por aquellas salas más o menos lujosas y científicamente ordenadas, una multitud de trabajadores, simples curiosos o deseosos de instruirse, que miran sin ver las innumerables muestras instaladas en las estanterías [...] Pregúnteseles al salir qué han retenido de la visita, y os responderán: “¡Hemos visto muchos bichos raros!” [...] Los visitantes de esos museos salen con la impresión de que la naturaleza es una cosa difícil de comprender, muy superior a su entendimiento [...] Sí; nuestros espléndidos museos de historia natural están retrasados más de un siglo comparados con el estado de nuestros conocimientos, y no sirven más que para falsear las ideas del público en general sobre la biología»<sup>43</sup>.

De puertas a fuera, en aras de su legitimación social, los museos de historia natural se ubicaban con frecuencia en parques o espacios abiertos, que solían también acoger jardines botánicos o zoológicos, una especie de museos al aire libre de gran impacto popular, lugares de ciencia privilegiados en los que se exhibían determinadas reconstrucciones de la naturaleza usando especies vivas. Los jardines botánicos contaban con una antigua tradición que se remontaba al siglo XVI. Después de los *hortus botanicus* pioneros —Padua, Leiden, Montpellier, París, Uppsala y Oxford—, otros jardines como Kew, Buitenzorg y el *Jardin du Roi* de París se convirtieron en un modelo a imitar tanto en Europa como en el mundo colonial. Los primeros jardines fueron creados al lado de las facultades de medicina, para poder así completar la educación de los futuros médicos en su conocimiento de las plantas para la preparación de medicamentos en la tradición hipocrático-galénica. Sin embargo, pronto se convirtieron en depósitos de almacenamiento y distribución de nuevas plantas, en

centros de correspondencia, en puntos de una red de intercambio internacional <sup>44</sup>. Con el crecimiento de las ciudades industriales, los jardines botánicos dejaron de primar su función coleccionista para convertirse en espacios de recreación abiertos al público, en lugares de reconciliación con la naturaleza perdida, pero sin olvidar, como en el caso de los museos de ciencia, el interés por el estudio y la investigación de las diferentes especies <sup>45</sup>.

A finales del siglo XIX, una red de más de doscientos jardines botánicos se extendía entre las metrópolis y las colonias. Pronto se convirtieron en laboratorios de experimentación de nuevas especies, en espacios de discusión de nuevas nomenclaturas y taxonomías, pero también en museos vivos abiertos al público para la contemplación de la naturaleza exótica y lejana del reino vegetal <sup>46</sup>. Por razones diversas, los jardines botánicos actuaron como agentes de aclimatación, no siempre con éxito, de plantas tropicales en los climas continentales europeos. Interesaba el exotismo y la belleza de esas especies lejanas desde un punto de vista artístico. La introducción de espacios de naturaleza en el conglomerado urbano respondía a razones de higiene y salud pública, de recuperación de la antigua tradición ambientalista, con la intención de mejorar los aires y los lugares de la ciudad industrial <sup>47</sup>.

A pesar de las dificultades, las prácticas de aclimatación de plantas se extendieron progresivamente a los animales. Más allá de las *ménageries* de Antiguo Régimen, de las colecciones privadas de animales vivos para prestigio de sus propietarios, en el siglo XIX aparecieron progresivamente los parques zoológicos públicos en paralelo al desarrollo de las sociedades zoológicas <sup>48</sup>. En el contexto del movimiento de reforma de la historia natural, que preconizaba el estudio de los animales vivos en vez de los cadáveres (esqueletos o cuerpos disecados) y el uso didáctico de los primeros de cara al público, tuvieron lugar numerosos intentos de construcción de nuevos parques zoológicos. Como en el caso de las exposiciones universales, el entretenimiento para las masas primaba sobre la instrucción científica. El zoo se convirtió en un espacio público en el que los animales exóticos convivían a menudo con restaurantes, escenarios al aire libre para conciertos, estanques y espacios de diversión familiar, no demasiado alejados de los de las ferias o los parques de atracciones.

Lejos de disputas universitarias entre expertos, la mayor parte de responsables de los parques zoológicos practicaba una historia natural pragmática y aplicada, interesada en describir empíricamente

los comportamientos del animal vivo, y utilizar algunos de esos conocimientos para determinadas mejoras en granjas, ganadería o incluso piscicultura. Conocemos, por ejemplo, el caso de Francesc Darder (1851-1918), el primer director del zoológico de Barcelona entre 1892 y 1918, cuya formación inicial universitaria se combinaba con el negocio familiar de veterinaria. Sus habilidades como taxidermista, su participación en el Museo de Historia Natural de la ciudad, el Museo Martorell, y su gestión de colecciones privadas de animales, contribuyeron sin duda al éxito de la organización de un nuevo espacio público para exponer animales vivos. La obsesión de Darder por la aplicabilidad de los conocimientos sobre el reino animal, más allá de discusiones teóricas, se plasmaba en algunas de sus publicaciones con títulos como *Manual práctico para la cría de las ocas; Utilidad e importancia de la cría, multiplicación, conservación y mejora de los animales domésticos* o *Piscicultura* <sup>49</sup>.

En los parques zoológicos, los animales se convertían en objetos híbridos, de origen natural, pero disciplinados en sus rutinas, confinados en espacios artificiales. Las jaulas no parecían, en general, muy diferentes de los escaparates de los comercios y solían copiar elementos estéticos de los pabellones de las exposiciones universales. La domesticación de los hábitos decepcionaba a los visitantes, que esperaban encontrar en esos espacios artificiales la reproducción de la naturaleza salvaje, de la lucha por la supervivencia darwiniana <sup>50</sup>.

El simio era objeto central de discusión y su contemplación en los zoológicos enfrentaba al visitante con sus propios comportamientos humanos. Sus disecciones anatómicas una vez fallecidos después de cortos períodos en cautiverio permitían discutir sus diferencias con relación a los humanos. Además, hacia 1900 los simios estaban presentes en todo tipo de espectáculos públicos y sujetos a múltiples reacciones por parte de los visitantes, y la cuestión de los orígenes humanos estaba estrechamente vinculada a la cuestión de la raza <sup>51</sup>. Por analogía a los museos de ciencia y a las exposiciones universales, el parque zoológico era un espacio que disciplinaba los hábitos de los animales pero también de los visitantes. Ésta era, en buena parte, la intención de esa historia natural aplicada, especialmente interesada por el establecimiento de nuevas formas de presentar la naturaleza para educar y elevar la moral del público en general.

A finales del siglo XIX, Alemania tenía aproximadamente unos 150 museos de historia natural, Gran Bretaña, 250; Francia, 300, y Estados Unidos, 250. En el contexto norteamericano destacaba el

American Museum of Natural History en Nueva York y el National Museum, parte de la Smithsonian Institution en Washington, resultado esta última de las donaciones recibidas después de la Exposición Internacional de Filadelfia de 1876 <sup>52</sup>. El estilo expositivo de esos museos empezó a cambiar al inicio del siglo XX, de manera que los animales o plantas fueron ubicados en espacios que eran reproducciones de su entorno natural. Las viejas vitrinas parecían languidecer ante las nuevas demandas del público.

Las primeras décadas del siglo XX habían de marcar además la transición progresiva entre museos con importante patrimonio, colecciones, ligados en mayor o menor medida al fenómeno de las exposiciones universales y dirigidos a la instrucción, entretenimiento y disciplina de los protagonistas de la industrialización, hacia un nuevo modelo de museo de ciencia que ponía al visitante en el centro de la experimentación a través de un conjunto de objetos desprovistos en buena parte de sus connotaciones históricas. En 1936, se inauguró en Nueva York, en el edificio del Rockefeller Centre, el Museum of Science and Industry, el cual apuntaba algunos cambios que habían de consolidarse en el ámbito internacional en las décadas siguientes. Su retórica impregnaba algunas de las publicaciones y folletos dedicados al nuevo templo de la ciencia. Se dirigía ya no al trabajador industrial del siglo anterior, sino a una nueva especie de ciudadano medio, descrito en clave propagandística en los siguientes términos:

«Han venido de todos los rincones de los Estados Unidos y de todas partes del mundo, impulsados por el deseo humano de ver qué hace mover las ruedas de la vida cotidiana. Éste es el público —el hombre de la calle, el ama de casa, el niño de la escuela, vitalmente interesados en los maravillosos logros de la ciencia moderna, y ávidos por comprender como éstos se conectan con su propia rutina diaria— para quienes el museo ha sido fundamentalmente diseñado» <sup>53</sup>.

En 1937, se inauguró en París el *Palais de la découverte*, como parte de la *Exposition internationale des arts et des techniques dans la vie moderne*. Bajo el liderazgo de científicos de la talla de Jean Perrin (1870-1942) y Paul Langevin (1872-1946), el *Palais* surgía como una estrategia de legitimación de la ciencia francesa, justo un año antes de la fundación del CNRS (la gran institución francesa para la investigación pública), y de la apuesta decidida del Gobierno del Frente

Popular de Léon Blum (1872-1950) por la inversión pública en educación científica. Se aprovechaba además la celebración del tercer aniversario de la publicación del *Discourse de la méthode* (1637) de René Descartes, un hito francés del desarrollo de la ciencia y la racionalidad moderna. Sin embargo, ésta era quizás una de las pocas referencias históricas en el nuevo museo. La ciencia se presentaba en el *Palais* como un corpus de conocimiento incontrovertible. Primaba el experimento y la demostración, algo interactiva, a la teoría y al objeto histórico. El *Palais* tuvo más de dos millones de visitantes, y su exposición temporal se convirtió más adelante en permanente.

Aunque la imagen pública de la ciencia que proporcionaba el Palais debe ser entendida en el contexto de los años treinta del pasado siglo, su filosofía parecía insinuar una nueva forma de presentar la ciencia a los visitantes, que se había de desarrollar plenamente en el mundo anglosajón después de la Segunda Guerra Mundial y extenderse posteriormente en el ámbito internacional a lo largo de la segunda mitad del siglo XX<sup>54</sup>. Con la aparición de los llamados *Science Centres*, o museos interactivos, los modelos didácticos se impusieron progresivamente al patrimonio científico. El papel del responsable de colecciones históricas perdió peso en favor de un nuevo profesional, el nuevo «comunicador» científico<sup>55</sup>. No se trataba de mostrar o comentar un antiguo microscopio proveniente de algún viejo laboratorio universitario, o una máquina de vapor donación de una determinada industria (como las que todavía hoy maravillan a los visitantes del Science Museum de Londres), sino de representar con maquetas y modelos abstractos e interactivos determinados conceptos científicos<sup>56</sup>.

El *Exploratorium* de San Francisco, fundado en 1969, sería un buen ejemplo de esos nuevos palacios de ciencia interactivos. Fue precisamente Frank Oppenheimer (1912-1985), hermano del famoso físico Robert Oppenheimer, quien inició el proyecto en plena Guerra Fría. Era un nuevo espacio diseñado para la experimentación, el juego, el entretenimiento, la intersección entre la ciencia, el arte y el espectáculo, que desde una cultura lúdica de la ciencia había de constituir un modelo a imitar en todo el mundo. Se abrió así la posibilidad de crear nuevos espacios informales y flexibles, lejos de las viejas galerías y vitrinas estáticas y ordenadas de los museos de ciencias tradicionales. Los tres volúmenes titulados *Exploratorium Cookbooks* siguen siendo un modelo de estandarización de esos nuevos espacios interactivos. En ellos se encuentran «recetas» para desarrollar 201 exposiciones temáticas, sobre temas tan variados como la luz, el sonido, la

electricidad, el magnetismo, el color, la mecánica, la temperatura, la neurofisiología, el comportamiento animal, las matemáticas, etc.<sup>57</sup>

Ligados en buena parte al Public Understanding of Science (PUS), desde la década de 1980, los *Science Centres* han acogido a millones de visitantes seducidos por el espectáculo de una ciencia no problemática, con la bendición de administraciones públicas y empresas privadas. En los años noventa existían ya unos cuarenta *Science Centres* en el Reino Unido y más de trescientos en Estados Unidos<sup>58</sup>. La fundación en 1986 de la *Cité des sciences et de l'industrie* en París significaba en gran manera el entierro simbólico del viejo *Palais de la découverte*, que si a finales de la década de 1930 parecía un proyecto rompedor con la tradición museística del siglo XIX, medio siglo más tarde se había convertido en una reliquia del pasado<sup>59</sup>.

A pesar de esta expansión espectacular, los *Science Centres* se enfrentan hoy a una época más crítica respecto al progreso científico, aquejados de ese malestar sutil, en un momento en el que, como veremos más adelante con detalle, los mecanismos que confieren autoridad científica se han vuelto cada vez más complejos<sup>60</sup>. Detrás del objetivo más a menos filantrópico de «instrucción» del público visitante, se han convertido poco a poco en instrumentos de legitimación social del experto, del científico profesional, reforzando precisamente esa idea de la visión dominante de la divulgación científica<sup>61</sup>. Las exposiciones suelen carecer de un autor claro. Se presentan con frecuencia como un producto incontrovertible de los expertos hacia los profanos, sin narrativas simétricas, capaces de describir las posiciones de diferentes grupos ante un problema científico determinado<sup>62</sup>. Devienen así espacios artificiales en los que determinados principios científicos son arrancados del mundo natural pero también del social<sup>63</sup>. Aunque el número de sus visitantes se cuenta por millones y compiten casi de igual a igual con prestigiosos museos de arte, suelen transmitir una imagen indiscutible del conocimiento científico, que se presenta como un corpus de saber autónomo, neutro y políticamente correcto. Son poco frecuentes las exposiciones sobre temas en los que se diluyan las fronteras entre conocimiento experto y profano, entre los factores científicos y los factores culturales y sociales<sup>64</sup>.

Tanto en el caso de los *Science Centres* como, retrospectivamente, en las exposiciones universales, jardines botánicos, zoológicos o museos de ciencia del siglo XIX, podemos aproximarnos a los objetos expuestos con preguntas similares a las que nos haríamos al escribir la biografía

de un determinado científico: su origen, su vida en el contexto de una colección y en un espacio determinado, así como las percepciones que los demás, nuestros públicos, tienen y han tenido del mismo <sup>65</sup>. El significado de los objetos varía en el tiempo y en el espacio, pero también en función de quien los contempla. Así, el objeto expuesto en el museo está relacionado con los otros objetos que forman una colección, con los coleccionistas y los conservadores, pero también con los visitantes, actores que sin duda merecen una atención especial <sup>66</sup>.

La Exposición Internacional de Filadelfia de 1876 es recordada fundamentalmente en los catálogos oficiales por sus enormes máquinas de vapor, pero en aquel momento, para la mayoría de visitantes, pasaron inadvertidos tanto el teléfono como algunos modelos de lámparas incandescentes. Ante el incesante bombardeo de información y la inevitable fatiga, el visitante aprende realmente poco durante la visita e incorpora pocos contenidos nuevos cuando toma el camino de la salida. La visita se convierte habitualmente en una experiencia afectiva y motivadora, pero que tiene poco que ver con el conocimiento científico en sí mismo. De nuevo nos enfrentamos aquí al problema de la ciencia espectáculo y a la intimidación y sumisión del público ante ese tipo de programas <sup>67</sup>.

En cualquier caso, cuando el visitante entra en un museo de ciencia, no deposita su cultura y su identidad en la consigna, ni responde de manera totalmente pasiva a las exposiciones, sino que las interpreta a través de sus experiencias previas, creencias, valores y habilidades perceptivas adquiridas culturalmente <sup>68</sup>. Esta cuestión ha sido estudiada con detalle, por ejemplo, con relación a las actitudes de los visitantes en los museos de ciencias naturales, y en particular respecto a las exposiciones dedicadas a la evolución humana. A pesar de los profundos debates y controversias existentes entre los expertos sobre las distintas ramas que nos han llevado al *Homo sapiens* (como veremos más adelante en el capítulo séptimo, no existe de hecho un acuerdo en la comunidad internacional sobre el número de especies y su ubicación en el árbol genealógico humano), el visitante suele aproximarse a la exposición con una concepción lineal y jerárquica del problema, en la que todo parece haber evolucionado desde lo más simple a lo más complejo, en un proceso en el que los seres humanos aparecen como en punto final del proceso <sup>69</sup>. De igual modo, el visitante tiende a aceptar una narrativa de progreso científico lineal, no problemática, y acude a los *Science Centres* en familia, buscando el entretenimiento y la diversión, en especial para los más pe-

queños, un público específico de la ciencia para quien se ha adaptado buena parte del discurso expositivo.

Para algunos teóricos del problema, desde el siglo XIX en adelante, el museo de ciencia es un espacio de entretenimiento y de instrucción, pero también de disciplina y de control de determinados comportamientos, con importantes paralelismos con las exposiciones, las galerías comerciales, los parques de atracciones, los jardines botánicos o los parques zoológicos. Se convierten así en espacios de representación estandarizados (este hecho es especialmente evidente en los *Science Centres*)<sup>70</sup>, en los que confluyen aspectos de la cultura oficial y la popular, de lo experto y de lo profano, no siempre de manera equitativa, de manera que se materializa una determinada hegemonía cultural impuesta por las élites<sup>71</sup>. De ahí que no formen parte habitualmente de su contenido expositivo cuestiones controvertidas como, por ejemplo, la guerra, la inmigración, la contaminación, las pseudociencias o las cuestiones de clase o género.

Paradójicamente, en los casos en los que se ha dado voz a un número amplio de visitantes antes de decidir los contenidos de una determinada exposición, el consenso sobre la misma ha resultado de una enorme dificultad. Es especialmente conocido el caso del proyecto de exposición del Smithsonian National Air and Space Museum, dedicada a la celebrar el cincuenta aniversario del lanzamiento de las bombas atómicas sobre Hiroshima y Nagasaki en agosto de 1945. Ante las opiniones discordantes de los diferentes públicos: los historiadores profesionales, los veteranos de guerra, el Gobierno japonés, las opiniones publicadas en la prensa, etc., el consenso sobre los contenidos que debían narrar la historia del Enola Gay medio siglo más tarde se cerraron en falso y terminaron en fracaso después de dos años de controversia, de 1993 a 1995<sup>72</sup>. En particular, en el caso de los veteranos de guerra, un público muy especial, se hizo evidente la tensión entre los expertos académicos en historia de la Segunda Guerra Mundial y la memoria de los participantes en la misma. Estos últimos legitimaban el lanzamiento de las bombas con la finalidad de forzar la rendición del Japón y ahorrar así más vidas humanas a largo plazo. Para ellos cualquier revisión pública de esta tesis, expuesta además en la prestigiosa Smithsonian Institution, era percibida como una burla a su sacrificio personal en el frente del Pacífico<sup>73</sup>.

De vuelta al presente, en el Science Museum de Londres conviven hoy en día de manera algo esquizofrénica el antiguo modelo de museo industrial, en el que los instrumentos y las máquinas desempeñan

un papel muy relevante en el contexto de un discurso histórico, y la nueva cultura interactiva de los *Science Centres*, hasta el punto que el departamento de conservadores y el departamento educativo (encargado de diseñar las exposiciones interactivas) trabajan cada vez más de forma aislada y desconectada. Éste es, sin embargo, un caso relativamente excepcional. De hecho, el papel de los antiguos conservadores a la hora de diseñar los contenidos de nuevas exposiciones sometidas al control del Estado o de empresas privadas es cada vez menos relevante <sup>74</sup>; buena prueba ésta de cómo los museos de ciencia han sustituido progresivamente la percepción promiscua de la antigua cultura de la curiosidad por una nueva mirada regulada, que les ha convertido en lugares de observación más razonada y distante <sup>75</sup>. Así, la estandarización de los espacios de exposición, las guías de visita y catálogos, la marginación creciente del discurso histórico y de la utilización del propio patrimonio para la construcción de un discurso museográfico original, el énfasis en los programas educativos e interactivos, la obsesión por el entretenimiento y la diversión, han contribuido a una cierta alienación del visitante <sup>76</sup>. Quizás ahí subyazca otra de las causas de ese sutil malestar de la cultura científica que nos acompaña desde las primeras páginas de este libro. Pero veamos a continuación otras dimensiones de lo espectacular.

### La ciencia teatral

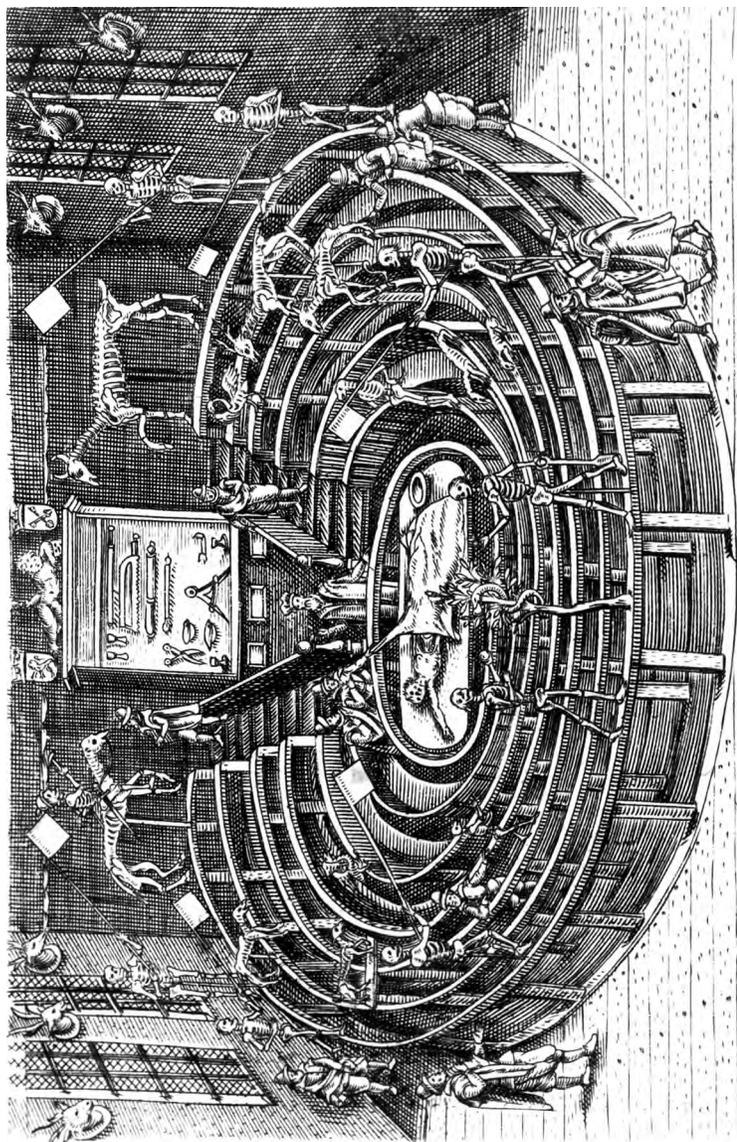
Aunque de entrada les deberíamos atribuir características estrictamente docentes (formaban parte inicialmente de las facultades de medicina), los llamados teatros de anatomía trascendieron las aulas universitarias para impregnar la esfera pública de las sociedades occidentales desde el siglo XVI hasta bien entrado el siglo XIX. El famoso grabado de Andreas Vesalio en *De Humani Corporis Fabrica* (1543), con la representación del profesor de anatomía diseccionando un cadáver ante un numeroso público, es un buen ejemplo de cómo esos teatros y sus ilustraciones librescas proporcionaron en su época una nueva imagen pública de la medicina. Vesalio se representaba a sí mismo en el centro del teatro rodeado de 165 personas ordenadas jerárquicamente desde las primeras filas destinadas a los colegas de Facultad, pasando por los estudiantes, nobles eclesiásticos, pintores, o damas aristócratas. Algunos se jactaban de su presencia en el teatro, otros miraban sin ser vistos desde discretas ventanas en la parte alta

del anfiteatro (figura 1.1). De la *lectio* como única actividad del profesor en la tradición hipocrático-galénica de las universidades medievales, que dejaba la intervención directa sobre el cadáver para barberos y cirujanos de bajo estatus profesional, se pasó progresivamente a su unificación pública en manos de la misma persona con la *ostentio* y la *dissectio* como prácticas inseparables de la lección anatómica <sup>77</sup>.

Aunque venía precedido, como en otros muchos casos, de instalaciones temporales diseñadas para la misma función, el teatro de anatomía de la Universidad de Padua es considerado como el más antiguo de los conservados hoy en día. Fue construido en 1595 por Frabrizio d'Acquapendente (1533-1619), catedrático de la misma universidad y discípulo de Vesalio. En la misma universidad, Alessandro Benedetti (c.1450-1512) explicaba, en su *Historia corporis humani, sive Anatomice* (1502), las características del cuerpo a diseccionar así como el diseño arquitectónico más adecuado <sup>78</sup>. El cadáver debía ser el de un reo acabado de ejecutar, plebeyo, sin parientes ni amigos en el lugar; el teatro sólo temporal y de madera; el recinto debía estar bien ventilado para aliviar los malos olores de la putrefacción (la disección se hacía sólo en invierno). El cadáver ideal debía ser de tamaño suficiente para que el público pudiera contemplar todos los detalles. Se colocaba en una mesa, suficientemente iluminado, en el centro de las graderías.

El viajero inglés John Evelyn (1620-1706) narró en su diario su experiencia personal en su visita a Padua en 1646, donde asistió «a la famosa clase de anatomía, que se celebraba allí con gran éxito durante casi un mes». Decía haber visto «la disección de una mujer, un niño y un hombre, con todas las operaciones manuales del cirujano en el cuerpo humano» <sup>79</sup>. Pero los expertos daban también testimonio del ritual. A través de las descripciones del médico español Martín Martínez (1684-1734), en su *Anatomía completa del hombre* (1728), conocemos detalles del origen y desarrollo del teatro anatómico de Madrid y del ritual que tenía lugar en el llamado *Amphiteatrum Matritense* en el que todavía se distinguía el papel del catedrático con relación al del disector:

«En la parte superior [...] se asoma una figura femenina desde un balcón o palco. Los espectadores se distribuyen en la sala por las gradas en tres lados de la estancia, en dos y tres alturas, formando un animado grupo [...] Una figura situada a la izquierda [...] dibuja sobre un tablero, orientando su atención a la mirada del observador. El catedrático, sentado en un sillón central, delante de las gradas, preside



*THEATRUM ANATOMICUM.*

Fig. 2.4. El teatro de anatomía de Leiden en un grabado anónimo de 1609.

la escena. En el cuarto lado de la sala, el más cercano al observador, se halla la mesa de disección con el cadáver y, a sus pies, la figura del disector, de espaldas, sobre una tarima»<sup>80</sup>.

Podían existir matices y ligeras diferencias en función de cada teatro, pero los principales objetivos de la representación, de la ciencia «teatral», eran comunes. Con la exhibición cruda del cadáver a un público amplio se reforzaba la aceptación de la muerte y al mismo tiempo se mostraba la perfección de la creación divina. La disección era también el resultado de la capacidad prensil de la mano del disector, símbolo inequívoco de la inteligencia humana infundida por Dios. Los teatros de anatomía y sus graderías a menudo concéntricas respecto al lugar de disección permitían legitimar la presencia de diversos tipos de espectadores, todos ellos unidos por la curiosidad, la fascinación, pero también por la necesidad de superar el miedo antropológico a la muerte. Como cualquier otro edificio, el teatro definía en sí mismo una determinada relación de poder entre expertos y profanos, y determinaba de manera sustancial el orden, la clasificación y las funciones de la representación. De igual modo, las gradas, las paredes, los compartimentos, las ventanas para mirar y no ser vistos, etc., nos proporcionan claves para reconstruir determinados rituales de relación de la ciencia con el público y comprender al mismo tiempo las sutilezas de la lucha por la autoridad científica en un determinado tiempo y lugar (figura 2.4)<sup>81</sup>.

A lo largo del siglo XVIII, los teatros de anatomía se convirtieron en espacios públicos para otro tipo de actividades más allá de la disección. Se realizaban también experimentos de química neumática y electricidad, o albergaban sesiones «literarias», también abiertas al público, en las que estudiantes y profesores discutían sobre determinados temas científicos relacionados con la medicina, pero abiertos a las nuevas ciencias emergentes al final de la Ilustración. Así, las disecciones anatómicas cerraron poco a poco sus puertas y pasaron a ser patrimonio exclusivo de profesores y estudiantes de las facultades de medicina<sup>82</sup>.

Como hemos visto al inicio del capítulo, en plena Ilustración, Nollet estaba convencido de que la filosofía natural debía reproducir con teatralidad el «drama» de la naturaleza. Jean-Jacques Rousseau (1712-1778) llegó a calificar el *cabinet de physique* de Nollet como un laboratorio de magia en el que se podía contemplar una colección de «milagros»<sup>83</sup>. A pesar de ello, Nollet se dedicó plenamente

a ofrecer cursos espectaculares de física experimental, así como a fabricar y vender instrumentos científicos. Entre sus distinguidos espectadores se encontraban entre otros Antoine-Laurent Lavoisier (1743-1794), el personaje central de la revolución química de finales del siglo XVIII, y Charles-Augustin Coulomb (1736-1806), quien contribuyó decisivamente a la realización del sueño newtoniano al calcular la fuerza de atracción y repulsión electrostática con su balanza de torsión, que expresaba una función matemática análoga a la de la gravitación universal (figura 2.5) <sup>84</sup>.

El periódico *Les affiches de Paris* anunciaba regularmente conferencias públicas en la ciudad sobre matemáticas, física, historia natural, geometría, química o farmacia <sup>85</sup>. Sabemos también de los espectáculos itinerantes de François Bienvenue, profesor de física, inventor y fabricante de instrumentos científicos, que llenaba teatros de toda Europa para presentar al público numerosos experimentos de neumática, hidráulica, electricidad o galvanismo. Hasta el estallido de la revolución francesa, Bienvenue había dirigido sus experimentos a una rica clientela aristocrática, pero ante las nuevas exigencias del mercado se convirtió en un profesor itinerante en búsqueda de público en toda Europa.

En verano de 1797, Bienvenue se instaló en España, presentándose como un experto internacional en instrumentos de física experimental <sup>86</sup>. Un año más tarde lo encontramos en Valencia con un programa lúdico de demostraciones de física y de química, acompañadas de juegos matemáticos y fuegos artificiales de su propia invención. En 1808, sabemos que realizó sus demostraciones de física experimental en un teatro de Viena. En 1811, su espectáculo en el Gran Teatro de Rotterdam se hizo famoso por las explosiones de hidrógeno. Durante su estancia en Barcelona en 1803, la prensa anunciaba su espectáculo en los términos siguientes:

«Son más de 500 las experiencias que conoce y manifestará a este público en forma de curso de Física, que se completará en nueve espectáculos los que se darán en el teatro [...], tres días de cada semana. La mayor parte de estos experimentos son sobre varios puntos esenciales que ocupan en el día a los hombres más instruidos de Europa y de los cuales pende el progreso de las ciencias naturales. [...] La función empezará á las ocho de la noche, y en los días que se verifique se fijarán carteles en que se explicaran las experiencias que deban hacerse aquel día» <sup>87</sup>.

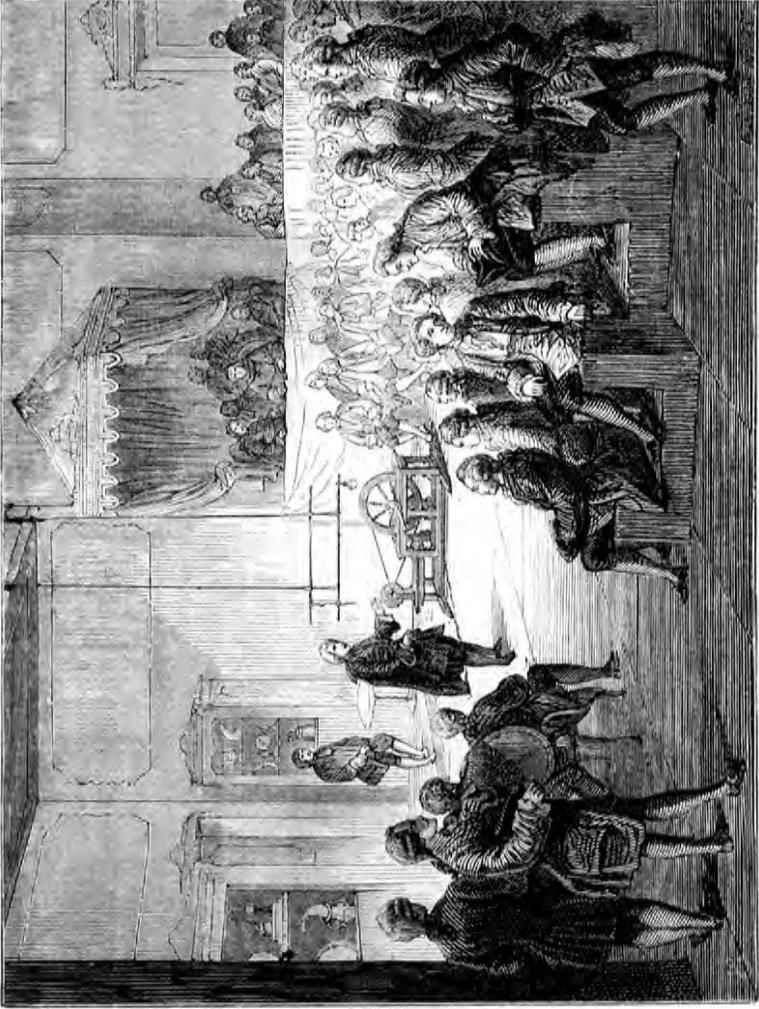


Fig. 2.5. Un curso de física experimental de Jean-Antoine Nollet a mitades del siglo XVIII.

Lejos de circunscribir sus espectáculos únicamente a la diversión, los experimentos públicos de Bienvenue contribuyeron, entre otras cosas, a la difusión internacional de la nueva química. La revolución química de finales del siglo XVIII representó mucho más que la genialidad de Lavoisier y su círculo —con la teoría de la combustión, la de la acidez, el papel preponderante del nuevo oxígeno y la nueva nomenclatura que llevaba asociada—. Esa nueva química era el resultado de una compleja seducción de numerosos espectadores a lo largo del continente a través de conferencias, experimentos públicos, textos populares y tertulias. Así, mientras Lavoisier construía instrumentos muy caros (balanzas, calorímetros o gasómetros), que reforzaban su autoridad en reducidos círculos de expertos, al otro lado del Canal de la Mancha, Joseph Priestley (1733-1804) defendía en sus conferencias públicas la descripción detallada de cualquier experimento usando instrumentos sencillos para asegurar una replicación eficaz por parte de los asistentes. De este modo, la química de Priestley resistió los embates de la nueva nomenclatura del oxígeno de Lavoisier hasta su propia muerte, reforzada en buena parte por la validación de sus experimentos por parte de los espectadores <sup>88</sup>.

De este modo, la química se convertía, en esa época, en una «cultura pública». Había requerido, para su asentamiento definitivo de los experimentos sofisticados —y en buena parte privados— de Lavoisier, de los nuevos instrumentos más asequibles de Priestley, de las memorias en prestigiosas sociedades científicas —como l'Académie des sciences de París o al Royal Society de Londres—, pero también de experimentos espectaculares como los de Bienvenue en teatros de toda Europa. Como había ocurrido unas décadas antes con la cultura del newtonianismo, la teatralidad de la física experimental y la nueva química apelaban el interés utilitario, la fascinación por las maravillas de la naturaleza, o el simple deseo de entretenimiento, pero sin descuidar el debate sobre la composición y propiedades de la materia <sup>89</sup>.

En Inglaterra, la Royal Institution (RI) acogió en su seno algunas de las conferencias públicas más prestigiosas del siglo XIX. Desde su inauguración en 1799, ese teatro de la ciencia vio actuar a figuras de la talla de Humphrey Davy (1778-1829), Thomas Brande (1788-1866), Michael Faraday (1791-1867), William Henry Bragg (1862-1942), John Tyndall (1820-1893), etc. Las conferencias de los viernes por la tarde (*Friday evening discourses*), las conferencias de Navidad dirigidas a los jóvenes (*Christmas lectures for young people*) o los artículos aparecidos en revistas como *Litterary Gazette*, *The Atheneum* o, más

tarde, los propios *Proceedings of the Royal Institution*, son una buena muestra de su impacto público <sup>90</sup>. En competencia con la oferta de los teatros del West End de Londres, la RI ofrecía fascinantes experimentos, combinados con dosis variadas de teología natural y utilitarismo. Así lo demuestran las transcripciones de famosas conferencias, como la de Faraday sobre la historia química de una vela, o la de Thomas Huxley sobre un trozo de tiza <sup>91</sup>. Crearon nuevos estilos de comunicación para atraer audiencias prestigiosas, pero poco dispuestas a renunciar al entretenimiento <sup>92</sup>.

En 1860, Faraday se dirigía a un auditorio joven en su conferencia sobre la combustión de una vela en los términos siguientes:

«Antes de proceder dejadme decir que, aunque este tema es magnífico y que nuestra intención es tratarlo de manera seria, honesta y filosófica, voy a descartar a las personas adultas que se encuentran ante nosotros. Solicito el privilegio de dirigirme a los jóvenes como yo mismo. Ya lo he hecho en ocasiones anteriores, y si les place, lo haré de nuevo. Y aunque estoy aquí conociendo las palabras que debo usar, no debo renunciar a hablar un lenguaje familiar a los que siento tan próximos a mí en esta ocasión [...] Y ahora, mis chicos y chicas, debo primero explicaros de qué están hechas las velas» <sup>93</sup>.

Aunque Michael Faraday empezó como ayudante de laboratorio, pronto descubrió las claves del éxito de esas conferencias públicas. En su opinión, había que contar con un teatro pequeño, con asientos próximos al conferenciante y a la tarima donde se realizaban los experimentos, con una buena iluminación —mejor natural— y con suficiente ventilación —los humos que se desprendían en los experimentos de química debían desaparecer lo más rápido posible—. Faraday invitó a los periodistas a asistir a sus conferencias públicas —les enviaba entradas gratis con suficiente antelación— y garantizó así reseñas en la prensa sobre sus experimentos, que parecieron publicadas junto a críticas literarias de las últimas novelas de Charles Dickens o George Eliot, obras de teatro o conciertos. No eran más que un reflejo de la heterogeneidad de la cultura victoriana y de la importancia creciente de la ciencia en su seno (figura 2.6) <sup>94</sup>.

En paralelo a la actividad de la RI, la Royal Polytechnic Institution (RPI) se convirtió en otro espacio popular para la ciencia londinense. Allí también se disponía de un teatro de conferencias, junto con un laboratorio, una importante colección de instrumentos y máquinas.

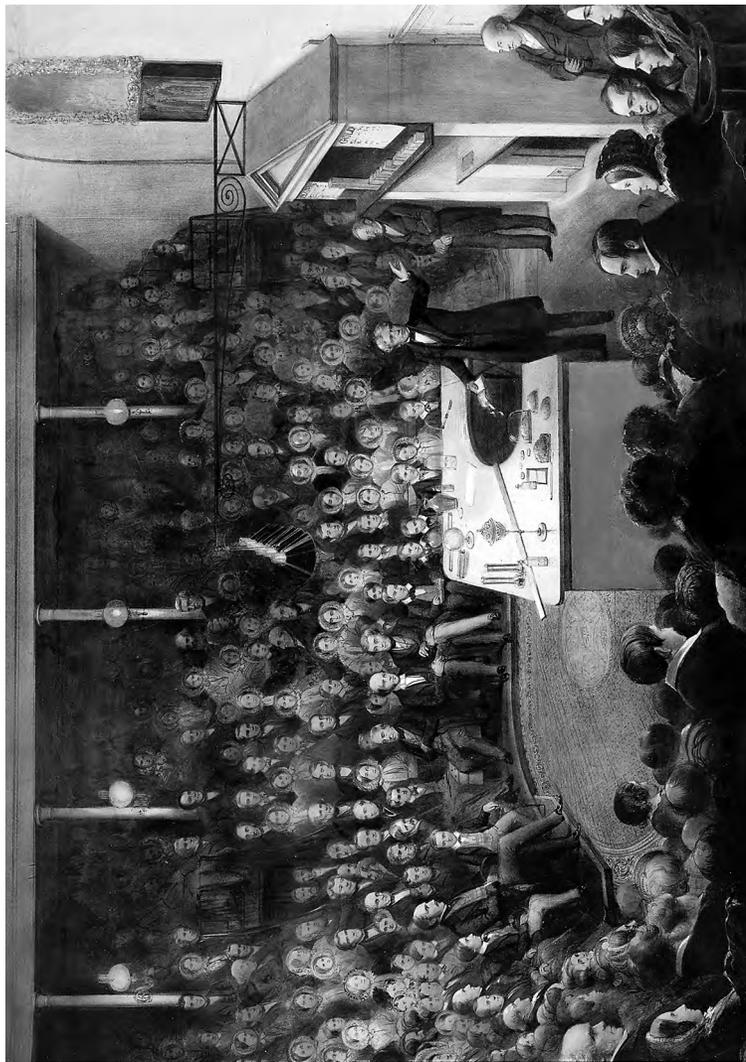


Fig. 2.6. Michael Faraday en una conferencia pública sobre los metales comunes, en la Royal Institution de Londres (1855).

Sabemos que en su famoso Great Hall se exponían al público objetos tan curiosos como una escafandra de inmersión, un microscopio denominado de «oxyhidrógeno», máquinas eléctricas o modelos de embarcaciones flotando en un largo canal. Otros espectáculos populares eran los de John H. Pepper, con sus ilusiones ópticas y experimentos fantasmagóricos, que despertaron algunas críticas en la prensa por su excesiva teatralidad <sup>95</sup>.

Ante esas grandes dosis de espectáculo y representación, algunos historiadores han querido ver algunas intenciones ocultas que no se hacían explícitas en la retórica de los divulgadores, ni en las aparentes reacciones del público. Quizás el éxito de la RI sólo puede comprenderse si analizamos la ciencia como un sistema más de valores del mundo industrial del siglo XIX y también de buena parte del siglo XX, como una estrategia más para manejar las contradicciones y las tensiones de aquellas sociedades <sup>96</sup>. Desde esta perspectiva, la ciencia sería un instrumento de orden y estabilidad social (volveremos sobre esta cuestión más adelante). Ésta es una visión crítica, menos ingenua, ante la fascinación del espectador. En esa cultura industrial, el espectáculo teatral distraía quizás no de manera inocente a les élites de la metrópoli británica con chispas eléctricas, imanes y gases pestilentes.

De nuevo, como en las exposiciones universales o los museos de ciencia, emerge aquí el dilema entre instrucción y entretenimiento, e incluso el debate sobre los valores e intenciones últimas asociadas a cada una de estas actividades. En cualquier caso, el factor espectáculo parecía intrínsecamente ligado a algunas manifestaciones públicas. En 1896, en el teatro Urania de Berlín, se realizaban demostraciones públicas para explicar el fenómeno de los rayos X. Al parecer, más de 60.000 espectadores en seis meses de representaciones contemplaron entusiasmados una mezcla de información y de entretenimiento, en una especie de museo de ciencia que formaba parte intrínseca de la oferta cultural de la ciudad, al igual que en Londres, junto a conciertos, teatros, opera, circo, conferencias o exposiciones artísticas <sup>97</sup>.

Existieron otros intentos de espectáculo y teatralidad. A finales de los años ochenta, después de veinticinco años dedicados plenamente a la divulgación científica, Louis Figuier decidió llevar a los escenarios la vida y obra de grandes científicos e inventores <sup>98</sup>. En esa época ya había alcanzado la celebridad gracias a sus *Feuilletons scientifiques* en la prensa, *L'Année scientifique et industrielle* y sus veintitrés libros de divulgación publicados desde 1851. Su esposa Juliette amenizaba

además una tertulia en casa de los Figuiet con científicos, artistas y periodistas. Atraído por las novelas de ciencia ficción de Jules Verne, aunque defendiendo las características genuinas de su género de divulgación, no novelesco, Figuiet se inspiró en *Tour du monde en 80 jours* (1874) para escribir su primera obra de teatro científico, *Les six parties du monde* (1877). Continuó después con la vida de los grandes hombres de la ciencia: Kepler, Jussieu, Papin, Gutenberg, entre otros. Le siguieron títulos como *Le mariage de Franklin*, *Miss Telegraph* o *La femme avant le déluge*, temas sobre los que Figuiet había escrito en sus obras de divulgación.

Su estrategia retórica se basaba fundamentalmente en la presentación heroica, romántica, del gran sabio, del gran drama del inventor o, en la comedia amorosa, de las aventuras y desventuras personales de sus protagonistas. Eran, sin embargo, obras bastante ingenuas y literariamente débiles, que requerían de decorados demasiado complicados, y en las que los objetivos didácticos y educativos tenían mucho más peso, quizás demasiado, con relación a los elementos de aventura y ficción, de entretenimiento. Las críticas en la prensa fueron contundentes y claras: «falta espectáculo» y «todo es demasiado ingenuo, austero, simple y rudimentario». Figuiet luchó desde 1877 hasta su muerte en 1894 por el éxito de su teatro científico, a pesar de ello el resultado se saldó en un fracaso total y en la ruina económica. De nuevo ciencia, ficción, espectáculo, entretenimiento e instrucción convergían de forma compleja en el escenario, y a pesar de las controversias académicas o los éxitos o los fracasos comerciales, esa cultura científica parecía definitivamente instalada en las ciudades del Ochocientos.

De igual modo, esa teatralidad se había de expresar a través de otras formas de espectáculo en el siglo xx. Desde la perspectiva de los grabados en los libros impresos, las pinturas de los artistas o las fotografías, la invención del cinematógrafo por los hermanos Lumière en 1895 puede considerarse como una nueva forma de teatralidad, una nueva etapa del giro visual de la ciencia. Podríamos considerar el cine como un desarrollo más de la óptica, la fotografía, la química o la instrumentación científica, y sería, por tanto, desde esta perspectiva, un capítulo apasionante más de la historia de la ciencia, pero lo más interesante aquí es analizar cómo desde el *fin de siècle* de 1900, pronto se había de convertir en un fenómeno cultural de masas, que fue apropiado posteriormente por la televisión en la segunda mitad del siglo xx<sup>99</sup>. Los films son excelentes materiales de

divulgación, ya que en sus imágenes y en sus mensajes se hallan codificados buena parte de los elementos de la cultura científica de una determinada época. A pesar de sus múltiples lecturas e interpretaciones, como sucede con cualquier obra de arte, el cine desempeña un papel importante en el sutil adoctrinamiento de la población, de nuevo en constante tensión entre las intenciones de educación, persuasión o simple entretenimiento <sup>100</sup>. Los films comerciales son importantes agentes de la divulgación científica en las sociedades contemporáneas, en particular si pensamos también en su circulación televisiva y más recientemente en Internet. Es precisamente en su distribución a millones de espectadores donde se juega buena parte de la imagen pública de la ciencia.

A pesar de que en la mayoría de los casos existe un tratamiento muy superficial de los contenidos científicos, esos filmes nos hablan de biografías (las llamadas *biopictures* o *biopics*), descubrimientos, controversias, espacios de práctica científica (hospitales, laboratorios, universidades, etc.) <sup>101</sup>, dilemas morales, actitudes respecto a la ciencia en determinadas sociedades y momentos históricos <sup>102</sup>. Una gran parte de los públicos de la ciencia se han acercado a lo largo del siglo XX a la vida de los científicos como espectadores de productos audiovisuales. Los *biopics* no son más que ejemplos contemporáneos de una larga tradición biográfica que ha marcado la imagen pública del científico en diversas épocas de la historia, y que no están tan alejadas de la antigua tradición de las necrológicas u obituarios de las academias de ciencias, de las hagiografías de científicos e inventores ilustres en el siglo XIX (volveremos más adelante sobre esta cuestión) o de las biografías más «tradicionales» de grandes personalidades de la política o del arte.

No debemos tampoco olvidar que gran parte de la población elabora su concepción de la ciencia moderna a través de los instrumentos de nuestra cultura popular contemporánea (cine, televisión, radio, prensa e Internet). A lo largo del siglo XX, el cine ha construido imágenes estereotipadas del papel del científico en la sociedad: romántico, excéntrico, idealista, elitista y aventurero, combinado con imágenes también estereotipadas de la propia ciencia: misteriosa, incomprensible, peligrosa, verdadera, divertida, etc., que penetran en el subconsciente del espectador y moldean el papel de la ciencia en las sociedades contemporáneas bajo el prisma de determinados intereses políticos, económicos o mediáticos. Estudios recientes sobre la imagen de los químicos como profesionales de la ciencia en

el cine del siglo xx muestran cómo, a pesar de los múltiples intentos por parte de asociaciones profesionales y grupos corporativos industriales por ofrecer una imagen pública más amable y positiva, que trascienda el estereotipo de la contaminación, el experimento explosivo y la opacidad de tradición alquímica, la imagen del químico como «científico loco» en la cultura popular del cine sigue siendo predominante <sup>103</sup>. En palabras del investigador cinematográfico y teatral José Manuel Serrano:

«El cine de ficción es un buen medio para transmitir al espectador no docto en ciencias una información científica a la que quizás no se acerque de otra manera [...] Aunque en la mayoría de los casos, las películas, en su afán de llegar a un amplio abanico de espectadores, tienden a ser superficiales cuando tratan la ciencia, ésta, gracias al cine, ha bajado de su pedestal erudito e inalcanzable para el pueblo llano...» <sup>104</sup>.

Así, el conocimiento científico del público en general, o del ciudadano medio, deriva probablemente más de esa cultura visual del cine, que de la educación reglada en la escuela o de la lectura sistemática de la ciencia impresa <sup>105</sup>. Además el cine documental ha extendido la imagen de la ciencia en la esfera pública.

Los primeros documentales científicos, que presentaban retratos de la naturaleza en su estado salvaje y a menudo exótico, o filmaciones de catástrofes naturales, se proyectaban en las salas como una oferta cinematográfica más entre las historias de ficción. Las ciencias naturales, y su presentación televisiva de la llamada «ciencia de campo» («science in the field») se han convertido en uno de los géneros de divulgación de más éxito de público en las últimas décadas, quizás con la única competencia de las series de ficción dedicadas a la medicina. Así, el cuerpo humano y la naturaleza, con las inmensas posibilidades de representación visual que conllevan, serían los grandes temas de la ciencia televisiva <sup>106</sup>. Sabemos, por ejemplo, que en Gran Bretaña el cine científico documental ha desempeñado un papel muy relevante a lo largo del siglo xx (y en particular en su segunda mitad a través de los programas televisivos de la BBC y Channel 4). Después de unos inicios *amateurs*, se convirtió en un elemento útil de propaganda durante la Segunda Guerra Mundial en aras de la legitimación pública de los nuevos avances relacionados con la maquinaria de guerra, la salud pública o la agricultura <sup>107</sup>.

Su función como elemento de propaganda y control político se puede identificar también con cierta facilidad en regímenes totalitarios. Es notable el papel que tuvo la ciencia en el contenido de los documentales del NoDo a lo largo de la dictadura de Franco. Recordemos, por ejemplo, los reportajes sobre inauguraciones de grandes obras públicas o de hospitales e instalaciones sanitarias para la lucha contra enfermedades como la tuberculosis. Se solían representar grandes espacios vacíos, sin público, como grandes obras técnicas culturalmente esterilizadas, con la intención de desmovilizar a la opinión pública, reforzar el carácter autoritario del régimen, enfatizar la ruptura con el pasado democrático y reforzar la militarización del espacio fílmico. Sólo a partir de los años cincuenta, con la apertura internacional de la dictadura y su reubicación en la dinámica de la Guerra Fría, el NoDo presentó reportajes sobre energía nuclear, exposiciones universales u operaciones quirúrgicas. Aquí, como en otros tiempos y lugares, el factor visual de la ciencia estaba cargado de intenciones políticas <sup>108</sup>.

Desde sus inicios, el cine ha sido un instrumento de investigación, de documentación y de divulgación científica, pero también un experimento narrativo en continua evolución, que ha presentado imágenes diversas, a menudo contradictorias, de la ciencia, y de sus protagonistas. El cine ha recogido elementos esenciales de la literatura de ciencia ficción del siglo XIX, ahora bajo un nuevo formato audiovisual dirigido a los espectadores como nuevos públicos de la ciencia de masas del siglo XX. Utopías y distopías, mundos exóticos y extraños, desde los viajes de Gulliver a Frankenstein, desde las ciudades futuras a las naves que conquistan otros planetas. Por ejemplo, el Frankenstein de Mary Shelley vio la luz como película comercial en 1910. Las novelas de Verne o de Wells llegaron también a la gran pantalla a lo largo del siglo XX. A los millones de lectores de aventuras basadas en contenidos científicos se le añadían ahora cantidades ingentes de espectadores.

El cine se ha aproximado a lo largo del siglo XX, y sobre todo en su segunda mitad, al papel de la ciencia en la escalada nuclear de la Guerra Fría. Una aproximación a la llamada «big science» en general y a la tecnología nuclear en particular se puede encontrar, por ejemplo, en la obra de Stanley Kubrik (1928-1999). En un conjunto de planos fijos y fríos para el espectador, Kubrik nos comunica una imagen rígida y distante de la propia ciencia. El ordenador HAL se rebela contra los astronautas de la nave en *2001: Una odisea en el es-*

*pacio*, una idea también presente en *Dr. Strangelove*, y que habría de recoger más adelante Steven Spielberg, inspirado en la novela de Michael Crichton, *Jurassic Park* (1990), con relación a las consecuencias negativas, pero espectaculares, de la biotecnología, o respecto a nuestra incapacidad de control del cambio climático en *Artificial Intelligence*. Este último es un tema además retomado en forma de documental por *An inconvenient truth*, el trabajo ampliamente difundido por Al Gore en su campaña contra el calentamiento global del planeta y sus consecuencias, en el que la autoridad del científico en la esfera pública tiene un papel fundamental <sup>109</sup>.

Si analizamos con algo más de detalle, por ejemplo, el caso de *Jurassic Park* de Spielberg, podemos identificar en su diseño y realización elementos significativos sobre la imagen pública de la ciencia a finales del siglo XX. El film es un medio magnífico para hacer llegar a millones de espectadores el conocimiento científico relacionado con disciplinas como la paleontología, la biología molecular, la informática o problemas candentes como la evolución, la clonación, la obtención de ADN, etc., cuyos contenidos aparecen dentro del film a modo de documental, es decir, con informaciones simplificadas, que son percibidas por los actores en el propio film y por los espectadores en la sala. Los niños desempeñan además un papel relevante como público profano, en un contexto de mercantilización de la ciencia en el que buena parte de los conocimientos frontera se utilizan para la recreación de los grandes dinosaurios extinguidos como espectáculo y beneficio privado de los promotores de *Jurassic Park*.

En el contexto industrial y urbano en el que se ha desarrollado el cine a lo largo del siglo XX, éste ha contribuido notablemente a la consolidación de la ciencia moderna como espectáculo, como producto de entretenimiento y fascinación del espectador por encima de sus propios contenidos. Adorno y Horkheimer ya consideraban el cine como un medio de eficaz manipulación de públicos (espectadores) pasivos, y ésta ha sido una línea argumental que ha llegado a los *cultural studies* de los años sesenta del pasado siglo. La enorme capacidad del cine en las sociedades de masas contemporáneas debe ser tenida en cuenta muy seriamente a la hora de analizar el papel de los espectadores en ese enorme teatro de la cultura científica de nuestros días <sup>110</sup>.

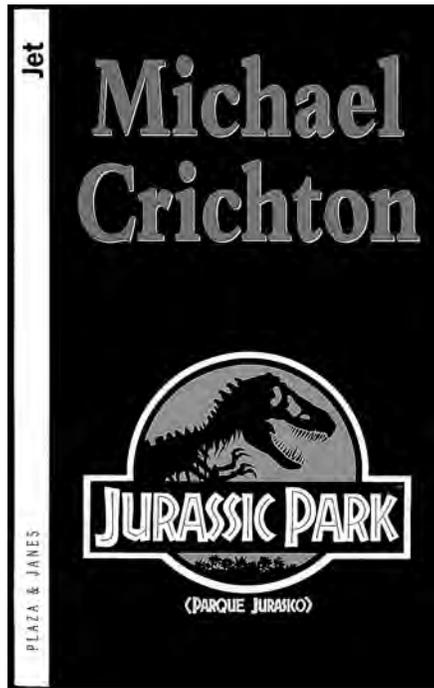


Fig. 2.7. Portada de la novela de Michael Crichton, *Jurassic Park* (1991). Publicada originalmente en inglés en 1990, fue llevada al cine por Spielberg en 1993.

Las colecciones de maravillas naturales y artificiales, las enormes máquinas de vapor escupiendo humo y ruidos en las exposiciones universales, los teatros llenos para ver cadáveres diseccionados o experimentos espectaculares y con frecuencia controvertidos desde la ortodoxia científica, o la fascinante reconstrucción tecnológica de la Guerra Fría y los mundos de ficción del cine, son sólo algunas muestras de ese factor espectacular de la ciencia, que a lo largo de la historia ha desempeñado un papel relevante con relación a sus públicos. En tensión permanente entre la diversión y la instrucción, entre lo racional y lo emotivo, entre la realidad y la ficción, el factor espectáculo ha impregnado e impregna nuestra cultura científica, la hace supuestamente asequible a millones de personas, pero al mismo tiempo la banaliza con sus copias y reproducciones de la ciencia académica de

los expertos, entendidos como artistas irrepetibles <sup>111</sup>. Difícil dilema. Como acertadamente discutía Hilgartner en su artículo canónico sobre la visión dominante de la divulgación científica, las fronteras entre la simplificación razonable y la distorsión son siempre móviles y están sujetas de nuevo a continuas negociaciones en los bastidores entre expertos y profanos; entre los protagonistas de la representación y sus respectivas audiencias; entre los rituales de fascinación pública y la racionalidad de cada uno de esos actos, entendidos desde la pluralidad de voces. Quizás en el factor espectacular de la ciencia subyace, más que en otras manifestaciones, su profunda naturaleza cultural, controvertida y dinámica, alejada de supuestas objetividades y verdades atemporales <sup>112</sup>.

## Capítulo 3

### LA CIENCIA HETERODOXA

«Ante hechos extraordinarios sólo debemos creer a los jueces competentes. Se dice que [existe] un fluido universal que se extiende desde los astros más alejados hasta la Tierra. Pero yo sólo puedo creerlo bajo la autoridad de los físicos [...] porque debo recelar de la imaginación y de la impostura. Si este fluido cura a los enfermos [...] entonces necesito que los médicos me certifiquen la enfermedad y su curación» (Condorcet, 1784-1785) <sup>1</sup>.

Ese recelo del marqués de Condorcet, apelando con preocupación a la autoridad de los médicos, tiene una explicación histórica muy concreta. En 1778, el médico vienés Franz Anton Mesmer (1734-1815) abrió una consulta en París con la intención de aplicar a sus pacientes un nuevo y misterioso fluido, que poseía supuestamente grandes cualidades curativas y atravesaba los cuerpos sanos llenándolos de vitalidad. Mesmer consideraba que la enfermedad era consecuencia de la obstrucción de ese fluido, y que se debían aplicar barras imantadas a los enfermos para estimular su magnetismo animal y recuperar así su bienestar. En sus sesiones terapéuticas reunía a un grupo de personas, en su mayoría mujeres aristócratas. Una vez cogidos de la mano, se producían trances y convulsiones, resultado de la supuesta eficacia de su método y de su capacidad curativa.

A pesar de la oposición radical de los miembros de la Académie des sciences de París, y de una agresiva campaña pública de desprestigio de Mesmer, los pacientes se agolpaban ante su puerta y las colas crecían sin cesar. El llamado mesmerismo ganaba adeptos, y los pacientes reforzaban su autoridad ante el estupor de la ciencia oficial. ¿Era Mesmer realmente un loco charlatán o un sabio de su época, cuya filosofía natural no estaba tan alejada de los principales consensos entre expertos ilustrados? He ahí una de las claves para la interpretación de ese acontecimiento histórico.

En la década de 1780, el magnetismo animal estaba en consonancia con otros fluidos imponderables que «circularon» por Europa a lo largo del siglo XVIII (electricidad, flogisto, fuerza vital, calórico, etc.) y cuya cuantificación y medida formaron parte del famoso «sueño newtoniano», que pretendía extrapolar la física matemática de la gravitación universal a todos estos fenómenos. En una época en la que Voltaire (1694-1778) divulgaba precisamente la gravitación de Newton, Benjamin Franklin (1706-1790) aplicaba las propiedades de la electricidad a los pararrayos o los hermanos Montgolfier sorprendían a Europa con sus ascensiones a la atmósfera, el fluido invisible de Mesmer no parecía tan milagroso. Se podían incluso leer descripciones de fluidos muy parecidas en artículos de la *Encyclopédie* de Diderot y D'Alembert como «fuego» o «electricidad»<sup>2</sup>. Experimentos coetáneos de electricidad animal, de personas electrificadas o el de la famosa botella de Leiden, no diferían demasiado de las prácticas de Mesmer. Todos ellos tuvieron lugar en un contexto en el que tanto las explicaciones vitalistas como las mecanicistas con relación al cuerpo humano mostraban sus limitaciones, y los cuatro elementos aristotélicos (tierra, agua, aire y fuego) habían entrado en una crisis irreversible, abonando así la especulación y la proliferación de cosmologías, entre el entusiasmo popular y la curiosidad por conocer las causas últimas de los fenómenos naturales (figura 3.1).

Las publicaciones sobre prácticas mesméricas proliferaban por doquier. Sus experimentos estaban presentes en debates académicos, salones, tertulias, interrogatorios policiales, incluso en los teatros, o en la ópera de Mozart, *Così fan tutte*. Los panfletos, los anuncios y los comentarios escritos sobre el mesmerismo tenían tanta o más presencia en la esfera pública que las propias consignas políticas<sup>3</sup>. Se calcula, por ejemplo, que 8.000 personas fueron magnetizadas en los primeros meses de 1784<sup>4</sup>. Las canciones populares dedicadas a Mesmer eran habituales. Se expresaban en términos como los siguientes:

«Que el charlatán Mesmer,  
con otro compañero,  
cure muchas mujeres,  
que les gire su cerebro,  
tocándolas no sé dónde.  
Está loco, muy loco  
y yo no le creo.  
Viejas, jóvenes, señoras, bellas,  
todas aman al doctor  
y todas le son fieles»<sup>5</sup>.



Fig. 3.1. Sesión de magnetismo animal en París, en la década de 1780.

En una carta, el jurista A. J. M. Servan, amigo entre otros de Voltaire y D'Alembert, expresaba su entusiasmo por el mesmerismo y por una máquina eléctrica que tenía a su disposición en los términos siguientes:

«... nunca los efectos del magnetismo me habían impresionado tanto; si alguna cosa me confirma del todo la existencia de un fluido universal, agente único a través de modificaciones diversas de tantos fenómenos, es mi máquina eléctrica. Ella me habla de la naturaleza en el mismo lenguaje que Mesmer y la escucho fascinado»<sup>6</sup>.

No obstante, ante el éxito incuestionable de Mesmer y la aclamación de sus pacientes, miembros destacados de la Académie des sciences, como el propio Lavoisier o el anatomista Félix Vicq d'Azyr (1746-1794), iniciaron una enérgica campaña de desprestigio del «charlatán», al afirmar públicamente que cualquier propiedad terapéutica de ese fluido se debía a la capacidad de sugestión de pobres e ignorantes. Los resultados fueron, sin embargo, más bien escasos<sup>7</sup>.

Algo parecido sucedió con la frenología. Como ya hemos visto en el capítulo primero, en las décadas centrales del Ochocientos, los mecanismos de permeabilidad de esa controvertida ciencia en todos los estratos sociales fueron espectaculares. Todo ese conjunto de prácticas supuestamente heterodoxas se extendieron a través de conferencias itinerantes, e influyeron en gran manera en la definición del experto, en la aceptación de determinadas prácticas curativas<sup>8</sup>. El público le confirió a la frenología una gran autoridad. ¿Cómo desacreditar una teoría o una práctica determinada mientras miles de personas seguía con entusiasmo las explicaciones de los frenólogos sobre las consecuencias físicas y morales de nuestra topografía cerebral? Las espectaculares conferencias de frenología comportaban un conjunto de anuncios del acto en la prensa diaria, comidas y reuniones informales con los conferenciantes, visitas a las instituciones locales, así como comentarios y reseñas nuevamente en la prensa *a posteriori*. Se convertían así en verdaderos fenómenos culturales de amplio alcance<sup>9</sup>. Se servían además de cerebros recién extraídos, cráneos, bustos, modelos, diagramas, en un ambicioso programa de cultura visual. Además, ya se ha comentado que algunos cursos o ciclos de conferencias se publicaban con éxito en forma de libro, siendo probablemente el *Constitution of Man* (1828) de Georges Combe el caso más emblemático.

Mucho se ha escrito sobre el caso de Mesmer y el magnetismo animal, o sobre el éxito de la frenología, la homeopatía u otras prácticas médicas controvertidas. Aunque cada uno de estos casos debe estudiarse en su contexto histórico concreto, las colas de pacientes (o clientes) en las puertas de la consulta de esos actores cuestionados por los expertos de la época nos informan sobre el estatus epistemológico de los públicos, y sobre la credibilidad que podemos otorgarles en cada momento <sup>10</sup>. No debemos olvidar, sin embargo, que, en cualquier época, los límites entre la ciencia y la «pseudociencia», entre la ciencia considerada ortodoxa y las prácticas supuestamente heterodoxas, son el resultado de complejos mecanismos de negociación entre los propios protagonistas <sup>11</sup>. Aunque desde nuestro presente, la medicina hipocrático-galénica, la alquimia, la astrología, la magia natural, el magnetismo animal, el flogisto, la frenología o la «Naturphilosophie» de origen romántico, entre otras, son percibidas como ramas extinguidas del pensamiento científico, debemos recordar que cada una de esas filosofías de la naturaleza tuvo numerosos seguidores, y que no siempre se situaron fuera de los límites del saber ortodoxo. Los protagonistas de cada época construyeron mediante procesos complejos de negociación una determinada imagen de lo ortodoxo y de lo heterodoxo, del experto y del profano, del profesional y del *amateur*, de lo racional y de lo irracional. Y a pesar de sus múltiples esfuerzos nunca acabaron de lograr una delimitación definitiva e incuestionable de tales fronteras intelectuales <sup>12</sup>.

Solemos aceptar, quizás con excesiva facilidad, que la profesionalización de la ciencia a lo largo del siglo XIX se encargó de diferenciar progresivamente un espectáculo callejero (supuestamente *amateur*, o heterodoxo) de una exhibición «rigurosa» de contenidos científicos en una exposición universal o en el interior de los muros del museo; un espectáculo circense, de un parque zoológico; una medicina de charlatanes, de otra fiable y académica; las masas agitadas e ingobernables, de los visitantes educados y disciplinados. No obstante, la idea de la existencia de grupos de expertos y profanos bien definidos es una interpretación excesivamente simple. Los llamados *amateurs*, aficionados, divulgadores, publicistas, los propios profesionales o expertos y los supuestos profanos son actores dinámicos y cambiantes en su papel de construcción de las fronteras del saber y de la autoridad científica. Precisamente, la divulgación ha contribuido con frecuencia a justificar el monopolio de los expertos sobre determinadas parcelas de la esfera pública y ajustarlo a las expectativas de los pro-

fanos, a reforzar una determinada versión de lo ortodoxo en detrimento de otras visiones del mundo <sup>13</sup>.

Debemos evitar, en consecuencia, debates esencialistas sobre quién posee o deja de poseer las supuestas «verdades» de la ciencia, y analizar a cada uno de los protagonistas desde la perspectiva de su formación, retribución, prácticas, experimentos, publicaciones y otras estrategias de socialización <sup>14</sup>. Éste es en buena medida el objetivo de este capítulo. Nos interrogamos acerca de los criterios de definición de los límites del saber; sobre el inevitable componente «heterodoxo» (simplificación, distorsión o rechazo de lo ortodoxo) que requiere la extensión del conocimiento científico más allá del reducido círculo de expertos. De ahí la importancia de esos sutiles mecanismos de dominación y hegemonía científica e institucional que inundaron la esfera pública a lo largo de los siglos XIX y XX <sup>15</sup>.

### **Medicina oficial y alternativa**

Como hemos visto, las tensiones por la autoridad científica del mesmerismo se reprodujeron en buena medida con la frenología, y se podrían extrapolar a otras prácticas terapéuticas. En las primeras décadas del siglo XIX, el médico alemán Samuel Hahnemann (1755-1843), fundador de la homeopatía, detestaba la arrogancia de sus colegas profesionales, y desde finales del siglo XVIII, había empezado a construir un sistema alternativo basado en el principio de similitud y en la ley de los infinitesimales. Así, la enfermedad era tratada con medicinas causantes de sus mismos síntomas patológicos, pero siempre en dosis extremadamente pequeñas. A pesar de las críticas contundentes desde la medicina oficial, e incluso las ridiculizaciones públicas, la homeopatía consiguió captar miles de nuevos pacientes a lo largo del siglo XIX. En comparación con las terribles sangrías y las incómodas purgas de la tradición hipocrático-galénica, las pequeñas bolas homeopáticas tenían efectos secundarios nulos, y se aplicaban con éxito en los niños. Pronto ganaron a las mujeres entre su público adepto, que se convirtieron en expertas en esa nueva cultura médica en el contexto privado del hogar <sup>16</sup>.

En la misma época, en Estados Unidos, el médico Samuel Thomson (1769-1843) contribuyó a reforzar y recuperar algunos aspectos de la antigua tradición terapéutica basada en extractos de plantas. Thomson estaba convencido de que la salud estaba estrechamente

relacionada con la temperatura corporal y que la lobelia, una planta emética usada por los nativos en Norteamérica, contribuía a restablecer el calor corporal. Hacia 1830, unos tres millones de norteamericanos habían adoptado su sistema, desarrollado en una extensa guía de la salud, la *New Guide to Health or Botanic Family Physician* (1822), una descripción de los vegetales y su preparación como agentes terapéuticos. Su lema era: «Cada hombre es su propio médico»<sup>17</sup>, en consonancia con las ansias de libertad del nuevo ciudadano y sus intentos de liberación del poder de influencia de clérigos, abogados y médicos. Esta posición significaba también una autonomía sanitaria notable para las mujeres.

Otra opción heterodoxa era la hidropatía, que rechazaba cualquier tipo de medicamento, fuera de origen mineral o vegetal, en pequeñas o grandes dosis. Recuperando de nuevo elementos del antiguo corpus hipocrático-galénico, los hidrópatas basaban sus terapias en el aire fresco, la luz solar, el ejercicio, la dieta vegetariana y, sobre todo, en todas las aplicaciones posibles del agua. Para algunos de sus seguidores, la hidropatía estaba destinada a convertir de nuevo a los pacientes en sus propios doctores. Sabemos por ejemplo de la publicación en 1845, en Estados Unidos, de la revista *Water-Cure Journal*, cuyos lectores escribían cartas a la redacción para expresar agradecimiento y adhesión a las terapias propuestas<sup>18</sup>.

A pesar de que las élites profesionales de la medicina del siglo XIX combatieron las manifestaciones de esas prácticas médicas alternativas, el número de publicaciones de este estilo y de sus públicos lectores creció de manera espectacular. En Francia, la prestigiosa *Gazette de santé*, hablaba desde la medicina oficial, pero estaba dirigida a una audiencia muy amplia que incluía también a los pacientes. Siguiendo en buena medida la tradición de la medicina doméstica del siglo anterior, títulos como «la medicina sin médico», «manual de salud» o «almanaque popular» eran habituales y profusamente leídos. En la mayoría de esas obras se transmitía una cierta versión hegemónica desde la medicina oficial sobre qué temas y cómo podían ser difundidos. Algunos casos, sin embargo, no encajaban del todo en esa tendencia.

A mediados de siglo, el médico francés François-Vincent Raspail (1794-1878) intentó precisamente romper esa visión dominante de la divulgación médica<sup>19</sup>. Raspail provenía de una familia modesta de provincias y su formación científica fue siempre heterodoxa. Realizó contribuciones sobre temas de química orgánica, teoría celu-

lar, microscopía o parasitología, pero nunca obtuvo ninguna titulación universitaria <sup>20</sup>. Sus farmacopeas domésticas, que invitaban a los pacientes a preparar sus propios medicamentos, tuvieron un gran éxito editorial. Entre 1847 y 1849, publicó la *Revue élémentaire de médecine et de pharmacie domestiques*, con un marcado carácter popular y crítico con la medicina oficial. Su famoso almanaque de salud, el *Manuel annuaire de la santé*, vendía unas 10.000 copias anuales, y se llegó a publicar durante prácticamente un siglo, entre 1845 y 1935. En 1913, uno de los nuevos bulevares de París recibió el nombre de Raspail, y pronto se erigió una estatua en su honor en la plaza Denfert-Rochereau, una prueba más de su gran prestigio y popularidad. Raspail había muerto en 1878, curiosamente el mismo año que Claude Bernard, una de las grandes figuras de la medicina académica y experimental, y su entierro se convirtió en un acontecimiento popular de magnitudes comparables al de Louis Pasteur (1822-1895), unos años más tarde.

Para Raspail, toda práctica médica que no estaba basada en una idea accesible para la gente sencilla era una práctica irracional. Creía además que la enfermedad se podía curar seguramente más rápido si la medicina era menos elitista y más próxima a la sabiduría popular. La transcripción de los famosos juicios de Raspail, denunciado reiteradamente por la autoridad médica por intrusismo profesional, reflejaba de manera fidedigna la defensa de una notable autonomía por parte del paciente. En su manual de salud y en su farmacopea popular presentaba un conjunto de casos prácticos que justificaban la necesidad de aplicar sus criterios médicos en contraposición a los de la medicina oficial <sup>21</sup>.

Entre sus pleitos, destaca el que sostuvo en 1846 «por el ejercicio ilegal de la medicina» con el médico de origen menorquín Mateu Orfila (1787-1853), en aquella época decano de la Facultad de Medicina de París. La posición de Raspail se expresaba durante el juicio de forma contundente en los términos siguientes:

«No sólo me he guardado de usurpar el título de Doctor en Medicina, sino que siempre he tenido cuidado de manifestar al público que yo no tenía nada en común con los que poseen dicho título; para probároslo me contentaré con leeros un solo pasaje de mi *Manual de Salud*, de esa obrita que ha corrido con la velocidad del rayo por todas las clases de la población francesa y por todo el orbe, me atrevo a asegurarlo, con gran satisfacción, no diré de los médi-

cos, pero sí de los enfermos [...] Ah! Dejadme, señores, en mi estado llano, pero decente y honrado [...] ¿tengo yo necesidad de títulos? ¿Qué haría yo de ellos? ¿Qué ganaría si los aceptase? Y si los rehúso ¿quién perderá? Ah! Hace treinta años que me inspiran la misma repugnancia que hoy»<sup>22</sup>.

Los tribunales de justicia se convirtieron en un espacio clave de la esfera pública de la medicina. Con independencia de las sanciones y del resultado concreto de cada uno de los juicios a los que Raspail tuvo que enfrentarse, el impacto público de este tipo de controversias reforzó todavía más su popularidad, aumentaron las ventas de sus libros y el número de sus pacientes<sup>23</sup>. Raspail consideraba que la autoridad médica oficial adolecía de exagerada tradición y especialización; había roto la unidad del paciente a la hora de aproximarse a la enfermedad; había despreciado la sabiduría popular, y confiaba demasiado en los textos escritos. Desde su punto de vista hacía falta promover una medicina más empírica, descriptiva, clasificatoria, de tradición familiar, fiel a las observaciones populares de la naturaleza y el cuerpo humano, y que respetara la nomenclatura antigua más asequible al pueblo llano.

El republicanismo radical de Raspail y su participación activa en las revoluciones de 1830 y de 1848 le llevaron a la prisión y al exilio, pero le confirieron un cierto perfil heroico, que, a pesar de la controversia suscitada, puso su nombre definitivamente en la esfera pública parisina de las décadas centrales del siglo XIX. Raspail promocionaba una cierta democracia médica, en la que el paciente, y en particular el paciente de las clases bajas, adquiriría una dignidad y un protagonismo notable. La sabiduría popular debía ser dignificada y contribuir así a la elevación cultural de las masas y a su progreso moral y social. Para Raspail, no se trataba de divulgar los conocimientos venidos desde arriba, desde la esfera académica de los expertos, sino de poner en valor otro tipo de saber hasta entonces olvidado por el poder monárquico de su época, de manera que su reforma médica se convertiría en una reforma eminentemente política, en una opción supuestamente liberadora del paciente, capaz de recobrar la confianza en sí mismo más allá de la autoridad. En ese contexto, los pacientes devenían actores fundamentales de una nueva doctrina médica, que sólo tenía sentido desde el diálogo y la integración de sus experiencias en el llamado «sistema Raspail»; un programa que, curiosamente, al menos en Francia, tuvo más éxito entre la pequeña burgue-

sía de profesiones liberales, las clases medias y las élites obreras, que entre aristócratas o clases bajas <sup>24</sup>.

La estricta regulación de la medicina oficial francesa propició paradójicamente una gran proliferación de medicinas «alternativas». Tal como lo «oficial», asociado al Estado, se iba consolidando a lo largo del siglo XIX, se constituía por oposición lo «alternativo», que abarcaba un amplio espectro de prácticas y denominaciones: no ortodoxo, irregular, frontera, vernáculo, popular, no convencional, no oficial, complementario, no estándar <sup>25</sup>. Las estrategias de contestación de la medicina oficial no diferían demasiado de la del propio Raspail. En general se trataba de cuestionar el monopolio y los privilegios de los profesionales, de promocionar tratamientos que no habían conseguido reconocimiento oficial, de criticar los modelos hegemónicos y sus métodos asociados, en la frontera de una concepción alternativa del cuerpo humano y de la salud <sup>26</sup>.

En consecuencia, resulta difícil definir una frontera clara entre expertos y profanos compitiendo en la esfera pública en el mercado de la medicina a lo largo del siglo XIX <sup>27</sup>. Sabemos, por ejemplo, que hacia 1840 las prácticas mesméricas y el éter rivalizaban como anestésicos. Ambos métodos resultaban bastante eficaces para aliviar el dolor (las prácticas mesméricas llevaban al paciente a un cierto estado hipnótico). Sin embargo, la inhalación de éter surgió de entre los cirujanos y su influencia corporativa se impuso poco a poco, dada la posición relativamente marginal de los mesmeristas (figura 3.2) <sup>28</sup>. De igual modo, el triunfo de la antisepsia del médico inglés Joseph Lister (1827-1912), se explica en el contexto de la sociedad victoriana y su concepto de limpieza física y moral, que dio prioridad al método de Lister con relación a otras propuestas coetáneas <sup>29</sup>. En el caso de la homeopatía, algunos historiadores han puesto también el acento, más que en las discrepancias estrictamente científicas, en las intenciones e intereses de unos determinados usuarios de esta terapia y la reacción de sus contrarios. Si analizáramos, por ejemplo, la situación de la homeopatía en las décadas centrales del siglo XIX, llegaríamos fácilmente a la conclusión de que su exclusión del reconocimiento profesional respondía a una intención deliberada y corporativa, sin entrar a fondo en el tratamiento, por parte de los médicos profesionales <sup>30</sup>.

De manera análoga a Mesmer, los practicantes de esas terapias alternativas no dejaron de aplicarlas mientras tuvieron pacientes. Encontramos, por ejemplo, textos como *Los cuatro métodos curativos*,



Fig. 3.2. Demostración pública de una anestesia con éter en el Massachusetts General Hospital de Boston (1846).

o sea *Manual de Higiene y de medicina popular que comprende los sistemas de Raspail, Leroy, Morrison y Holloway, acompañados de un resumen de homeopatía*, publicado en Barcelona por la editorial Luis Tasso, en 1857. Louis Leroy era el autor del libro titulado *Curative Medicine*, un éxito de ventas que defendía las purgas como un remedio universal para todo tipo de dolencias. Frank E. Morrison publicó un número considerable de tratados populares de salud que se reeditaron hasta bien entrado el siglo xx. En el caso de Holloway, se trata muy probablemente del millonario británico Thomas Holloway cuyas píldoras, anunciadas exhaustivamente en toda la prensa en la década de 1860, se suponían con poderes curativos para casi todas las dolencias <sup>31</sup>.

Algo similar ocurría en Estados Unidos en la primera mitad del siglo xix. Curanderos de toda índole, mesmeristas o dentistas, todos ellos itinerantes, viajaban de las ciudades a las zonas rurales para ofrecer sus servicios sanitarios, una actividad que muchos médicos profesionales consideraban incómoda y mal remunerada. Sólo con el desarrollo de las comunicaciones, la circulación de algunas medicinas como la quinina se hizo extensiva a buena parte de la población, pero, incluso así, la percepción de los profanos sobre sus virtudes curativas estaba muy alejada de los consejos del médico profesional <sup>32</sup>.

Podemos encontrar muchos otros ejemplos en los que, a pesar de la supuesta heterodoxia de una determinada teoría o práctica terapéutica, la rentabilidad del negocio en términos de pacientes/clientes justificaba su existencia, e incluso su prestigio en la esfera pública. En 1919 se fundó una compañía alemana, «Dr. Madaus and Co.», dedicada a la venta de hierbas medicinales y medicamentos homeopáticos, aunque sin licencia sanitaria. A raíz de su éxito, la compañía no sólo vendió medicinas, sino que acabó publicando libros y revistas para la promoción de terapias alternativas, hasta llegar a tener voz en determinados debates de salud pública en la Alemania de los años veinte y treinta, que terminó con la publicación en 1938 de un manual de métodos curativos con la intención de situarlo en las librerías en un estatus análogo al de los manuales oficiales de farmacopea <sup>33</sup>. Recientes estudios se han aproximado a determinadas iniciativas privadas en el mismo período para la fabricación de sueros antituberculosos, de gran éxito comercial, pero de discutible ortodoxia científica. Éste era, por ejemplo, el caso del instituto Ravellat-Pla, establecido en Barcelona, y su expansión en América Latina en el período (1924-1936) <sup>34</sup>. En un complejo contexto de pluralismo

médico, la hegemonía de unas determinadas prácticas sobre otras no siempre estaba garantizada.

Como muestran los ejemplos anteriores, a lo largo del siglo XIX, el paso hacia la medicina experimental de fuerte contenido clínico fue lento, y el peso de los antiguos sistemas médicos, de la pluralidad de la tradición hipocrático-galénica, ahora reelaborada con la nueva homeopatía, la frenología o la hidroterapia, desempeñó un papel relevante. Se reforzó además con el florecimiento de una medicina popular de raíz folclorista que había de llegar hasta el siglo XX, a menudo relacionada con una concepción según la cual el ser humano experimentaría un conjunto de correspondencias múltiples con las plantas, los animales, los minerales y los planetas. Los límites de la autoridad del experto seguían en discusión en la esfera pública <sup>35</sup>.

### Profesionales y *amateurs*

El siglo XIX ha sido descrito con frecuencia como una especie de marcha triunfal hacia la profesionalización y la especialización. Éstos son, sin embargo, conceptos problemáticos con los que los historiadores de la ciencia siguen batiéndose generación tras generación. ¿En qué términos definir a un profesional de la ciencia? Si aceptamos la definición de «científico» del filósofo inglés William Whewell (1794-1866) en 1830, ¿deberíamos hablar de una ciencia *amateur* en las épocas anteriores a esta fecha? ¿Debemos asociar necesariamente la profesionalización con el progreso de la ciencia cuando personajes de la talla de Lavoisier, Faraday o el propio Darwin podrían considerarse como *amateurs*? Las palabras y los conceptos tienen diferentes significados a lo largo de la historia. Es difícil hablar de *amateurs* fuera del marco de la profesionalización de la ciencia del siglo XIX, de la creciente especialización y formación de disciplinas científicas cada vez más institucionalizadas, destinadas a estandarizar lo experto y lo profano, lo ortodoxo y lo heterodoxo <sup>36</sup>.

La profesionalización de la ciencia ha sido presentada como uno de los grandes logros del siglo XIX, como la progresiva victoria del mundo académico de las nuevas universidades, de las sociedades científicas especializadas, de las disciplinas comtianas de la racionalidad positivista, sobre el *amateurismo*, la superstición o la heterodoxia. No obstante, una distinción rígida entre expertos, aficionados, *amateurs* o diletantes y público en general parece a todas luces pro-

blemática. Podríamos encontrar multitud de ejemplos históricos en los que el papel de determinados *amateurs* fue particularmente relevante, capaces de participar tanto de la cultura académica como de la cultura popular, de contribuir al proceso de democratización del saber <sup>37</sup>. Entre las publicaciones de divulgación científica destinadas al gran público y las revistas especializadas de investigación existe una literatura dirigida a *amateurs*. De igual modo, las sociedades científicas representarían un espacio abonado para el encuentro entre *amateurs* y profesionales, e incluso el perfil biográfico de muchos científicos —al menos hasta bien entrado el siglo XIX— demuestra cómo sus actividades no siempre son de fácil delimitación.

Aunque los *amateurs* actuaron a menudo como actores subalternos al servicio de los intereses profesionales (observaciones astronómicas, lectura de datos atmosféricos, recogida y descripción de nuevas especies animales y vegetales, itinerarios geológicos, etc.), a lo largo del Ochocientos, los nuevos profesionales de la ciencia también convivieron y algunos compartieron importantes aspectos supuestamente asociados a la cultura *amateur*: el placer de aprender, las emociones estéticas o las especulaciones metafísicas. A pesar de su frecuente alejamiento de lo estrictamente ortodoxo u oficial, los *amateurs* se apropiaron en buena medida de estos valores sin renunciar a su papel de proveedores de datos para los profesionales <sup>38</sup>.

Si analizamos, por ejemplo, el caso de las sociedades de astronomía *amateur*, pronto descubriremos el interés de la mayoría de sus miembros por adquirir autoridad científica y reconocimiento social. Para este propósito, numerosos *amateurs* se veían obligados a competir, en inferioridad de condiciones, con los profesionales, y entonces desviaban su foco de atención hacia el público en general. A través de la divulgación científica podían ganar suficiente autoridad, y de ahí su obsesión por las conferencias y las demostraciones públicas, las exposiciones, los artículos en la prensa cotidiana y la publicación de libros y revistas de ciencia popular. *Amateurs* y divulgadores se convirtieron, así, en muchos casos en una sola categoría indisoluble y complementaria <sup>39</sup>.

Salvador Raurich (1869-1945) fue uno de los fundadores de la Sociedad Astronómica de Barcelona en 1910, una institución dedicada a la promoción de la astronomía y la meteorología. Raurich podría ser fácilmente calificado como un científico *amateur*. Era músico, pero al mismo tiempo buen conocedor de las últimas novedades internacionales en astronomía. Tuvo además una abundante correspondencia

con distinguidos astrónomos sobre temas de actualidad en su época como la fotografía astronómica, el cometa Halley o las observaciones de la superficie de Marte y Júpiter. Otros miembros destacados de esa Sociedad se dedicaban a otras ocupaciones artísticas, y contribuyeron con sus dibujos, fotografías, esculturas o bellas descripciones literarias del cosmos, a crear un espacio intermedio entre la astronomía de los expertos y la de los profanos <sup>40</sup>. Su historia no estuvo exenta, sin embargo, como en otros muchos casos, de conflictos y tensiones por la adquisición de autoridad científica y reconocimiento local e internacional, tal como lo demuestran las propias palabras de Raurich:

«Considero un honor el hecho de ser un amateur [...] ya que Newton también lo era. Los amateurs son a menudo superiores a los profesionales, como amantes de la ciencia. Respecto a los títulos universitarios, yo los he despreciado siempre. Creo que las cosas se deben aprender por uno mismo, y sólo entonces se aprenden bien. Herschel no tenía títulos universitarios, y este hecho no le impidió estar entre los más grandes astrónomos de su tiempo» <sup>41</sup>.

Para comprender ese desprecio por los títulos oficiales, como en el caso de Raspail, debemos situar a sus protagonistas en su contexto. En las ciudades industriales, las múltiples actividades de divulgación en las que participaban *amateurs*, proporcionaban flexibles rutas de formación más o menos heterodoxa que a la larga contribuyeron de manera muy importante a la formación de una cultura científica genuina <sup>42</sup>. Michael Faraday (1791-1867) entró en la Royal Institution como asistente en 1813, pero su plena dedicación a la investigación no llegó hasta 1862, y la propia RI no llegó a tener un presupuesto suficiente para investigación hasta finales del siglo XIX <sup>43</sup>. Así, uno de los grandes genios de la ciencia occidental, el padre del electromagnetismo, habría desarrollado buena parte de sus conocimientos y experimentos a través de un itinerario bastante peculiar, alejado del perfil profesional universitario, por otro lado, un hecho bastante habitual, en especial en Gran Bretaña, pero extrapolable a otros países occidentales en temas como la astronomía y la historia natural <sup>44</sup>.

En el caso de la astronomía y de su desarrollo como ciencia moderna en los dos últimos siglos, los profesionales nunca consiguieron un control total, y los *amateurs* se convirtieron con frecuencia en una institución dentro de la propia disciplina <sup>45</sup>. En 1830, Auguste Comte (1789-1857) —el padre de la doctrina positivista— estaba especial-

mente interesado en divulgar la astronomía, y fundó una nueva asociación para la enseñanza popular. En 1836, el segundo volumen del *Cours de philosophie positive* contenía dieciséis lecciones de astronomía y de física. Presentada de manera sencilla y con pocas matemáticas, la astronomía se convertía para Comte en el ejemplo ideal de iniciación popular al espíritu positivo. Era además un ejemplo excelente de invariabilidad de las leyes naturales y de la historia de su comprensión —desde las antiguas mitologías a la física newtoniana—. Se trataba de una estrategia ideal para explicar al público el proceso histórico que, según Comte, había experimentado el conocimiento humano antes de llegar a su madurez —los famosos estadios: teológico, metafísico y positivo—. Con esta finalidad, escogió precisamente la astronomía, la primera ciencia empírica en su clasificación, ubicada justo después de la ciencia de máxima abstracción, las matemáticas, y antes de la física, la química, la biología y la sociología o física social<sup>46</sup>. Ante la imposibilidad de ser aceptado en los círculos científicos profesionales de París, Comte enarboló la bandera de la ciencia *amateur* como reacción contra el *establishment*<sup>47</sup>.

Unas décadas más tarde, Camille Flammarion desarrolló un programa de investigación astronómica flexible, que permitía la cooperación provechosa entre *amateurs* y profesionales. Sus congresos y reuniones internacionales potenciaban la proyección de numerosas sociedades astronómicas que en sus estatutos recogían su alta sensibilidad por la astronomía *amateur*. Se animaba así la creación de nuevas agrupaciones astronómicas, observatorios populares, premios, cursos, conferencias públicas, en las que los *amateurs* navegaban en lugares comunes entre la astronomía de los expertos y la del público profano en general; eran, así, en parte públicos de la ciencia, pero al mismo tiempo divulgadores de la misma. Se organizaban en importantes redes internacionales de contactos personales e intercambio de objetos (telescopios, fotografías, dibujos, mapas lunares, etc.)<sup>48</sup>.

En los numerosos libros de astronomía popular que adquirían y leían los *amateurs*, se incluía con frecuencia publicidad y consejos prácticos para el uso de instrumentos astronómicos sencillos adecuados a una audiencia numerosa de no profesionales. Así, por ejemplo, los libros de T. W. Webb sobre telescopios tuvieron un gran éxito entre los astrónomos *amateurs* británicos. Eran frecuentes las publicaciones dirigidas a ellos para la construcción de un telescopio sencillo que les permitiera suficiente autonomía y una calidad mínima en sus observaciones. Así, por ejemplo, en 1911, se tradujo al

castellano un libro de Webb titulado *Objetos celestes al alcance de los telescopios comunes*, mientras aparecían artículos en los boletines de las sociedades astronómicas como el publicado por Salvador Raurich en 1910 con el título «Cómo se construye un anteojo astronómico por 15 pesetas» (figura 3.3) <sup>49</sup>.

Además, los astrónomos *amateurs* se sentían orgullosos de su estatus. Actuaban en red, compartían instrumentos, discutían los resultados de determinadas observaciones de estrellas o planetas, en función de sus necesidades, usaban la literatura, al estilo de Flammarion, o la fotografía y el dibujo astronómico; incluso a veces la escultura, para describir con detalle determinadas protuberancias observadas en la superficie de un planeta. La dilución de las fronteras entre la creatividad, el conocimiento tácito en la práctica cotidiana y las observaciones supuestamente objetivas resultó ser a lo largo del siglo XIX una buena estrategia para que el conocimiento científico circulara de manera fluida <sup>50</sup>.

La meteorología era otro de los campos abonados a la participación de los *amateurs*, cuya influencia en la recogida de datos sobre el terreno se ha mantenido en buena parte hasta nuestros días. De hecho, las prácticas de medida y recogida de datos meteorológicos se remontan a épocas anteriores a la era de la ciencia profesional. Sabemos, por ejemplo, que a finales del siglo XVII aristócratas y clases acomodadas inglesas adquirían con frecuencia barómetros, termómetros, higrómetros o pluviómetros, que instalaban en sus propias casas, y que contribuyeron a una cierta «domesticación» de fenómenos atmosféricos como las tormentas, que se convirtieron poco a poco en oscilaciones regulares del clima, comprensibles dentro de los márgenes de medida de los propios instrumentos. Esos nuevos ingenios completaban el saber meteorológico que provenía de la sabiduría popular y de las sensaciones corporales en la tradición ambientalista neo-hipocrática del siglo XVIII. De este modo, las élites británicas se convertían en *amateurs* ilustrados de la meteorología <sup>51</sup>.

Las fotografías de determinados fenómenos meteorológicos o las mediciones de temperatura, presión atmosférica, cantidad de precipitación que proporcionan pequeñas estaciones meteorológicas han tenido un gran valor científico tanto para la investigación como para la información y la divulgación en los medios. La meteorología está además asociada a antiguas tradiciones populares más heterodoxas, a un conocimiento tácito elaborado a través de la observación empírica cotidiana y acumulado a través de generaciones. Aunque para

muchos expertos estos saberes entran fácilmente en campo de la superstición, sus observaciones han sido valiosas a lo largo de la historia. Por ejemplo, en 1915, Raurich agradecía a los numerosos socios *amateurs* que participaban de manera desinteresada en la elaboración de una red pluviométrica al referirse a

«... la asiduidad y pulcritud que representan en el terreno práctico de la observación esos 1198 datos que [...] debemos a los beneméritos observadores de la Red Pluviométrica de Cataluña. La actividad científica que representa la obtención de tan gran número de observaciones mensuales hechas con el más absoluto desinterés y amor a la ciencia, se presta a interesantes y halagadoras reflexiones...»<sup>52</sup>.

Es pertinente recordar aquí el famoso libro del ingeniero catalán Cels Gomis (1841-1915), *Meteorología y agricultura populares* (1888), en el que recogía los refranes relacionados con el clima y las cosechas de numerosas localidades. Gomis consideraba su compilación etnográfica, de influencia folclorista, como un primer paso para poder, precisamente, superar a la larga la superstición, es decir, los estadios teológico y metafísico, para abrazar con la reelaboración de esos datos en bruto, el estadio positivo de la ciencia moderna<sup>53</sup>. El capítulo séptimo de las famosas *Recreaciones Científicas* (1873) del divulgador francés Gaston Tissandier (1843-1899) se titulaba «La casa de un aficionado a las ciencias»<sup>54</sup>. Inspirado en buena parte en los antiguos *cabinets de curiosités* y en la tradición del coleccionismo, Tissandier proponía un conjunto de máquinas y objetos que podían convivir perfectamente en casa del aficionado. Destacan entre otras la máquina de escribir, la pluma eléctrica, el lápiz neumático o de aire, el cromógrafo, el sello eléctrico o instrumentos astronómicos como el indicador celeste, el péndulo astronómico, el globo terráqueo, el cronómetro solar, los llamados relojes misteriosos, el podómetro o aparato contador de pasos y el barómetro de agua. Estos objetos estaban dirigidos a aficionados a las ciencias, aunque sin descartar sus utilidades docentes. Veamos, por ejemplo, los comentarios de Tissandier con relación al indicador celeste:

«Hay muchas personas que se dedicarían con gusto a las observaciones astronómicas; pero desisten frecuentemente desalentados ante las dificultades con que tropiezan al principio, y los obstáculos que se les presentan al procurar en vano reconocer las constelaciones de la



Fig. 3.3. *Amateurs* de la Sociedad Astronómica de Barcelona en plena observación de un eclipse solar en abril de 1912.

bóveda celeste. La disposición del aparato [...] ofrece grandes facilidades a los aficionados [...] Este aparato es muy conveniente en todos los establecimientos de enseñanza, como asimismo a cuantas personas gusten dedicarse a observar el cielo sin estar versadas en la ciencia astronómica»<sup>55</sup>.

Además, los astrónomos *amateurs* se convertían a menudo en divulgadores. La Sociedad Astronómica de Barcelona disponía de un «Comité de vulgarización científica», con el objetivo de enviar artículos divulgativos sobre astronomía a periódicos de toda España, con títulos como «Primavera», «El planeta Venus», «De pluviometría española», «El planeta Júpiter» o «El estudio de la luna»<sup>56</sup>. Sus miembros denunciaban la ausencia de noticias científicas rigurosas en la prensa, sobre todo en provincias, y defendían la necesidad de combinar ese rigor con una cierta sensibilidad popular, que les había de acercar a un público amplio. En esa alianza ente la astronomía *amateur* y la prensa residía para sus miembros buena parte del espíritu de su Sociedad; es decir, divulgar para dignificar el estatus del *amateur*.

La tradición de la astronomía *amateur* se ha mantenido en buena medida a lo largo del siglo XX. Siguen proliferando las sociedades astronómicas locales; los telescopios son un objeto comercial de gran interés desde su versión infantil en forma de juguete hasta su adaptación a las necesidades y demandas del propio aficionado; los eclipses de Sol y Luna (como en la época de Flammarion) siguen cautivando el interés de la opinión pública y los medios de comunicación<sup>57</sup>; la contemplación de la bóveda celeste en una noche de verano alejada de la contaminación lumínica de las ciudades, o en el planetario de un museo de ciencia, sigue provocando la fascinación del *amateur* y del público en general, hechizado por la magia del universo, a la que con tanta vehemencia había apelado el propio Flammarion.

Tenemos incluso evidencias de la participación activa de los *amateurs* en la emergencia y consolidación de nuevas especialidades, por su capacidad de desarrollar determinadas prácticas de riesgo o controvertidas en un determinado momento, pero capaces de abrir nuevos caminos de investigación. En el caso de la astrofísica, el uso de la fotografía, la espectroscopía y de los telescopios de reflexión por parte de los *amateurs* permitió acumular un conjunto de datos de gran utilidad. Aunque algunos compartían sociedades y honores con profesionales de la astronomía, actuaban con más libertad y menos presiones a la hora de introducir nuevas prácticas de observación de entrada heterodoxas<sup>58</sup>.

Pero la ciencia *amateur* tenía también otras dimensiones. En la Inglaterra de las primeras décadas del siglo XIX, los naturalistas *amateurs* representaron mucho más que simples recolectores y proveedores de especies para los botánicos profesionales —la posición institucional de estos últimos era bastante débil—. Al final de sus jornadas de exploración, observación y recolección de especies, los *amateurs* se solían reunir en los *pubs* para discutir los resultados, convirtiendo a ese espacio de ocio tan popular en un lugar de práctica científica a primera vista inesperado<sup>59</sup>. Sabemos, por ejemplo, del caso de Richard Buxton (1786-1865), un aprendiz de zapatero de Ancoats, que se inició de manera autodidacta en la botánica recogiendo hierbas útiles para preparar infusiones. Preocupado por los nombres que debía dar a las plantas, compró diversos libros sobre herbarios con los que asimiló poco a poco la nomenclatura de Carl von Linné (1707-1778) —había aprendido a leer de manera autodidacta a los dieciséis años—. Entró en contacto con otros *amateurs* con intereses botánicos y entre todos organizaron reuniones dominicales que se

convirtieron con el tiempo en reuniones periódicas en los *pubs* para el intercambio de especies y de libros, que solían terminar con algunas rondas de bebida y canciones <sup>60</sup>.

Relacionada con el cuidado de las flores, el jardín y el dibujo al natural, la botánica concernía a las damas aristócratas, pero también a las clases bajas y al público en general. El progresivo proceso de profesionalización de la ciencia a lo largo del siglo XIX relegó, sin embargo, a las mujeres a un estatus fundamentalmente *amateur*, con gran dedicación a la recolección e identificación de determinadas especies de plantas <sup>61</sup>. El creciente interés *amateur* por los jardines tuvo como reflejo la publicación de enciclopedias populares de horticultura, revistas, libros escritos por divulgadores, así como un crecimiento espectacular, al menos en Gran Bretaña, de las sociedades de horticultura, interesadas, entre otros temas, por la hibridación de diferentes variedades de flores populares como los jacintos, los tulipanes o las anémonas <sup>62</sup>.

Las sociedades zoológicas y botánicas de Londres admitían mujeres en su seno, y las sociedades científicas de provincias abrieron sus puertas a las damas hacia 1870, aunque ambos hechos fueran excepcionales en plena época victoriana <sup>63</sup>. Sabemos también de la notable participación femenina en las reuniones itinerantes de la British Association for the Advancement of Science (BAAS), hasta el punto que parece probado que las damas no consintieron pasivamente la indiscutible hegemonía masculina. Aunque sólo una minoría de mujeres participó con sus propias comunicaciones, su presencia en las sesiones académicas, en excursiones científicas y en encuentros informales, comidas y eventos públicos, era evidente en cada ciudad que la Association visitaba. Contribuían así a definir las fronteras entre la ciencia y sus públicos en ese contexto y a tejer las necesarias alianzas con las élites locales para reforzar la autoridad científica de los profesionales. Actuaban como otro tipo de mediadores entre la cultura experta y la cultura popular <sup>64</sup>. En cierta forma, las mujeres que no eran excluidas de los círculos de expertos tenían un papel análogo al de numerosos *amateurs* masculinos en la práctica de la astronomía y la historia natural, e incluso en la propia divulgación científica. Pensemos, por ejemplo, en el caso de Mary Somerville (1780-1872) y su *Mechanism of the Heavens* (1831), versión popular de la física de Pierre-Simon Laplace (1749-1827). En 1834, con la ayuda de John Herschell (1791-1891), a quien recordemos que Raurich también consideraba un *amateur*, Somerville publicó *On the Connection of the Physical Heavens*, con más

de 15.000 copias vendidas. No obstante, Somerville nunca fue admitida como miembro de la Royal Society <sup>65</sup>.

Aparentemente, la historia natural es una ciencia pintoresca, bucólica, útil y accesible. Al contrario de lo que ocurre con los laboratorios de física o de química, la historia natural parece pertenecer a todos. Sin embargo, como el campo de investigación se extiende a todo el planeta, los naturalistas profesionales, sobre todo a partir del siglo XIX, han necesitado de voluntarios colectores de plantas y minerales, u observadores de animales. Esta cooperación no siempre ha sido suficientemente armónica. Así, mientras el término *amateur* se relacionaba a principio del siglo con el conocedor de determinadas especies o fenómenos, próximo al experto, en un sentido positivo, a finales de siglo se convirtió en un diletante, poniendo un énfasis especial en su poca fiabilidad y rigor científico, y su carácter heterodoxo <sup>66</sup>.

Los laboratorios o las estaciones experimentales se convirtieron progresivamente en espacios de práctica científica excluyente en los que los *amateurs* ya no tenían cabida, siendo calificadas por los profesionales, desde una posición dominante, como los depositarios de una cierta «botánica popular», demasiado heterodoxa. Sin embargo, de manera análoga a la astronomía, la historia natural ha mantenido un cierto espíritu *amateur* en el siglo XX. Pensemos, por ejemplo, en el famoso libro de Gilbert White, *The Natural History of Selborne* (1789), que ha llegado a tener más de doscientas ediciones y se seguía publicando en 1970. Los *Souvenirs entomologiques* del naturalista y divulgador francés Jean-Henri Fabre (1823-1915) se editan todavía hoy en día un siglo después de su publicación <sup>67</sup>.

Buena parte de los debates académicos sobre el mundo animal estuvieron influidos por la contribución de otros actores secundarios. Los taxidermistas, los aficionados a la recolección de fósiles o los cuidadores de animales en los parques zoológicos contribuyeron en diferentes tiempos y lugares al conocimiento de determinadas especies, al estudio de su anatomía y fisiología, su clasificación y a la ubicación de su lugar en el árbol de la evolución. El propio Darwin solía visitar los parques zoológicos; como fuente de inspiración de su propia teoría. Nunca ocupó, sin embargo, un puesto universitario; su formación intelectual fue bastante ecléctica y, como era habitual en el contexto de la Inglaterra victoriana, su condición de *gentleman* dotaba su trabajo de un notable prestigio, aunque sin una clara identificación como profesional de la ciencia. No deja de ser, por tanto, sorprendente que en el siglo de la profesionalización, en la «era de la

ciencia», un personaje de la talla de Darwin pueda ser considerado como un *amateur* <sup>68</sup>.

Algunos taxidermistas incluso llegaron a tener una producción científica importante en temas de historia natural aplicada. La percepción popular de la evolución se jugaba en conferencias y en libros como *Vestiges* o los *Origins*, pero también en la exposición de determinados simios en los parques zoológicos, al cuidado de determinados *amateurs*, profundos conocedores del comportamiento de esos animales y capaces de proporcionar datos etiológicos de gran valor para los expertos académicos. Pensemos, por ejemplo, en los ejemplares de gorilas expuestos en zoos y ferias, o representados por dibujantes, grabadores de ilustraciones en los libros, o fotógrafos (otros *amateurs* de la historia natural) y su contribución al debate público y también académico sobre «el eslabón perdido» en el contexto del debate evolucionista <sup>69</sup>.

De igual modo, en los museos de historia natural, los expertos académicos debían negociar con los conservadores y con los artistas —supuestamente *amateurs* en términos científicos— a la hora de llevar a cabo una determinada exposición. Sus salas estaban llenas de objetos frontera suficientemente flexibles como para ser interpretados de manera diferente por cada grupo, desde los más estrictos profesionales hasta el público más profano, pasando por los conservadores y artistas, pero, al mismo tiempo, suficientemente robustos como mantenerse de manera estable con éxito en una determinada sala <sup>70</sup>.

La recreación lúdica era uno de los principales estímulos de la actividad *amateur*. Miles de inventores que construyeron sus ingenios en la Inglaterra victoriana no esperaban necesariamente el éxito económico o el prestigio social, sino que su actividad creativa formaba parte de su tiempo de ocio. Este espíritu lúdico de la ciencia tiende además puentes importantes con el mundo de los niños y los jóvenes como públicos importantes, hasta ahora poco estudiados. Juegos de mecánica, o de química, colecciones de minerales, observaciones en microscopios y telescopios de juguete, muñecos para pequeñas lecciones de anatomía, colecciones de cromos e ilustraciones constituyen una importante tradición de ciencia y tecnología infantil y juvenil, que entronca además con la ciencia recreativa del Ochocientos <sup>71</sup>.

En Francia, *La science amusante* de Tom Tit, llegó a tener 59 ediciones en 1890. A partir de sus propios artículos en *La nature*, Tissandier publicó en 1877 sus *Récréations scientifiques*, que tuvieron también un éxito considerable. Subtitulado como «La física y la química

sin aparatos ni laboratorio y sólo por los juegos de la infancia», el libro ponía un énfasis especial en el aspecto lúdico y cotidiano de la ciencia. Fue ampliamente reeditado y traducido, e ilustrado por Albert, hermano del autor. Dirigido a jóvenes estudiantes y a profanos en general, la obra se jactaba de su capacidad por difundir la cultura *amateur* de la ciencia con objetos y juegos de la vida cotidiana <sup>72</sup>.

En el caso de las revistas, sabemos que en Gran Bretaña el papel de los *amateurs* fue muy notable a lo largo del siglo XIX. Eran publicaciones que contribuían al diálogo fluido entre los propios *amateurs*, y les proporcionaban un foro de expresión con frecuencia vetado en las publicaciones académicas. Sus editores no solían someter los textos a estrictos controles de calidad, pero llenaban sus páginas de abundante publicidad de instrumentos científicos y de eventos organizados por numerosas sociedades científicas ávidas de participación *amateur*. Desde la tradición baconiana se primaba ante todo una actitud empírica, de observación rigurosa pero abierta a los no profesionales, mientras que la teoría era con frecuencia percibida como una excesiva especulación. De este modo, la progresiva acumulación de modestas observaciones podía resultar valiosa y estimulante. El *Intellectual Observer* destacaba, por ejemplo, el gran aumento de compras de microscopios y telescopios, que se convertían en parte del mobiliario doméstico, en objetos consustanciales al *amateur* y a la recreación científica propugnada desde la divulgación <sup>73</sup>.

Las inercias de la ciencia *amateur* han penetrado incluso hasta bien entrado el siglo XX. Entre julio de 1957 y diciembre de 1958 se celebró el Año Internacional de la Geofísica. Decenas de miles de científicos profesionales de más de sesenta países compartieron investigaciones sobre geodesia, geofísica, ciencias atmosféricas y oceanografía. El evento contribuyó a una mejor exploración de la Antártida, así como a una mejor comprensión de la tectónica de placas <sup>74</sup>. A pesar que hasta hace poco sólo los grandes nombres de esta empresa profesional habían salido a la luz, hoy sabemos que en ella participaron miles de *amateurs* en todo el mundo, especialmente en el programa de seguimiento de satélites llamado Moonwatch, coordinado desde el Smithsonian Astronomical Observatory en Cambridge (MA) <sup>75</sup>. Buena prueba ésta de que las fronteras entre expertos y profanos permanecen fluidas.

## Los divulgadores y el público

Quizás porque su estatus profesional ha pasado por distintos avatares a lo largo de la historia, tendemos a percibir al divulgador científico como alguien con virtudes filantrópicas, interesado por la educación, capaz de tender puentes entre expertos y profanos y ayudar así a la sociedad a comprender los grandes cambios que comporta la ciencia. Ésta es, sin embargo, una imagen demasiado simple, que tiene poco fundamento histórico y que sería incluso discutible en la actualidad. En esta sección intentaré convencer al lector de que, tanto en el pasado como en el presente, el divulgador no está exento de las luchas corporativas por la profesionalización y la autoridad científica, ni obviamente está desprovisto de ideología, valores e intereses.

El proceso de profesionalización de la ciencia a lo largo del siglo XIX había de propiciar la emergencia creciente de los llamados divulgadores o publicistas, que desde itinerarios más o menos ortodoxos, poco a poco habían de convertirse asimismo en profesionales. Las demandas de conocimiento científico provenían de públicos diversos y con diferentes intereses: el ámbito de la política, la educación, una ideología utilitaria con frecuencia asociada a empresarios e industriales, los científicos profesionales interesados en definir las fronteras de las nuevas disciplinas universitarias, o los propios divulgadores, nuevos mediadores en proceso de profesionalización, que buscaban una imagen lúdica y entretenida de la ciencia que fuera atractiva para amplios sectores de la población y —como hemos comentado en el capítulo primero— para la satisfacción lógica de los propios intereses editoriales <sup>76</sup>.

A lo largo del Ochocientos, los divulgadores, con grados más o menos elevados de profesionalización, tejieron nuevos hilos en esa tupida telaraña de relaciones entre expertos, profanos y *amateurs*, entre lo ortodoxo y lo heterodoxo. Sus intenciones y programas de trabajo eran variados y diferían en función del contexto cultural en el que desarrollaban su actividad. Pero tenían también elementos comunes. Cuando nos aproximamos a la prosopografía de los divulgadores encontramos perfiles con una formación científica inicial, incluso con niveles variados de actividad investigadora, que se decantan después hacia la actividad divulgadora <sup>77</sup>. Sus posiciones políticas, valores y percepciones de la naturaleza de la ciencia de los

expertos y de los profanos no pueden, sin embargo, resumirse a un patrón sencillo.

En Francia, la creación del *Cercle de la presse scientifique*, en 1856, marcó un punto de inflexión. Considerada como una organización profesional pionera del periodismo científico, denunciaba en el núcleo de su discurso fundacional a la supuesta aristocracia intelectual de la ciencia académica, mientras proclamaba el deseo de esos nuevos divulgadores profesionales de actuar con independencia de la misma <sup>78</sup>. Detrás de múltiples retóricas sobre las virtudes de la divulgación y las intenciones de divulgar un conocimiento al alcance de todos, se escondían al menos en Francia, a grandes rasgos, dos imágenes de la propia ciencia: una, más ortodoxa, académica, normativizada, matematizada, profesional y de manuales, élites y *grandes écoles*; y otra, más heterodoxa, exhibida, explicada, imaginada, investida de nobles objetivos, algo mística y utópica <sup>79</sup>. El propio Comte había entrado en esa discusión unos años antes. Seguramente influido por su propia experiencia personal y sus dificultades para ser aceptado en los círculos académicos profesionales, criticaba a menudo el exagerado academicismo de la ciencia oficial como uno de los problemas de la difusión al público de su nuevo espíritu positivo. Curiosamente, desde esta perspectiva, el éxito de la divulgación pasaba por unas buenas dosis de distanciamiento de la ciencia ortodoxa. Su filosofía positiva tenía que contar necesariamente con una ciencia popular, supuestamente más democrática, de tradición empírica, por oposición a la ciencia oficial, aristocrática y matematizada. El propio experto se tenía que convertir en un divulgador, un mediador, un comunicador. Era parte de su deber <sup>80</sup>.

François Arago (1786-1853) conquistó el prestigio científico de París con sus contribuciones a la electricidad, el magnetismo y la luz, como director del Observatorio astronómico de París entre 1813 y 1846, y sobre todo como secretario perpetuo de la Académie des sciences desde 1830 hasta su muerte. Arago desempeñó además un papel muy activo en la política francesa y desde su republicanismo contribuyó notablemente a la aplicación de reformas educativas que pretendían acercar el conocimiento a las clases bajas. Dio pleno apoyo a la libertad de prensa, y fue un defensor apasionado del progreso científico. Su famosa *Astronomie populaire*, como en el caso de Comte, fue el resultado de sus cursos públicos, en este caso en el mismo Observatorio astronómico de París durante más de treinta años. Conferenciante brillante, cautivador del público, convirtió sus lecciones en

un verdadero acontecimiento social, que atrajo a sectores amplios de la sociedad parisina, incluidas mujeres, niños y altos dignatarios <sup>81</sup>.

Sus objetivos como divulgador no diferían demasiado de los expresados por Comte. Arago creía en la divulgación científica —en parte por la influencia intelectual que ejerció en él la figura de Alexander von Humboldt (1769-1859), pero sobre todo por sus profundas convicciones republicanas de democratización del saber—. Se trataba de una *science militante*, es decir, a través de la difusión de la ciencia se conseguiría una mayor emancipación política y una progresiva democratización de la sociedad; un clima de debate libre y abierto permitiría, según Arago, avanzar hacia una sociedad menos aristocrática y más meritocrática, donde los mejores serían validados por la propia esfera pública y no por relaciones endogámicas de poder.

La abertura de las sesiones de la Académie a la prensa le costó, sin embargo, un duro enfrentamiento con un buen número de sus colegas —es bastante conocido el caso de Jean-Baptiste Biot (1774-1862)—, que lo criticaban por la degradación del saber de los expertos que podía significar la versión simplificada (o quizás distorsionada) de temas de la dificultad conceptual de la teoría ondulatoria de la luz, la química animal o la generación espontánea, para citar sólo algunos de los temas de discusión en la época. En 1840, el matemático italiano Giuglielmo Libri (1802-1869) publicó un artículo en la *Revue des deux mondes* donde exponía sus razones contrarias a la apertura de puertas de la Académie. Haciéndose resonancia de los argumentos de los oponentes de Arago, Libri creía que las opiniones políticas del público constituían una verdadera amenaza para la ciencia ortodoxa, y podrían influir demasiado en los científicos; los periodistas podrían llegar a tener demasiada influencia; el público nunca podría comprender los detalles de la alta investigación ni el lenguaje matemático riguroso; en consecuencia, pensaba que había que defender una «República de las Letras» elitista <sup>82</sup>. A pesar de estas dificultades, Arago contribuyó a la divulgación de la ciencia a audiencias muy variadas: desde los jóvenes y niños que asistían a sus cursos en el Observatorio, hasta astrónomos profesionales que se interesaban por sus estrategias de comunicación y por sus aportaciones científicas. Desde su perspectiva, no se trataba seguramente de cerrar las puertas como reclamaba Biot, sino de dejar que los conocimientos científicos circularan abiertamente en la sociedad francesa de las décadas centrales del siglo XIX.

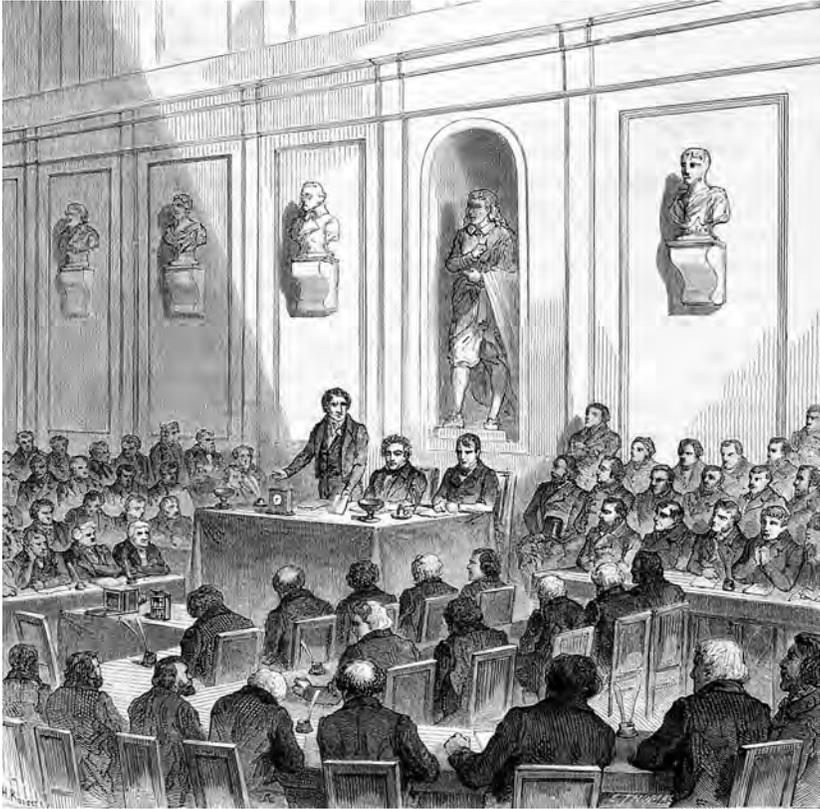


Fig. 3.4. François Arago en la Académie des sciences de Paris en su ejercicio de secretario perpetuo.

La divulgación podía estar en manos de los propios científicos profesionales, que la utilizaban, desde su condición de *amateurs* en ese género, como un complemento económico de su salario universitario, junto con los ingresos que obtenían de la publicación de manuales para sus asignaturas o traducciones de manuales o monografías extranjeras. De igual modo, muchos ingenieros fueron autores de libros asequibles al gran público sobre electricidad, mecánica o transportes. Existían, sin embargo, otros divulgadores más heterodoxos, autores sin una formación científica de base, periodistas, ensayistas, a veces considerados como diletantes o polígrafos, pero que tuvieron un papel muy importante en la vida cultural del siglo XIX.

Existían además otras razones para divulgar. En las primeras décadas del siglo XIX, la gran síntesis intelectual del *Kosmos* de Humboldt no puede comprenderse sin la obsesión del propio autor por difundir al público una imagen romántica de fascinación ante la unidad de la naturaleza y el hombre, más allá de las simples descripciones empíricas; por divulgar una naturaleza capaz de purificar y pacificar el espíritu. Sin embargo esos valores habían de cambiar radicalmente a lo largo del siglo, y el estilo humboldtiano de divulgación pronto se extinguió. La visión heterodoxa de una naturaleza unitaria fue quebrada por la creciente especialización y profesionalización de la ciencia, que definía nuevas y cambiantes fronteras entre profesionales y *amateurs*. La divulgación se convertía, así, en un arma poderosa, en una esfera pública plagada de razones e intereses no siempre coincidentes <sup>83</sup>.

En la España de finales del siglo XIX, el perfil del divulgador científico se aproximaba más al del profesor universitario, que en un contexto de debilidad institucional solía completar sus obligaciones docentes e investigadores (estas últimas desempeñaban un papel bastante marginal), con actividades variadas de divulgación científica. En otros casos, algunos autores, no necesariamente formados en las ciencias experimentales, se profesionalizaban como traductores de las grandes obras de la divulgación internacional, en especial algunos de los grandes autores franceses antes mencionados <sup>84</sup>.

En Francia, los divulgadores que se llegaron a profesionalizar compartían algunas características comunes: una formación científica inicial, la creación o dirección de revistas, autoría prolífica, activos en conferencias públicas y exposiciones, con presencia en la prensa diaria, interesados por la enseñanza, promotores de bibliotecas <sup>85</sup>. A pesar de su sólida formación científica en química, medicina y farmacia, en 1856, el peso de la ciencia ortodoxa cayó sobre Louis Figuier, que fue desprestigiado en público a causa de una polémica con Claude Bernard sobre una secreción post mórtem del hígado. Éste fue un punto de inflexión crucial en el itinerario profesional de Figuier, que le llevó a la plena dedicación a la divulgación científica, como arma contra el esoterismo del lenguaje científico especializado. En 1857, empezó a publicar su *Année scientifique et industrielle*, una especie de almanaque sobre los progresos científicos del año, que se había de convertir en una publicación periódica de gran éxito en toda Europa. Después llegaron las *Vies des savants illustres* (1866), *Les merveilles de la science* (1867) (figura 1.4), *Les merveilles de l'industrie* (1873),

*Connais-toi toi-même: notions de physiologie* (1879) o los *Feuilletons scientifiques* en la prensa <sup>86</sup>.

En 1862, Flammarion publicó, con veinte años de edad, un libro de gran éxito, *La pluralité des mondes habités*, que emulaba la vieja tradición de los *Entretiens* de Fontenelle. Pero sus intentos iniciales de compatibilizar su formación académica en astronomía en el Observatorio de París con su actividad divulgadora parecían condenados al fracaso. En 1866, Urban Le Verrier (1811-1877), el director del Observatorio y sucesor de Arago, hizo caer la autoridad de la ciencia ortodoxa sobre Flammarion y le expulsó de aquel templo de ciencia con la famosa frase: «Monsieur, vous n'êtes pas savant mais poète». No obstante, su éxito editorial continuó sin tregua. La astronomía popular se hizo presente en sus conferencias, cursos nocturnos, libros, artículos en revistas, periódicos y en sus novelas <sup>87</sup>.

Divulgadores como Flammarion se movían también en el pantanoso ámbito de las pseudociencias, y dejaban la puerta abierta a prácticas espiritistas y ocultistas. Su éxito popular ponía de nuevo sobre la mesa la dificultad de delimitación de la ciencia ortodoxa. La controversia generada era una buena muestra de cómo la cultura científica se extendía nuevamente más allá de los estrictos límites marcados por la ciencia académica oficial de los expertos. La simple hipótesis de la posibilidad de entablar algún tipo de relación con los difuntos, a través de un médium, cuestionaba, por una parte, la autoridad eclesiástica y, por otra, la ciencia académica <sup>88</sup>. Es curioso observar cómo algunas de las traducciones de la obra de Flammarion eliminaron del texto precisamente las referencias al espiritismo ante la hostilidad que esta doctrina representaba <sup>89</sup>. Los seguidores del espiritismo se contaban por miles, a pesar de las críticas desde la academia y el púlpito. De nuevo, los públicos tenían un peso importante a la hora de legitimar o desprestigiar una determinada práctica científica.

En España, la escritora Emilia Pardo Bazán (1851-1929), seguidora del naturalismo expresado por Émile Zola en *Le roman expérimental*, consideraba que la difusión entre las masas de los conocimientos que en otro tiempo no traspasaban el umbral del gabinete del sabio representaba uno de los caracteres más sobresalientes de la época moderna <sup>90</sup>. En un contexto periférico en términos de ciencia como el español, la divulgación científica representaba una estrategia que muchos consideraban útil e incluso prioritaria para sacar al país de su atraso. Esa ciencia para todos podía estimular nuevas vocaciones entre los jóvenes, así como sembrar los elementos fundamen-

tales para el posterior desarrollo de una cultura científica sólida <sup>91</sup>. Incluso en países punteros como Alemania, importantes científicos como Hermann von Helmholtz (1821-1894) o Justus von Liebig (1803-1873) pronto comprendieron la importancia de la divulgación científica como estrategia de legitimación social de las nuevas ciencias experimentales emergentes, que reclamaban más prestigio y respeto intelectual, especialmente en el contexto universitario, ante el peso de la tradición de las humanidades y las artes liberales <sup>92</sup>.

Detrás de las intenciones corporativas que utilizaban la divulgación como estrategia de consolidación profesional, existía también el interés por divulgar determinados temas controvertidos, heterodoxos, de gran interés para el público. De hecho, la especulación sobre la posible existencia de vida en otros planetas provenía de la tradición de Fontenelle en el siglo XVII y fue recogida por el propio Flammarion dos siglos más tarde. Otros temas polémicos fueron utilizados para reforzar los argumentos a favor o en contra de la ciencia de los profesionales. El caso de la generación espontánea, negada por Pasteur, el profesional de la ciencia por excelencia de finales del siglo XIX, fue utilizado, por ejemplo, por importantes divulgadores como Victor Meunier (1817-1903), en su defensa de Félix Pouchet (1800-1872), quien, desde una posición profesional más débil, se había enfrentado al todopoderoso Pasteur <sup>93</sup>.

El propio Figuiet especulaba con el destino del alma. Como hemos señalado, otros discutían la comunicación con los muertos o el espiritismo, y todos ellos disfrutaban de un considerable éxito de ventas y de importantes audiencias en sus frecuentes conferencias públicas <sup>94</sup>. En buena medida, la divulgación de esa ciencia heterodoxa reforzaba su autoridad en la esfera pública. Lo hemos visto con detalle en el caso de la astronomía, pero el mismo fenómeno se podría aplicar a la frenología, a algunos aspectos de la ciencia romántica (fuerzas ocultas, visiones holísticas, emociones e inspiración ante la naturaleza, antinewtonianismo, etc.) y a cuestiones médicas ya mencionadas (relacionadas con el magnetismo animal o la homeopatía). Sus esperanzas de reconocimiento y aceptación social pasaban ineludiblemente por su capacidad de captar clientes, públicos activos en defensa de sus planteamientos, aunque éstos chocaran con los de la ciencia profesional.

Otros atacaban frontalmente la ciencia ortodoxa de su tiempo por otras razones. Víctor Meunier estaba convencido de las aptitudes científicas del pueblo y rechazaba sistemáticamente la necesidad de me-

diación entre los expertos y las masas populares supuestamente ignorantes<sup>95</sup>. Militante socialista, defensor de un modelo de divulgación científica no necesariamente al servicio de los expertos, defendía un periodismo independiente de la autoridad de la Académie, y dotado de una cierta autonomía intelectual, tal como recogía en *Science et démocratie* (1865), resultado de sus publicaciones a lo largo de varios años en la prensa diaria<sup>96</sup>. En una línea parecida a la de François Arago, con una vehemencia parecida a la de Raspail, Meunier hacía una caricatura de la ciencia académica en sus *Scènes et types du monde savant*, y propugnaba un nuevo estilo de artículo científico en la prensa, más heterodoxo, más acorde con una ciencia utilitaria y filantrópica capaz de facilitar el trabajo, aumentar la riqueza o multiplicar las comunicaciones, capaz de hablar por boca de los que no pueden ni hablar ni escribir, y de instruirles más allá del simple entretenimiento, de estimular la curiosidad intelectual de los lectores que son tenidos por ignorantes por las élites académicas. En la introducción de sus *Essais scientifiques* de 1857, su posición era contundente:

«Sí, pueblo, es la ciencia que te conducirá a la felicidad. No escuches a quienes te dicen que es de difícil acceso, altanera, pretenciosa; son unos impostores. La ciencia es buena, simple, humana; la ciencia es bella, de una belleza divina y de una juventud eterna como la tuya. Y si intentan alejarte de ella, es porque saben bien que la generación que nacerá de tu unión con la ciencia no será una manada de perros sino un nido de águilas»<sup>97</sup>.

### Ortodoxia y heterodoxia en la esfera pública

Ante la creciente influencia de la ciencia en la esfera pública del siglo XIX, y su progresiva rivalidad con la religión, numerosos divulgadores —como Meunier— tomaron partido respecto a esta cuestión desde posiciones muy variadas. El naturalismo científico victoriano, por ejemplo, representaba la versión inglesa del culto general a la ciencia de gran influencia en la segunda mitad del siglo, próximo al materialismo científico<sup>98</sup>. Se trataba de una doctrina fundamentada en una visión mecanicista de la naturaleza; una visión del mundo que separaba claramente a Dios de la naturaleza, subordinaba el espíritu a la materia y cuestionaba en sus raíces la ortodoxia religiosa<sup>99</sup>. Sus defensores usaron el evolucionismo, el atomismo y la conservación de la energía como instrumentos contra la cultura clerical dominante, como arma arroja-

diza contra la religión, como estrategia de reforzamiento de la profesionalización del científico basada en principios naturalistas <sup>100</sup>.

En ese contexto, la British Association for the Advancement of Science, con sus reuniones itinerantes, tuvo en Gran Bretaña un papel moderador de las controversias y desacuerdos entre los propios clérigos, ante la creciente influencia de ese naturalismo científico <sup>101</sup>. Cada autor se aproximaba a su manera al tema de la épica evolutiva, es decir a la narración de la historia de la vida y del propio cosmos. Éste era un tema de gran popularidad, como ya hemos visto en el caso de *Vestiges*. Autores como Samuel Butler, Richard Proctor o Thomas Huxley proporcionan ejemplos muy útiles a la hora de analizar cómo se negociaba la autoridad científica a través de la divulgación. Otros nombres, poco conocidos y con un claro perfil de *amateur*, se aferraban a la teología natural anglicana, o utilizaban la prensa y las numerosas revistas de «ciencia popular» para hacerse un espacio en la arena pública de la ciencia victoriana <sup>102</sup>.

Desde posiciones anticlericales, el darwinismo actuó también como un fuerte estímulo a la divulgación de las ciencias naturales. Ya conocemos el caso de Odón de Buen, cuya vocación divulgadora respondía en buena parte a la supresión temporal de su cátedra en 1895 en la Universidad de Barcelona, precisamente a causa de su enseñanza del darwinismo, a la que De Buen contestaba con reflexiones como la siguiente: «He publicado rápidamente esta edición popular, que hacía mucho tiempo preparaba, respondiendo al vehemente apremio de la opinión pública deseosa de conocer la obra anatemizada por la Iglesia y a mis propósitos, que pongo siempre por encima de todo, de hacer llegar la ciencia positiva al corazón del pueblo» <sup>103</sup>.

En un contexto parecido cabe encuadrar a los divulgadores del darwinismo en la Italia unificada de finales del siglo XIX. En el caso italiano, la tensión entre Antonio Stoppani (1824-1891), clérigo y geólogo, y Paolo Mantegazza (1831-1910), masón, anticlerical y seguidor de Darwin, o las publicaciones de Giovanni Canestrini (1835-1900), traductor y divulgador de Darwin para las élites burguesas, seguían un patrón parecido. En particular, el caso de Mantegazza difiere del de Odón de Buen en el sentido que el primero consiguió finalmente convertirse en un divulgador científico profesional a plena dedicación, mientras que el segundo, como en otros muchos casos, mantuvo su cátedra universitaria además de su ingente labor divulgadora, imbuida, como en el caso de Arago y Meunier, de un profundo compromiso político <sup>104</sup>.

Ante la creciente polarización ciencia-religión, algunos preconizaban la compatibilidad entre la ciencia o la filosofía natural de la época y los valores y prácticas culturales dominantes en un determinado contexto histórico, entre ellas las religiosas <sup>105</sup>. El caso de los *Bridgewater Treatises* es emblemático respecto a esta cuestión <sup>106</sup>. Su propio título ya predispone al lector sobre el contenido de la obra: *The Bridgewater Treatises*, «sobre el poder, sabiduría y bondad de Dios manifestado a través de la creación bajo los auspicios del duque de Bridgewater y escritos por siete destacados hombres de ciencia, junto a un prominente comentarista teológico» <sup>107</sup>. Se trataba de un conjunto de libros muy populares, publicados entre 1833 y 1836, de gran difusión, que probablemente suplieron la escasez de libros de texto en el contexto británico, y que presentaban una imagen de la ciencia aceptable para las clases medias profesionales. Su combinación de teología natural y ciencia popular atrajo a un gran número de lectores, llegando incluso a las clases trabajadoras a través de frecuentes comentarios y conferencias públicas. Tuvieron numerosas ediciones con más de 60.000 copias impresas en 1850 y cientos de reseñas en periódicos y revistas <sup>108</sup>. En ese contexto de teología natural, la evangelización religiosa a través de la «evangelización» científica, que mostraba las maravillas del mundo y su creación divina, parecía formar parte de una sola estrategia. Buscaba un compromiso entre ortodoxia y heterodoxia tanto desde la perspectiva de la religión como desde la propia ciencia.

En otro intento de moderación e integración de visiones contrapuestas, Flammarion, rechazaba el materialismo de los *philosophes*, pero también criticaba el radicalismo de la Iglesia católica. Para Flammarion, los científicos de su época no creían ni en Dios, ni en el alma, sino sólo en combinaciones químicas en un universo formado únicamente por fuerza y materia, mientras que la Iglesia católica permanecía aislada de la sociedad con dogmas de antigüedad secular. Flammarion pretendía desarrollar una *religion par la science*, una filosofía positiva con elementos significativos de teología natural que permitiera refutar el materialismo contemporáneo desde la equidistancia entre el ateísmo y el fanatismo religioso.

La astronomía popular de Flammarion se convertía así en una especie de bálsamo eficaz para suavizar las tensiones ciencia-religión, en un argumento retórico que se extendía a otras obras de divulgación científica que justificaban la utilidad del género precisamente como una estrategia eficaz de difusión de las maravillas de la naturaleza a la sociedad e indirectamente reforzaba y dignificaba el hecho

de la creación divina. Hablaba de una astronomía popular con una epistemología propia, que consideraba más que una simple adaptación literaria del discurso de los expertos y de dignidad equivalente a la astronomía física-matemática <sup>109</sup>. En su opinión, la sabiduría popular sobre los astros no estaba depositada de manera rígida en el pueblo, separada del saber de los expertos y los profesionales, sino que las observaciones y los datos astronómicos circulaban de manera fluida a través de todas las clases sociales.

El interés creciente por prácticas heterodoxas como el espiritismo, el sonambulismo, los médiums o los fantasmas respondía también, entre otras causas, a ese intento de buscar una reconciliación entre ciencia y religión, que el cientifismo naturalista y las reacciones anticlericales de numerosos discursos científicos públicos habían puesto seriamente en entredicho <sup>110</sup>. Así, en un momento en el que la literatura de divulgación había contribuido a reforzar el discurso público sobre las «maravillas» de la ciencia moderna a través de las obras de Figuiet, Flammarion, etc., una época en la que la física, la fisiología y la psicología ganaban espacios importantes, y donde las influencias románticas habían rebrotado con fuerza, las prácticas ocultas encontraron un lugar confortable en el que desarrollarse y hacerse públicas <sup>111</sup>.

El debate sobre la pluralidad de mundos habitados reforzaba también en buena medida esa alianza ciencia-religión de la tradición de la teología natural. En 1913, un miembro de la Sociedad Astronómica de Barcelona se expresaba en los términos siguientes:

«... sólo conocemos al Supremo Hacedor por su obra, que es la Naturaleza, y ésta nunca se muestra caprichosa, sino fiel obediente a las leyes fijas e invariables, tanto en el reino mineral como en el orgánico [...] Por fin, no nos empeñemos en que nuestro planeta sea una excepción dentro de la armonía general del Universo, porque esto, como ha dicho el ilustre astrónomo Flammarion, equivaldría a considerarnos como esas monstruosidades que no caben en el sistema de tipos naturales» <sup>112</sup>.

Ante las tensiones sociales, políticos y reformistas estimularon la publicación de revistas de divulgación científica para proporcionar información interesante a sus lectores y distraerles así de otras lecturas más peligrosas, de contenido político subversivo y a menudo anticlerical. Por ejemplo, la revista británica *The Penny Mechanic* afirmaba

que el estudio de las ciencias físicas y naturales, al limpiar la mente de pensamientos y distracciones que excitan la imaginación, tendía a mejorar los hábitos morales e intelectuales, calmaba los ánimos y rebajaba las tensiones y el descontrol de nuestras pasiones <sup>113</sup>.

En España, científicos, intelectuales y políticos hicieron uso del libro de José Echegaray (1832-1916) *Teorías modernas de la física. Unidad de las fuerzas materiales* en artículos de divulgación, libros de texto y conferencias públicas. Echegaray, uno de los grandes intelectuales de la España de finales del siglo XIX, pretendía explicar de forma amena y sencilla las nuevas teorías científicas del calor, la luz y la electricidad, desde una concepción mecánica y de unidad de las fuerzas materiales, pero unidas a la necesidad de introducir la figura de un Dios creador. Emilio Huelin, Francisco de Rojas, Emilia Pardo Bazán o diferentes líderes católicos coincidieron con Echegaray en la necesidad de evitar la heterodoxia y los peligros del materialismo científico en la divulgación de la termodinámica <sup>114</sup>.

Sin embargo, el libro de Echegaray coexistió con otros textos críticos con la religión, que defendían visiones materialistas de la naturaleza. Éste fue el caso, por ejemplo, de *Fuerza y materia* (1868) del médico alemán Ludwig Büchner (1824-1899) o los artículos del físico irlandés John Tyndall (1820-1893), que usaban la conservación de la energía como prueba de un universo regido exclusivamente por leyes naturales, sin necesidad de la existencia de un Dios creador. Gran parte de estos textos fueron usados y difundidos por republicanos, socialistas y anarquistas españoles, con un marcado tono anticlerical.

En un contexto hostil al materialismo científico, y ante la amenaza creciente de los movimientos obreros, un buen número de los divulgadores de la época usó la religión como instrumento a favor del orden y el control social. Una de las estrategias consistía en buscar algún tipo de compatibilidad entre la ciencia divulgada y los valores culturales dominantes. Se debía, en consecuencia, evitar el materialismo y rescatar la idea de Dios. Así, la termodinámica representaba, además de un peligro potencial de materialismo, una posibilidad de demostración científica de la existencia de Dios y la inmortalidad del alma <sup>115</sup>. En este contexto era frecuente encontrar publicaciones científicas que hacían precisamente gala de esta apropiación religiosa del hecho científico. En 1863, los traductores de la obra anónima, *La ciencia para todos*, que se estructuraba a través de una enorme lista de más de 1.600 preguntas y repuestas para contrastar el saber experto con el profano, se manifestaban en los términos siguientes:

«Hemos procurado, valiéndonos del lenguaje más sencillo posible, y refiriendo algunos de los fenómenos más familiares de la naturaleza, dar al lector una idea clara de las sublimes leyes que rigen nuestro ser, y demostrar la bondad y el poder del Todopoderoso a quien debemos la vida que disfrutamos, y las bellas y variadas escenas que para una imaginación bien organizada hacen de la tierra un vasto conjunto de objetos interesantes»<sup>116</sup>.

En una línea parecida se expresaba, en 1873, el editorial católico de la revista *La Ciencia al alcance de todos*:

«... se eleva el alma, se ennoblece y se desprende de la grosera materia que le rodea, y, volando de verdad en verdad, de descubrimiento en descubrimiento, de observación en observación, llega hasta aquella primera verdad que es fuente de todos y explicación de todos, la de Dios, eje sobre el cual debe girar toda verdadera ciencia [...] De aquí que la ciencia es, además de un excelente amigo de la verdad, un gran apóstol del bien... la ciencia, pues, es también moralizadora...»<sup>117</sup>.

En Francia, la *Encyclopédie théologique* de Jacques-Paul Migne (1800-1875), *el abbé Migne*, intentaba adaptar y divulgar la ciencia a una fiel y segura audiencia de clérigos católicos. Conscientes de sus déficits, buscaban una formación científica que no les abocara a contradicciones con su fe católica. De la lectura de la *Encyclopédie théologique* se desprende un cierto miedo de los clérigos ante su desconocimiento de la ciencia y su alejamiento personal de la misma. De hecho, ninguno de los autores de artículos para esa *Encyclopédie* era un científico profesional dispuesto a divulgar sus propias investigaciones al mundo creyente católico. El objetivo de la obra estaba claro: para Migne, el catolicismo de su época no era un catolicismo científico; la ciencia de la época no era católica. Se debía entonces actuar en una doble dirección: trabajar y elaborar los contenidos del catolicismo para acercarlo en lo posible a la ciencia moderna, pero, al mismo tiempo, analizar los enunciados científicos para identificar en ellos un catolicismo latente, en una especie de realimentación positiva —y quizás utópica— entre ciencia y religión. Los propósitos de esa *Encyclopédie* eran, entre otros, la exaltación del poder pontifical, la lucha contra las sociedades masónicas secretas y la defensa de los milagros y tradiciones, conjugados con el interés por otros fenómenos sobrenaturales; sin olvidar la lucha contra el protestantismo, contra el reduccionismo físico-químico de la vida, el atomismo, el ma-

terialismo científico o la idea de una ciencia moderna asociada a los valores seculares de la revolución francesa. He ahí, pues, una auténtica batalla por la hegemonía cultural en la esfera pública <sup>118</sup>.

El potencial de emancipación que conllevaba la ciencia experimental preocupaba obviamente a las autoridades eclesiásticas y a sus divulgadores. De ahí esos intentos de apropiación de las ideas científicas para ser después divulgadas al público en función de sus propios objetivos. Ésta fue, por ejemplo, una de las estrategias de la Compañía de Jesús. En las primeras décadas del siglo XX, un número considerable de sus miembros recibió una formación científica de alto nivel para contribuir posteriormente a la investigación, la enseñanza y también a la divulgación. En 1920, en una conferencia pública en el Palau de la Música de Barcelona, titulada «Armonías del firmamento», el astrónomo jesuita Lluís Rodés (1881-1939) presentaba los objetivos de esa ciencia a una selecta audiencia en los términos siguientes:

«... el Universo físico se desvanece todo, cuando el alma [...] ve una Inteligencia Infinita y Eterna, que todo lo sostiene y gobierna con la eficacia de su poder [...] Este bellísimo conjunto integrado por el Sol con sus planetas y cometas no puede reconocer otra cosa que la voluntad y el dominio de un ser inteligente y potente» <sup>119</sup>.

De esta manera, si analizamos el programa intelectual y los contenidos de la revista *Ibérica: El progreso de las ciencias y de sus aplicaciones*, editada por científicos jesuitas del Observatorio del Ebro, cerca de Tortosa, entre 1914 y 1936, es fácil concluir que sus artículos de divulgación estaban destinados a reforzar la formación científica en las numerosas instituciones docentes de la Compañía de Jesús, así como proporcionar una imagen de la ciencia coherente con el dogma católico. De sus artículos se desprendía una imagen positiva, no problemática, de la ciencia. De nuevo la conquista de la esfera pública estaba directamente relacionada con determinados intereses y posiciones ideológicas, con la intención de delimitar lo ortodoxo de lo heterodoxo según los criterios de un determinado prisma <sup>120</sup>.

### **Divulgación, distorsión o simplificación**

¿Se pueden justificar determinadas prácticas heterodoxas en aras de seducir a las respectivas audiencias, aunque se alejen de la ciencia

ortodoxa en una determinada época y lugar? ¿Es posible divulgar conocimiento científico sin distorsionarlo o simplificarlo? Como hemos visto en los ejemplos anteriores, centrados fundamentalmente en el siglo XIX, ésta es una cuestión controvertida y compleja. Si observamos el perfil y los discursos de famosos divulgadores científicos a lo largo del siglo XX, nos encontramos de nuevo ante el dilema de dónde acaba la simplificación y comienza la distorsión, dónde acaba la complicidad y empieza la desconfianza del divulgador con la ciencia ortodoxa.

A lo largo del siglo pasado, un grupo importante de divulgadores científicos de formaciones y procedencias diversas generó progresivamente espacios importantes de influencia. Si analizamos con detalle algunos de sus currícula es relativamente sencillo identificar múltiples intersecciones entre lo ortodoxo y lo heterodoxo, entre su formación académica inicial y el desarrollo de nuevos discursos y estrategias de divulgación. Al analizar los detalles de sus programas de divulgación surge de nuevo el problema de la visión dominante de Hilgartner, es decir, la complejidad en las intenciones de los propios divulgadores y de sus relaciones con el mundo de los profesionales de la ciencia. Veamos a continuación algunos ejemplos.

En 1894, el ingeniero austriaco, Hanns Hoerbiger (1860-1931), propuso una teoría heterodoxa (*Welteislehre*), que sugería la posibilidad de que una buena parte del universo estuviera constituida por hielo. Hoerbiger combinaba su formación como ingeniero con su afición a la astronomía. Como los *amateurs* de muchas sociedades europeas de la época, usaba un pequeño telescopio para observar los cuerpos celestes en su tiempo libre, en especial la Luna, cuya superficie brillante llamó poderosamente su atención, asociándola como hipótesis a la existencia de hielo. En su libro *Glazial-Kosmogonie*, Hoerbiger explicaba cómo un choque entre estrellas habría producido en el pasado una gran explosión. Los fragmentos de la estrella más pequeña habrían sido expulsados al espacio interestelar. El agua se habría condensado y formado bloques gigantes de hielo, que estarían en el origen de los sistemas solares incluido el nuestro. Este último habría experimentado un largo proceso de evolución. Aunque fue duramente criticado por buena parte de la comunidad científica de expertos de su época, que consideró que se trataba de una idea absurda promovida por un «charlatán», su *Welteislehre* tuvo, sin embargo, un gran éxito en la esfera pública entre 1920 y 1930, y fue incluso utilizada por la propaganda nazi como una ciencia genuinamente germánica. Hoerbiger usó para la difusión de su

teoría mapas, esquemas, curvas y tablas que pretendían dotarla de «hechos objetivos», y que, junto con las ilustraciones, dibujos y fotos, presentaban la ciencia como un campo espectacular de fantasía y sensaciones visuales <sup>121</sup>.

Podríamos encontrar otros ejemplos próximos a una cierta «objetividad de ficción», capaz de fascinar al lector o al espectador y así reforzar la autoridad pública de sus planteamientos con determinadas prácticas que podían ser consideradas como heterodoxas desde la ciencia académica de la época. Éste era el caso del escritor Edgar R. Burroughs (1875-1950), creador de Tarzán, y autor del famoso libro de ciencia ficción, *A lost World* (1918). En 1910, se habían vendido millones de copias del libro *Tarzan of the Apes*. Mientras tanto, Henry Osborn (1857-1935), el director del American Museum of Natural History, realizó una magnífica reconstrucción de la lucha por la supervivencia de los antiguos dinosaurios, en particular de los brontosaurios y los tiranosaurios rex, con la ayuda de pintores como Charles Knight, ilustrador del National Geographic. Osborn era además un incansable viajero que recogía especímenes raros y fósiles para su museo. Las ilustraciones de Knight en el museo inspiraron a Burroughs en la creación de su novela *A lost World*, llevada posteriormente a la pantalla y a la televisión en la que se describía con todo lujo de detalles criaturas que nunca han existido en permanente lucha por su supervivencia. Desde una cierta heterodoxia, se dejaron llevar por su imaginación al presentar animales y humanos en el pasado, aunque sin eludir una posición conservadora que tácitamente asumía la superioridad de la raza anglosajona. Su éxito público fue, sin embargo, indiscutible <sup>122</sup>.

Sabemos también de la controversia entre los propios científicos contemporáneos a Albert Einstein (1879-1955) sobre la posibilidad de hacer comprensible su teoría de la relatividad a la población en general. A diferencia del propio Einstein, y bajo el argumento de la extremada dificultad de sus postulados, algunos consideraban inútil cualquier esfuerzo de simplificación, mientras otros se refugiaban en los ecos de los aspectos no estrictamente científicos, que con el tiempo habían de constituir su poderosa imagen pública. Si por un lado se presentaba a las grandes figuras de la ciencia, Einstein entre ellas, como individuos excepcionales, puros, separados del resto de mortales en sus palacios de cristal, como contrapeso a la inevitable ignorancia del público, por otro, la nueva física cuántica y relativista

era percibida por muchos como algo heterodoxo, como un ataque al sentido común y a la intuición.

La *Encyclopédie française* de 1930 explicaba el problema desde una perspectiva histórica. Argumentaba que en el siglo XVIII había simplemente una diferencia de estilo entre el conocimiento experto y el profano. En el siglo XIX se transformó en una diferencia de lenguaje, mientras que en el siglo XX se habrían construido dos mundos irreconciliables e incommensurables. En Francia, la historiadora Hélène Metzger (1889-1944) defendía que todo conocimiento que no podía ser expresado en un lenguaje sencillo y asequible a cualquier persona debía considerarse superfluo. Émile Meyerson (1859-1933) utilizaba, sin embargo, la teoría de la relatividad como ejemplo emblemático de la imposibilidad de explicar algunos conceptos científicos desde la experiencia cotidiana y el sentido común, como ejemplo evidente de la victoria de la *episteme* sobre la *doxa*, en una línea parecida a la expresada unos años más tarde por Bachelard <sup>123</sup>.

No existía consenso sobre esta cuestión. La concesión del premio Nobel de física a Einstein en 1921, por su descubrimiento del efecto fotoeléctrico, era una buena prueba de las resistencias a aceptar la teoría de la relatividad que existían dentro del propio comité Nobel <sup>124</sup>. No obstante, el propio Einstein, Paul Langevin (1872-1946), Louis de Broglie (1892-1987) y otros eminentes físicos se lanzaron decididamente a explicar las nuevas teorías a un público amplio <sup>125</sup>. Desde el *annus mirabilis* de 1905 hasta la formulación de la teoría general de la relatividad en 1915, Einstein habría pasado por un proceso de maduración intelectual complejo que no descartaba la difusión de sus nuevas ideas a los profanos durante su proceso de creación. De hecho, Metzger estaba convencida de que cualquier explicación sencilla, pensada para el público en general, no podía considerarse heterodoxa, ya que contenía ideas útiles para el propio trabajo de los expertos.

La necesidad de hacer tabla rasa con la física newtoniana para presentar su nueva teoría acercó a Einstein al lenguaje de la divulgación. Sus textos divulgativos se gestaron en buena parte en paralelo a su propio trabajo intelectual. El texto de 1917 sobre la relatividad especial y general fue reeditado catorce veces y traducido ampliamente entre 1917 y 1923. Pero su artículo «My theory», aparecido en *The Times* el 28 de noviembre de 1919, en el que confirmaba su teoría de la relatividad, le catapultó a la fama mundial. El premio Nobel había de llegar sólo dos años más tarde. En el mismo año 1919, el astrónomo Frank Dyson (1868-1939) realizó un conjunto de

observaciones durante un eclipse, con la intención de demostrar el fenómeno de la curvatura de la luz al pasar cerca de un cuerpo negro. Sus resultados tuvieron un gran impacto en los medios escritos, en particular en *The Times* y en *The New York Times*, que celebraron con sus lectores la victoria de Einstein sobre Newton. Sin embargo, los historiadores de la ciencia que han reconstruido las observaciones astronómicas de Dyson han llegado a la conclusión de que no eran tan concluyentes a favor de la relatividad einsteiniana, tal como se explicaron en los medios <sup>126</sup>.

Ante la visita de Einstein a París en la primavera de 1922, las controversias con relación a su teoría de la relatividad inundaron la esfera pública. Se han identificado cuatro posiciones diferentes en la ciudad: el entusiasmo y apoyo activo a la causa de la nueva física; la neutralidad escéptica; la ignorancia activa que proclamaba que la teoría de la relatividad no era en absoluto necesaria, y la hostilidad directa. Curiosamente, las posiciones más radicalizadas, es decir, el apoyo entusiasta y el total rechazo, estuvieron más presentes en la esfera pública, mientras que las posturas más tibias guardaron un discreto silencio. El debate llamó la atención de amplios sectores de la sociedad parisina, pero los ecos de sociedad de la visita eclipsaron una discusión rigurosa sobre las luces y sombras de la nueva física <sup>127</sup>.

Las observaciones de Dyson, las posiciones de los divulgadores franceses o el impacto de sus visitas son sólo breves ejemplos de la proyección pública de la figura de Einstein a lo largo del siglo XX, que sin duda trasciende el estricto contenido de sus teorías físicas. Detrás del icono del  $E=mc^2$  se hallan intensos debates sobre los límites, si los hubiera, de la divulgación científica, sobre los criterios de demarcación entre la simplificación y la distorsión, sobre la continuidad o la discontinuidad entre la epistemología de les élites (o del genio) y la sabiduría popular.

En el momento álgido de la popularidad de Einstein, James Gerald Crowther (1899-1983) se erigió en Gran Bretaña como representante genuino de la emergencia del periodismo científico profesional. Poco interesado en las matemáticas puras, pronto abandonó el mundo académico de la Universidad de Cambridge sin conseguir su titulación, para convertirse en profesor de enseñanza secundaria, asiduo conferenciante de temas científicos y asesor de editoriales. En 1928, fue contratado como periodista científico por el *Manchester Guardian*, una especialidad que en ese momento representaba una importante novedad en el contexto británico. En los años 1930,

Crowther adquirió una gran reputación, hasta el punto que numerosos científicos profesionales se convirtieron en asiduos lectores de sus columnas, en públicos de la ciencia, interesados por el devenir de otras especialidades científicas de las que se sentían profanos. Publicó con gran éxito libros de divulgación como *An Outline of the Universe* (1931) y *The ABC of Chemistry* (1932).

Influido por el pensamiento marxista, y relacionado con prestigiosos historiadores de la ciencia británica que habían abrazado esa misma ideología (John Bernal y Joseph Needham, entre otros)<sup>128</sup>, Crowther hizo pública su ideología y la relación de ésta con la ciencia en su libro *The Social Relations of Science* (1941). Como director del British Council, contribuyó de manera notable a acoger en el Reino Unido a científicos alemanes que huían del nazismo. Después de la Segunda Guerra Mundial, su capacidad de influencia se vio disminuida, pero no abandonó sus posiciones ideológicas y sus críticas a la utilización de la ciencia en el bloque capitalista. Crowther contribuyó a la circulación de la información científica entre diferentes grupos de expertos. Divulgó una imagen de la ciencia alejada de la neutralidad y de la supuesta autonomía respecto a la sociedad (tan propia de la visión tradicional de la divulgación científica).

No obstante, desde la obsesión por delimitar fronteras claras de autoridad científica, otros convirtieron la divulgación en un arma contra la ciencia heterodoxa o las pseudociencias. Éste fue, por ejemplo, el caso de Carl Sagan (1934-1996), físico y doctor en astronomía y astrofísica, que combinó su trabajo académico con su participación en proyectos espaciales en la NASA (Mariner, Apolo, Pionner o Voyager), sin descuidar su militancia pacifista y medioambiental, aunque desde posiciones fuertemente científicistas, como demuestra su obra *El mundo y sus demonios*. Después de sus primeros éxitos en la literatura de divulgación con *Los Dragones del Edén* (1978), en 1979, inició su programa pionero de divulgación de la astronomía a través de la televisión. La serie «Cosmos» llegó a visionarse en unos sesenta países con una audiencia de unos quinientos millones de personas. No descuidó tampoco sus intereses como escritor de ciencia ficción<sup>129</sup>.

Otros casos, como el de John Emsley, presentan un perfil de divulgador más próximo a los intereses de la ciencia ortodoxa, en su necesidad de legitimación pública. Emsley enseñaba química en el King's College de Londres, hasta que empezó su carrera como divulgador con colaboraciones frecuentes en prensa, radio y televisión, para convertirse finalmente en un divulgador científico profesional asociado al

departamento de química de la Universidad de Cambridge. En sus libros hay un intento continuado de conectar aspectos importantes del conocimiento científico, en particular la química, con elementos de la vida cotidiana, y contribuir así a la mejora de la imagen pública de la química, fuertemente dañada en la segunda mitad del siglo xx<sup>130</sup>. *Molecules of Murder* explica el fundamento químico de los grandes envenenamientos de la historia; *Better Looking, Better Living, Better Loving* describe de manera sencilla los detalles de los productos que mejoran nuestra salud, alimentación y nuestro bienestar material en general. *The Consumer's Good Chemical Guide*, ganador de un premio de la empresa Rhone Poulenc, el Rhone Poulenc Science Book Prize de 1995, describe detalles sobre perfumes, edulcorantes, grasas, fibras, dioxinas, plásticos, etc., en un intento de desterrar los temores que muchos de estos productos suscitan en el público en general, y de legitimar, así, el trabajo de la química profesional, en particular de la industrial. *The Elements* retoma de nuevo el icono de la tabla periódica de los elementos, un tema clave para la imagen pública de la química en la sociedad actual, con la descripción minuciosa de las propiedades, historia, aplicaciones y anécdotas de cada elemento, en una línea parecida a intentos de divulgación anteriores, como el de Isaac Asimov. En la misma línea está el libro de Emsley, *Nature's Building Blocks: an A-Z Guide to the Elements*. Sus libros se siguen vendiendo en la colección «Popular Science» de la Oxford University Press<sup>131</sup>.

Lejos de las viejas estrategias de la teología natural, la divulgación de la evolución ha contribuido notablemente a la oposición a la ortodoxia religiosa y a los reiterados intentos de retorno al creacionismo en el siglo xx. Richard Dawkins, profesor de Public Understanding of Science en la Universidad de Oxford, se hizo famoso precisamente a partir de la publicación en 1976 de su libro *The Selfish Gene*, que divulgó al gran público una nueva visión de la evolución centrada en la genética, sin renunciar a sus propias contribuciones académicas al tema. Dawkins ha batallado además intensamente contra la teoría del diseño inteligente, especialmente en su libro *The Blind Watchmaker*, en el que la ceguera del relojero, por analogía del antiguo demiurgo platónico supuestamente creador del mundo, le convierte en un protagonista menor ante la fuerza del azar, de las mutaciones y la selección natural. Su reciente libro *The God Delusion*, insiste en la misma línea, y se ha convertido en uno de los grandes éxitos de la divulgación de nuestro tiempo. La versión inglesa ha vendido ya más de un millón y medio de copias, y ha sido traducida

a más de treinta idiomas <sup>132</sup>. Del mismo modo, a pesar de la importancia de sus textos académicos y su perfil experto —recordemos su contribución a la teoría evolutiva del «equilibrio puntuado» en contraposición a una evolución gradualista—, algunas de las principales ideas de Stephen Jay Gould (1942-2002) sobre la evolución fueron expuestas originalmente en artículos de divulgación. Gould ha representado una amable puerta de entrada a las teorías evolutivas para millones de personas que han podido comprender y apreciar el trabajo emprendido por Darwin y aquellos que le siguieron. Formado como geólogo en la Universidad de Columbia, en 1967 Gould fue nombrado ayudante de conservador (*curator*) del Museo de Paleontología Invertebrada en Harvard, para convertirse más adelante en profesor de geología en esta misma universidad <sup>133</sup>.

\* \* \*

Todos estos casos reflejan aspectos destacados de lo que podríamos denominar cultura popular de la ciencia del siglo xx. Más allá de la antigua cultura impresa o de la ciencia espectáculo, hablamos ahora de autores y de obras que se difunden a través de diversos medios de comunicación en diversos formatos, y que llegan a millones de lectores, espectadores, oyentes o internautas. Protegidos en mayor o menor medida por el paraguas académico, y por su formación científica original, desarrollan alianzas con sectores públicos y privados para extender sus discursos en la esfera pública global, a menudo ocupando posiciones ideológicas y programas de trabajos divergentes: la cruzada contra el supuesto peligro de las llamadas pseudociencias y de la ciencia heterodoxa; el combate contra el creacionismo y la ortodoxia religiosa; la defensa apasionada del medioambiente y la denuncia de los abusos y riesgos de nuestro desarrollo científico tecnológico; o, por otro lado, la dulcificación pública de la química, como una estrategia para lavar la mala imagen de una ciencia demasiado asociada a la contaminación y al alejamiento de la naturaleza.

Lejos de esa supuesta filantropía y generosidad ingenua, los proyectos de divulgación del siglo xix —pero también los del siglo xx— obedecían a determinadas posiciones ideológicas, morales y religiosas, a intereses económicos y corporativos concretos, a encarnizadas luchas por la hegemonía cultural. Apelando de nuevo a la flexibilidad de la propia definición de «público», es éste un buen momento

para recordar que también cada uno de nosotros atesora actitudes y creencias de experto, pero también de profano; de profesional, pero también de *amateur*, de diletante o curioso, actitud esta última fundamental para un público receptivo hacia los grandes discursos de la divulgación, pero al mismo tiempo crítico y capaz de plantear objeciones interesantes a cualquier tema. Si el público nunca es estúpido, todos somos heterodoxos *amateurs* en mayor o menor medida. La historia nos enseña además cómo el aristócrata Lavoisier, el viajero Darwin, el conferenciante Faraday o el mal estudiante Einstein, entre muchos otros, navegaron en sus tiempos en aguas turbulentas de ortodoxia ambigua.

Aunque resulte paradójico, al ofrecer al público una información exhaustiva y aparentemente interesante y asequible sobre temas científicos muy diversos, se consolida sutilmente el estatus profesional de la ciencia académica, se refuerzan las fronteras entre lo ortodoxo y lo heterodoxo. De ahí quizás una de las causas ocultas de la persistencia de ese malestar de la cultura científica, a pesar de la enorme capacidad de divulgación de las empresas aquí citadas. Quizás la superación del malestar pasa, entre otras cosas, por una reelaboración de lo «heterodoxo», por una permeabilidad nueva entre fronteras y categorías, hasta ahora demasiado rígidas <sup>134</sup>.

## Capítulo 4

### LA CIENCIA EN LAS AULAS

«Sus aulas se llenaron de alumnos, mezclados todos sin distinción de clases y profesiones. Fabricantes de pintados, bachilleres y licenciados en cirugía, practicantes de farmacia; [...] grabadores, [...] arquitectos, [...] militares [...] Después de un discurso del director, algunos alumnos distinguidos mostraron al público algunos experimentos de laboratorio. Cada examen constaba de tres partes: exposición teórica, demostración experimental práctica y una ronda de preguntas. Cada presentación se relacionaba además con su aplicación a problemas en sintonía con las inquietudes de la audiencia» (Ángel Ruiz y Pablo, 1919) <sup>1</sup>.

En la ciudad de Barcelona, desde finales del siglo XVIII hasta mediados del siglo XIX, se celebraban con regularidad exámenes públicos en el gran salón de la Lonja de Mar, palacio neoclásico que albergaba buena parte de un conjunto de escuelas de enseñanza científica. Los mejores alumnos de cada materia exponían los elementos fundamentales del curso, hacían demostraciones experimentales y contestaban las preguntas no sólo de los profesores examinadores, sino cualquier requerimiento del público. Los exámenes duraban casi un mes entero, y contribuyeron a divulgar las ciencias experimentales, en especial, a una nutrida audiencia <sup>2</sup>. El contenido de esos exámenes se solía publicar y distribuir a todos los asistentes al acto, a todas las autoridades de la ciudad y a personas de conocido interés por la ciencia <sup>3</sup>.

Esa proyección pública con tintes propagandísticos respondía al interés por la promoción de las artes y las manufacturas (las técnicas de la época en un sentido amplio), que se conseguía a través de una red de escuelas de navegación, dibujo, mecánica, física, química, agricultura, botánica, matemáticas, etc., dirigidas principalmente a un alumnado de artesanos, trabajadores industriales y personas vinculadas a las artes sanitarias (médicos, cirujanos, farmacéuticos, etc.) <sup>4</sup>. Al igual que había ocurrido con el discurso público del newtonianismo, ahora se presentaba una visión utilitaria de la cien-

cia a través de esos ejercicios o exámenes abiertos al público en general, que investían a sus estudiantes con las habilidades necesarias para conectar la ciencia con las manufacturas locales, con la agricultura y con las artes sanitarias.

Quizás algunas de las nuevas disciplinas emergentes a lo largo del siglo XIX ganaron terreno en buena medida precisamente porque fueron enseñadas, y su enseñanza no fue simplemente una consecuencia lógica de su existencia previa. Se trata de un buen argumento para repensar la historia de la ciencia desde una perspectiva docente, desde los profesores y estudiantes como públicos activos, en continua negociación. Éste es en buena medida el objetivo de este capítulo.

### **Educación y cultura científica**

En la discusión sobre el malestar de nuestra cultura científica, en los lamentos de los expertos ante la supuesta ignorancia del público, solemos olvidar un hecho incontrovertible: los propios científicos no nacen de la nada, sino que se hacen a través de un largo proceso de aprendizaje en el que durante años han sido estudiantes, profanos, públicos de la ciencia, actores activos en la cultura del aula, en el intercambio de pareceres entre profesores y alumnos. Conviene también recordar que, más allá de los planes de estudio oficiales y de los programas de las correspondientes materias, los mecanismos de aprendizaje están llenos de intenciones ocultas, conocimiento tácito, valores no explicitados, de rituales y mecanismos de disciplina y de aceptación más o menos crítica de la misma. Formas diversas de educación científica se han desarrollado en espacios y tiempos específicos, y seguramente han influido más de lo que pensamos en el contenido de la propia ciencia <sup>5</sup>.

De hecho, la historia del conocimiento occidental es en buena medida la historia de su enseñanza. Los estudiantes de filosofía y de otras disciplinas están familiarizados con la descripción de los grandes presupuestos intelectuales de las antiguas civilizaciones, en particular de los grandes filósofos griegos. El objetivo de este libro no es sumergirse en los vericuetos de la historia antigua y medieval, pero no está de más explorar de vez en cuando algunas de las raíces históricas más lejanas de los problemas aquí planteados. Sabemos, por ejemplo, de la Escuela Hipocrática del siglo V a.C. y de su contribución a la definición de los límites de la medicina profesional a lo largo de la

historia. Hemos oído hablar también de la Escuela Pitagórica, aunque conocemos pocos detalles sobre su composición sociológica. En la época dorada de filosofía ateniense, es difícil obviar nombres como Platón (427-347 a.C.) y Aristóteles (384-322 a.C.), junto con Zenón de Citio (333-264 a.C.) y Epicuro (341-270 a.C.), pero pocos se han planteado qué ocurría realmente en cada uno de los espacios de enseñanza que esos cuatro sabios tenían en la ciudad, conocidos respectivamente como: la Academia, el Liceo, la Estoa y el Jardín. Los mismos diálogos de Platón serían difíciles de entender separados de un ambiente intelectual de democracia ateniense y de discusión fructífera entre iguales, pero también entre maestros y discípulos; pensemos, por ejemplo, en las discusiones peripatéticas de Aristóteles con sus alumnos. La notable autonomía financiera de los grandes filósofos de la Antigüedad, a través de la gestión de sus propias escuelas, sería una de las explicaciones de su independencia y creatividad intelectual <sup>6</sup>. Tampoco es posible pensar en la contribución intelectual helenística de la Biblioteca y el Museo de Alejandría sin considerar su actividad docente <sup>7</sup>. Desde épocas remotas, la frontera nítida entre la creación y la difusión del conocimiento parece problemática.

De igual modo, una historia intelectual de la Edad Media no podría entenderse sin el contexto de la creciente urbanización de las ciudades y la emergencia de las universidades a partir del siglo XIII, en buena parte recogiendo la antigua tradición docente romana del *trivium* y el *quadrivium* <sup>8</sup>. La *lectio* y la *disputatio*, las famosas condenaciones de París en el siglo XIII y otros episodios relevantes sin los que no es posible comprender aspectos fundamentales de la filosofía medieval, se habrían gestado y desarrollado también en contextos docentes <sup>9</sup>. ¿Y si Alberto, Buridán, Ockham, Bacon, entre otros, hubieran dependido intelectualmente de sus estudiantes más de lo que a primera vista podríamos pensar? En un intento de explicar la progresiva hegemonía científica de Occidente a partir del Renacimiento, en detrimento de China y el Islam, el sociólogo Toby Huff ha sugerido que sólo en las universidades cristianas medievales se habría desarrollado una especie de «zona neutral», un espacio en el que la actividad docente se dotó de suficiente libertad como para discutir abiertamente filosofías naturales divergentes, que habrían de estimular a largo plazo la emergencia de la ciencia moderna en los siglos XVI y XVII <sup>10</sup>.

Esos atisbos de libertad no eran, sin embargo, incompatibles con un proceso de homogeneización de los estudiantes. De las viejas tradiciones gremiales, en las que se mezclaba la rutina cotidiana con la

formación progresiva del joven aprendiz, habríamos pasado progresivamente a una práctica profesional, estandarizada a través de determinadas especialidades o disciplinas, en las que el alumno se somete a un conjunto de procesos estrictos de control de sus valores y actitudes <sup>11</sup>. Cada especialidad disciplinaría al individuo a través de un conjunto de objetos y rituales concretos: material de laboratorio, instrumentos científicos, maquinaria, procedimientos experimentales, todo ello con la finalidad de adoctrinar al joven estudiante en un conjunto de protocolos y de conocimientos tácitamente asumidos en la vida cotidiana del científico, y estrechamente ligados a su cultura material <sup>12</sup>. A lo largo de la historia, los profesores, como expertos, habrían inculcado a sus estudiantes normas, valores, disciplina y unos determinados roles y pautas de comportamiento para su futuro profesional <sup>13</sup>.

Como señalaba hace unos años Jérôme Ravetz, quizás la ciencia no es más que un proceso «artesanal», entre muchos otros, en el que los científicos no trabajan directamente con la naturaleza —si es que podemos llegar a un acuerdo sobre su definición—, sino con construcciones intelectuales de certeza indeterminada, ávidas de aceptación pública de su veracidad. De este modo, enseñar a los estudiantes consistiría fundamentalmente en encontrar soluciones convincentes y creíbles a determinados problemas, más que inculcar determinadas «verdades» abstractas establecidas *a priori* desde el reducido círculo de los profesores expertos <sup>14</sup>.

Más allá de una historia institucional, de una aproximación crítica a programas y planes de estudios, a veces de infructuosa erudición y acumulación de datos cuantitativos, debemos analizar intenciones y valores de los docentes, pero también de las reacciones de los estudiantes. De este modo, los apuntes, los exámenes, o los cuadernos de laboratorio cobran tanta importancia como los libros de texto o los programas oficiales <sup>15</sup>. Si aceptamos que una determinada teoría o corpus de conocimiento científico puede ser asimilada de forma algo diferente en función del contexto docente en la que se ha desarrollado, entonces la enseñanza de la ciencia debe ser analizada de manera contingente, en espacios y tiempos históricos determinados.

Se alude frecuentemente a la filantropía, al valor de la educación, a la necesidad de tender puentes entre los propios expertos de distintos campos para superar el aislamiento de las especialidades, al estímulo de nuevas vocaciones científicas entre los jóvenes, a la contribución a la sociedad para que ésta pueda comprender mejor los acelerados cambios científicos de nuestros días, o incluso a la necesi-

dad de una solidez intelectual, que pasa ineludiblemente por una mínima inmersión en la cultura científica contemporánea. No obstante, detrás de esa retórica, a menudo anclada en los presupuestos del modelo del déficit, se esconden las intenciones ocultas del proceso educativo en tensión dialéctica constante por la legitimación pública de la autoridad y de la profesionalización, la defensa corporativa, el control y la estabilidad social, los intereses económicos y el combate político e ideológico<sup>16</sup>. Como en otros procesos de divulgación, el hecho docente lleva asociado inevitablemente una determinada estrategia de definición de disciplinas, especialidades, de consolidación y legitimación de determinadas prácticas. Enseñar ciencia es, por tanto, en buena medida construir autoridad en tensión constante con audiencias más o menos cautivas. Intentaremos analizar con detalle estos presupuestos en las próximas páginas, y para ello, podemos recurrir a algunos autores clásicos como fuente de inspiración.

Thomas Kuhn consideraba, por ejemplo, que la formación del estudiante de ciencia era fundamentalmente un procedimiento estable en el que se reflejaba el consenso de la comunidad científica a través de un conjunto de textos canónicos o libros de texto, una expresión más de la «ciencia normal», de los períodos de la historia en los que un determinado paradigma era aceptado mayoritariamente y en consecuencia transmitido a las nuevas generaciones<sup>17</sup>. Michel Foucault (1926-1984) se aproximaba, sin embargo, a la enseñanza de la ciencia y a la enseñanza en general, como un instrumento de poder y de control social. Mientras Kuhn estaba más interesado por el producto final de la educación, «destilado» en los textos de la ciencia normal, Foucault se acercaba mucho más al proceso del aprendizaje: a los gestos, las rutinas, las prácticas, los exámenes, los castigos, los espacios, etc. Así, desde el siglo XVIII en adelante, la educación habría sido una forma más de coerción —recordemos aquí las analogías entre la escuela, la factoría, la cárcel o el hospital— en la que la supervisión de los procesos disciplinarios tendría incluso más importancia que el propio producto final<sup>18</sup>.

El énfasis de Foucault en los mecanismos de aprendizaje más que en el resultado final del proceso nos invita, sin embargo, a dignificar al estudiante como un agente activo, como un actor también relevante del patrimonio intelectual del conocimiento. ¿Es posible que las reacciones de los estudiantes en determinados momentos históricos hayan condicionado el contenido del propio conocimiento científico? ¿Se replantean los profesores algunas de sus convicciones profundas —también aprendidas unos años antes en el aula y en la-

boratorio— después de tener que contestar algunas preguntas inesperadas formuladas por algunos de sus estudiantes? O, dicho de otra forma, ¿el estatus del estudiante, del alumno, es homogéneo y ahistórico, o fruto contingente de un determinado contexto que marca sus relaciones con el experto en el aula? ¿Hasta qué punto existen diferencias claras entre los procesos de enseñanza y los de divulgación, entre un libro de texto y un libro de ciencia popular? La respuesta a estas preguntas no es sencilla, pero la apropiación crítica de Kuhn y Foucault ha contribuido en los últimos años a abrir el debate, a replantear el hecho educativo desde la perspectiva de sus públicos activos y cautivos. Veamos a continuación en qué consiste esta nueva propuesta a través de un conjunto de ejemplos históricos.

### Profesores y alumnos

En la discusión sobre los orígenes de la química como ciencia moderna, algunos historiadores han considerado la *Alchemia* (1597) de Andreas Libavius (1550-1616) o el *Course de chymie* (1675) de Nicolas Lémery (1645-1715) como dos libros emblemáticos, resultado de unas determinadas prácticas de enseñanza. Ahí residirían, en consecuencia, a lo largo del siglo XVII, los llamados orígenes «didácticos» de la química, que justificarían la emergencia de una determinada disciplina científica en la medida en que ésta fue enseñada y gozó de una audiencia más o menos fija de estudiantes<sup>19</sup>. A esos cursos pioneros, le siguieron además en el siglo XVIII nuevos cursos públicos en los que la explicación oral se combinaba con la demostración experimental. A ellos acudía una audiencia muy variada de médicos, industriales, artesanos, aristócratas, mujeres y jóvenes, viajeros, hijos de importantes familias manufactureras enviados a esos nuevos templos del saber donde podían atender cursos y conferencias variadas con una notable libertad de movimientos. La definición de estudiante era, por tanto, bastante vaga o imprecisa. Los profesores de esos cursos, autores de los correspondientes textos, no solían estar ligados a una institución determinada. La organización de los contenidos docentes era más bien abierta y ponía el acento en las estrategias retóricas para atraer determinados públicos potenciales<sup>20</sup>.

En el París ilustrado, se ofrecían con regularidad cursos públicos de química para boticarios en el *Jardin des apothicaires*. Los cursos se anunciaban en pósters que se distribuían por las calles de la ciudad. Se

mencionaba el nombre del profesor y el de los encargados de las demostraciones o experimentos que se realizaban. En el *Jardin* se había construido un anfiteatro con finalidades docentes que incluía también un laboratorio; un espacio abierto a público, visitado con frecuencia por estudiantes y curiosos, incluso durante el proceso de preparación de los experimentos. El otro gran jardín de la enseñanza era el *Jardin du roi*, cuyos cursos de botánica se añadieron a los de química. En su anfiteatro con capacidad para seiscientos estudiantes, enseñaron personalidades como Guillaume-François Rouelle (1703-1770), y entre sus alumnos se encontraba, entre otros, el mismo Lavoisier <sup>21</sup>. En las Islas Británicas, y en particular en las universidades escocesas, la enseñanza de la química tuvo un papel importante en pleno siglo XVIII, con nombres ilustres como los de William Cullen (1710-1790) y Joseph Black (1728-1799) entre otros (figura 4.1) <sup>22</sup>.

En ese contexto, como en otras manifestaciones de la cultura científica de la Ilustración antes mencionadas, las fronteras entre lo público y lo privado eran sutiles. La espectacularidad de la demostración se usaba a menudo como estrategia docente de una ciencia que permitía una aproximación plural a la sensibilidad de una amplia gama de expertos y profanos. Además, en las últimas décadas del siglo XVIII, e incluso más adelante, tenemos numerosas evidencias de exámenes públicos que llevaban a cabo los mismos estudiantes, en una especie de ceremonia abierta, de festival de fin de curso, que trascendía la audiencia tradicional de una determinada comunidad educativa <sup>23</sup>.

Tutor de jóvenes, profesor de conferencias públicas, invitado frecuente en los salones aristocráticos y protagonista habitual de los espectáculos de entretenimiento en la Corte, Jean-Antoine Nollet se convirtió en experto en física experimental y desarrolló cientos de aparatos para sus cursos y demostraciones. Su audiencia era selecta pero variada; sus publicaciones ponían el acento en los aspectos docentes de su física <sup>24</sup>. En el caso de la química, los métodos de enseñanza habían empezado a cambiar en las primeras décadas del siglo XIX para otorgar progresivamente mayor protagonismo a los estudiantes. Gracias al estudio de los cuadernos de notas y apuntes de los estudiantes, una fuente histórica de grandes posibilidades y todavía poco explorada, hoy sabemos, por ejemplo, que en los cursos de química que impartió el químico francés Louis-Jacques Thénard (1777-1857) en el Collège de France, en París, al inicio del Ochocientos, los experimentos descritos no encajaban con la tradición de demostración pública pro-

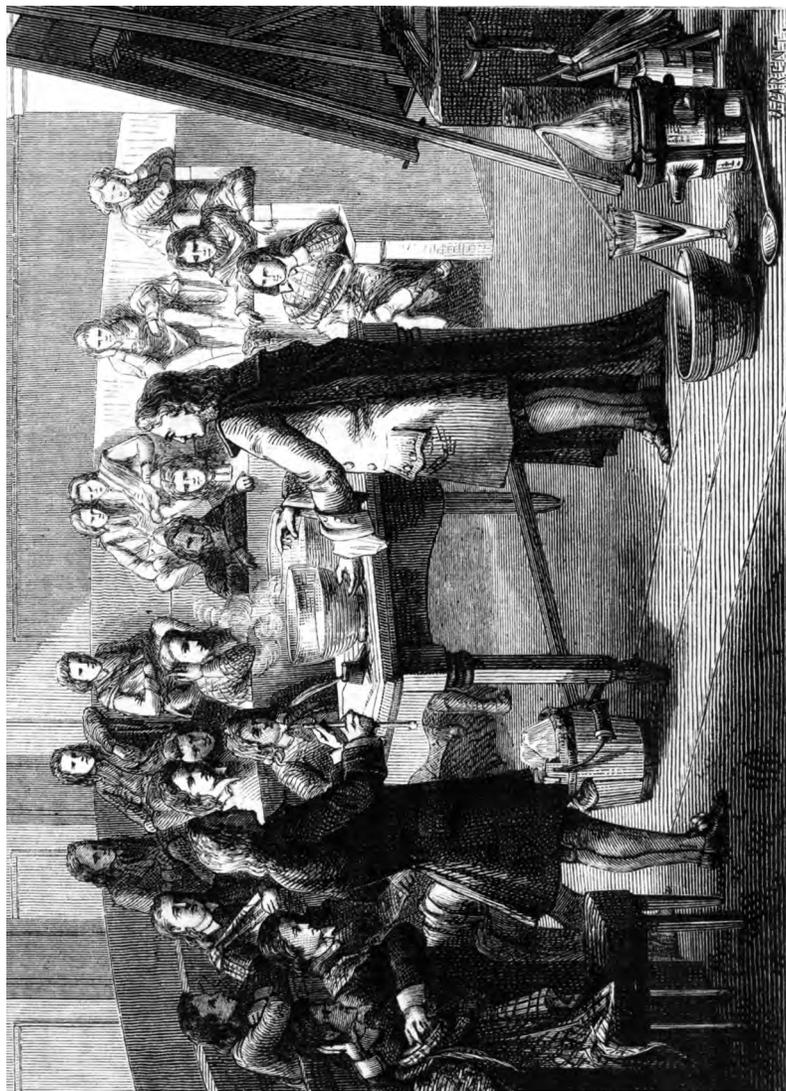


Fig. 4.1. Joseph Black en una lección sobre el calor en la Universidad de Glasgow hacia 1760.

veniente de la Ilustración. Los jóvenes estudiantes de medicina y de farmacia que acudían a los cursos de Thénard parecían discutir experimentos y problemas abiertos, que no tenían una única solución impuesta por el profesor <sup>25</sup>.

En Alemania, las reformas universitarias iniciadas por Wilhelm von Humboldt (1767-1835) en 1810, con la creación de la Universidad de Berlín, incorporaron progresivamente la investigación como parte intrínseca de la formación del alumno, y primaron la libertad de enseñanza. Éste era un contexto favorable para el desarrollo de una nueva docencia de las ciencias experimentales, próxima al modelo de Thénard en París, y más centrada en el laboratorio y en los experimentos <sup>26</sup>. En la década de 1830, Justus von Liebig (1803-1873), un hasta entonces desconocido profesor de química, empezó a tener un cierto éxito con un nuevo método de enseñanza que implicaba directamente a los estudiantes en las líneas investigación del grupo como parte intrínseca de su propia formación. Liebig desarrolló un nuevo método de análisis elemental —proporción de hidrógeno, oxígeno, carbono y nitrógeno— de sustancias de origen vegetal y animal, y diseñó y aplicó con éxito un nuevo aparato en el laboratorio, conocido con el nombre de *Kaliapparat*, por su utilización de soluciones alcalinas con finalidades analíticas <sup>27</sup>.

Ese hasta entonces desconocido profesor trabajaba además en una universidad también desconocida, ubicada en una ciudad alemana: Giessen, de localización no evidente en un mapa de Centroeuropa. En ese contexto relativamente provinciano, Liebig ganó poco a poco la universalidad, gracias a su nuevo método docente. Los estudiantes de Liebig recibían al inicio del curso una muestra desconocida de origen animal o vegetal, que habían de analizar con precisión a lo largo del año. Se integraban en un laboratorio en el que eran protagonistas y no tan sólo espectadores de los experimentos ex cátedra. En discusión cotidiana con el propio Liebig y con sus ayudantes de más experiencia, el estudiante aprendía la teoría y la práctica de la nueva química orgánica —en aquella época una especialidad emergente— sin que se pudieran establecer fácilmente los límites entre la formación reglada de los jóvenes estudiantes de química y su proyecto investigador (figura 4.2) <sup>28</sup>.

Aunque esta organización del laboratorio nos recuerda hoy en día el trabajo de muchos equipos de investigación contemporáneos, en las primeras décadas del siglo XIX, y no sólo en Giessen, representó un cambio notable. Los discípulos de Liebig coparon buena parte

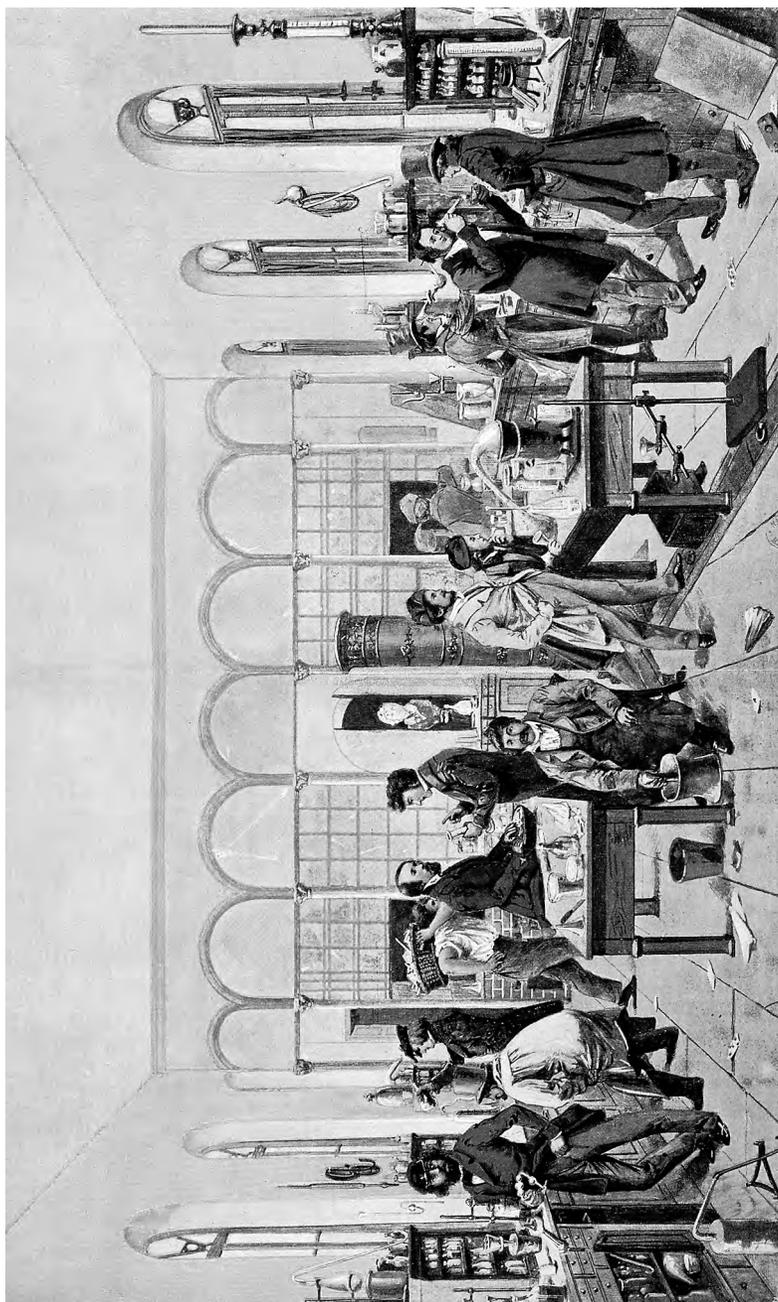


Fig. 4.2. Los estudiantes en el laboratorio de Justus von Liebig en Giessen hacia 1840.

del mercado laboral de la química académica e industrial a lo largo del siglo XIX. William Henry Perkin (1838-1907) era un joven discípulo de August Wilhelm Hoffmann (1818-1892), director del Royal College of Chemistry de Londres, y años atrás, a su vez, uno de los estudiantes más distinguidos del laboratorio de Liebig en Giessen. En 1856, Perkin descubrió el primer colorante sintético, la llamada malveína, que habría de revolucionar la química orgánica de la segunda mitad del siglo XIX. El conocimiento sobre la estructura química de determinadas sustancias de origen natural y la relación con su actividad tintórea o médica no se puede explicar en esa época sin la participación activa de miles de estudiantes desarrollando pequeños proyectos de investigación bajo la supervisión de sus profesores en el laboratorio <sup>29</sup>.

Además, algunos de los progresos fundamentales de la química del siglo XIX se deben a la creatividad, a veces incómoda para las autoridades académicas de la época, de jóvenes y brillantes estudiantes de doctorado. Químicos como Auguste Laurent (1807-1853) —con su teoría del núcleo, de gran importancia para la futura química orgánica estructural— o Svante Arrhenius (1859-1927) —con la teoría de disociación electrolítica, una de las bases de la llamada química física de finales de siglo— tuvieron serias dificultades para poder presentar y superar sus doctorados, y generaron reacciones contrarias en buena parte de los expertos en el estamento universitario. En el caso de Laurent, su teoría del núcleo, un prisma formado por un número fijo de carbonos e hidrógenos, permitía la sustitución de estos últimos por heteroátomos como el cloro. Esta hipótesis incomodó inicialmente a su maestro, el prestigioso químico francés, Jean Baptiste Dumas (1800-1884), y contradecía de manera flagrante la autoridad científica del gran Jons Jakob Berzelius (1779-1848) y su teoría de la electronegatividad. Laurent fue, por tanto, víctima de crítica y menosprecio a su excesiva imaginación, pero con su teoría podía explicar el extraño fenómeno del desprendimiento de ácido clorhídrico en el blanqueo industrial con cloro de las velas (en el hidrocarburo de la vela se producía la sustitución un átomo de cloro por uno de hidrógeno), y puso además las bases de la nomenclatura de la química animal y vegetal (la futura química orgánica) <sup>30</sup>.

Algo parecido sucedió con Arrhenius y con sus penalidades en la época de estudiante de doctorado, incluso ante el tribunal que debía examinar su tesis. Su propuesta sobre la existencia real de átomos con carga eléctrica que se movían a través de una disolución parecía descabellada para sus maestros. En 1884, Arrhenius presentó su

tesis doctoral sobre la conductividad electrolítica en la Universidad de Uppsala, en Suecia. Proponía que las sales en disolución, incluso en ausencia de un proceso electrolítico, contenían unas nuevas partículas llamadas «iones». Su calificación fue, sin embargo, muy baja. Arrhenius envió su tesis a buen número de prestigiosos químicos y físicos, entre ellos Wilhelm Ostwald (1853-1932) y Jacobus Henricus van't Hoff (1852-1911), pioneros de una nueva especialidad emergente, la química física, que recibieron su trabajo con mucho más entusiasmo. El polémico estudiante de doctorado había dado un paso decisivo en su camino hacia el premio Nobel de química de 1903. La imaginación desbordante de Laurent y Arrhenius, no siempre acorde con los resultados experimentales y los consensos de la época, propiciaba con cierta facilidad la crítica o la descalificación. Sin embargo, a pesar de la controversia, sus contribuciones resultaron de gran importancia desde una perspectiva histórica un poco más amplia.

Hoy sabemos, por ejemplo, que la famosa tabla periódica de los elementos es un fenómeno cultural que va mucho más allá de la figura del químico ruso Dimitri Mendeleiev (1834-1907). La tabla responde a un gran esfuerzo docente de muchos químicos que a lo largo del siglo XIX buscaron maneras diversas de organizar los contenidos de sus cursos para mayor aprovechamiento de sus estudiantes, y que llegaron a modificar sus propuestas de ordenación de los elementos en función de las reacciones y dificultades de sus alumnos. Así, la tabla periódica sería una empresa colectiva con nombres como André-Marie Ampère (1775-1836), Thénard, Orfila, Johann Döbereiner (1780-1848), John Newlands (1837-1898), William Olding (1829-1921), Auguste Cahours (1813-1891), Lothar Meyer (1830-1895), etc., algunos de ellos hasta ahora poco conocidos <sup>31</sup>.

Quizás no por casualidad el propio Mendeleiev había traducido entre 1859 y 1862 unas lecciones de química general de Cahours, pensadas para los alumnos de la Escuela Central de Artes y Manufacturas de París, en las que se discutían a fondo las diferentes posibilidades de clasificación de los elementos. Sin embargo, su idea no se concretó del todo hasta 1869, al escribir un manual para sus estudiantes, sus *Principios de Química*, en dos volúmenes, publicados entre 1868 y 1869 <sup>32</sup>. Mendeleiev no fue, por tanto, el primero en plantear el problema de las clasificaciones, cuyos aspectos últimos sólo pueden comprenderse bien en un contexto educativo creativo, en el que un gran número de estudiantes, profesores y editores de libros de texto desempeñaron un papel relevante, ante la necesidad de pre-

sentar de manera comprensible conceptos como afinidad, valencia, átomo, elemento, peso atómico o molécula, que requirieron de costosos y arduos consensos <sup>33</sup>.

Como ha sido también estudiado en casos provenientes de la física, las expectativas y actitudes de los estudiantes han podido determinar, condicionar o modificar los contenidos de las clases, los manuales o los propios conocimientos y prioridades del profesor <sup>34</sup>. En los seminarios de física que organizó el profesor Franz Ernst Neumann (1798-1895) en la Universidad de Königsberg, en Prusia, se desarrolló una importante cultura de la exactitud, la medida experimental y su expresión matemática, con aplicaciones significativas en la administración y las políticas públicas del Estado, que no puede atribuirse solamente al talento del profesor. Su impacto llegó incluso a la enseñanza secundaria e influyó en la manera como se transmitía la física a los jóvenes, algunos de ellos, futuros estudiantes de Neumann <sup>35</sup>. El seminario se inició en 1834, y su director desarrolló una pedagogía que no sólo implicó a los estudiantes directamente en los ejercicios de matemáticas y de medición, sino que además les inculcó criterios para evaluar la precisión de sus medidas y resultados teóricos a través de diversos métodos de cálculo numérico, desarrollados en buena parte por los propios alumnos.

Debemos entender esta práctica docente en la tradición germánica de los seminarios. Si inicialmente eran instituciones dedicadas a la educación del clero, a finales del siglo XVIII se convirtieron en lugares para la formación de profesores de secundaria, que pronto incorporaron las nuevas ciencias experimentales emergentes. En el contexto universitario, los seminarios reemplazaron en parte las exposiciones magistrales y se convirtieron en un nuevo espacio de diálogo creativo entre profesores y estudiantes <sup>36</sup>.

A lo largo del siglo XIX y las primeras décadas del siglo XX, la enseñanza de la física matemática en Cambridge estaba dirigida fundamentalmente a la superación de los exámenes finales, llamados «tripos», que le conferían gran dificultad pero también prestigio. La transición de los exámenes orales a los escritos permitió una mayor exigencia y profundidad en los ejercicios. Dada la dificultad de las pruebas y la insuficiencia de los cursos oficiales de la propia universidad, los tutores privados emergieron como actores fundamentales para la preparación de los estudiantes, y establecieron con ellos relaciones muy fructíferas desde el punto de vista intelectual. El método de resolución de problemas se erigió en el modelo pedagógico dominante, que no era ne-

cesariamente homologable al de otros centros docentes extranjeros <sup>37</sup>. Así, el trabajo teórico se encontraba siempre ligado a determinadas habilidades concretas que debían ser aprendidas, desarrolladas y comunicadas en un determinado contexto docente.

En el siglo xx, a finales de la década de 1940, el físico Richard Feynman desarrolló unos diagramas para simplificar los farragosos cálculos que se llevaban a cabo en algunas áreas de la mecánica cuántica. Por su eficacia y capacidad de cálculo, pronto se aplicaron a diversas especialidades de la física. Los diagramas describieron, por ejemplo, los detalles de una colisión electrón-electrón, que hasta entonces habían resultado de una gran complejidad. Pero lo más interesante de este fenómeno reside en las relaciones que se crearon entre Feynman y sus discípulos, entre otros profesores y sus estudiantes, e incluso entre colegas de diferentes niveles de formación y experiencia. Fruto de la práctica docente en determinados contextos locales, los diagramas de Feynman elaborados por los estudiantes de la Universidad de Cornell tenían algunas características distintivas respecto a los de los estudiantes de Columbia, Rochester o Chicago, y eran discutidos y comentados a través de una compleja red de contactos académicos. Más del 80 por 100 de los autores de diagramas eran estudiantes de posgrado en período de formación. De nuevo los estudiantes parecían condicionar algunos aspectos del itinerario intelectual del profesor y de los resultados del propio conocimiento científico <sup>38</sup>.

Es precisamente a través de los vestigios dejados por los propios protagonistas, las fuentes históricas de la enseñanza de la ciencia, que podemos profundizar en algunos aspectos del problema, como veremos en la siguiente sección.

## Manuales y apuntes

En 1962, en *La estructura de las revoluciones científicas*, Kuhn se refería a los libros de texto como exponentes de las teorías aceptadas, como obras consensuadas, vehículos de definición de los problemas y métodos legítimos de un campo de la investigación para generaciones sucesivas de científicos. Incluso antes de que los libros de texto se generalizaran en los sistemas educativos del siglo xix, muchos de los libros clásicos famosos de ciencia desempeñaron, según Kuhn, una función similar <sup>39</sup>. Sin embargo, la investigación histórica de las últimas décadas cuestiona esa imagen estática del manual escolar, para

convertirlo precisamente en una ventana de riquísimos matices que nos permiten reconstruir detalles de las prácticas de enseñanza del pasado hasta hace poco inéditas <sup>40</sup>.

Si otorgamos un papel más activo a los protagonistas del proceso de aprendizaje, entonces quizás descubriremos que los libros de texto o los manuales escolares son en el resultado de compilar apuntes de estudiantes o transcripciones corregidas de las exposiciones orales de los profesores; que las diferentes ediciones de los manuales responden fundamentalmente a las reacciones de los propios estudiantes en el aula, sin descartar otros públicos lectores (inventores, ingenieros, *amateurs*, etc.), que pueden haber influido también en las modificaciones introducidas por el propio autor. Además, la supuesta estabilidad de Kuhn estaría reñida con las evidencias que demuestran que los libros de texto presentan a veces controversias científicas, y ultrapasan, por tanto, los consensos de la ciencia normal <sup>41</sup>.

Sólo un análisis histórico, en el que se describa con detalle la utilización de un manual en contextos docentes concretos, nos puede proporcionar pruebas suficientes para demostrar los diferentes itinerarios intelectuales reflejados en un libro de texto, e identificar así diversos mecanismos de delimitación entre expertos y profanos <sup>42</sup>. Si nos remontamos de nuevo a los cursos de química de finales del siglo XVIII y primeras décadas del siglo XIX, es fácil constatar que los textos impresos que de ellos resultaron provenían con frecuencia de las lecciones orales del profesor, una vez reelaboradas después de sucesivos intercambios de opiniones con los estudiantes. La cultura oral del aula, junto con las notas de clase, se fundía en letra impresa en manuales para la enseñanza.

Sirva como ejemplo el *Curso de Química* de 1788 publicado por Pedro Gutiérrez Bueno (1745-1826), uno de los importantes receptores de la nueva química de Lavoisier en España, que en su prólogo se expresaba en los términos siguientes:

«Siendo imposible retener lo que se oye explicar una vez, y difícil remediar este inconveniente haciendo copiar los manuscritos, nos propusimos, desde que se dio principio a la enseñanza pública de la química en el Real Laboratorio de esta Corte, formar y dar al público unos elementos de esta ciencia fundados en los últimos descubrimientos. La utilidad particular de los discípulos fue el objeto principal que procuramos satisfacer en los primeros cuadernos que dimos a copiar; pero habiendo observado en el curso del año pasado la concurrencia de muchos sujetos que, libres de las preocupaciones comunes, miran

a la química como útil a todas las personas dedicadas a las ciencias naturales, a las artes y al comercio, hemos ampliado la obra, extendiéndola algo más en las teorías y sus aplicaciones. Atendiendo también a que varios de los asistentes al curso citado nos han manifestado sinceramente que el método que nos habíamos propuesto seguir en los cuadernos copiados por los discípulos, hacía dura la inteligencia de algunos procedimientos y difícil la comprensión de varias aplicaciones, hemos alterado el orden...»<sup>43</sup>.

La concurrencia de esos «sujetos libres de preocupaciones comunes» es una prueba palpable de la heterogeneidad de los alumnos de los cursos de Gutiérrez Bueno en Madrid en plena Ilustración española, y una muestra fehaciente del diálogo abierto y fluido que el autor mantenía con una audiencia poco definida y de perfiles sociales diversos para dotar al libro de una impronta personal.

No obstante, en las décadas centrales del siglo XIX, esa libertad del autor fue desapareciendo poco a poco. Los contenidos de los manuales empezaron a llenarse de abundantes citas de fuentes, de reconocimientos honoríficos y recursos a la autoridad. Así lo refleja, por ejemplo, el *Manual de Química general* (1857) del químico español Antonio Casares (1812-1888), catedrático de la Universidad de Santiago, que en el prólogo reconocía que la buena acogida que había merecido un tratado de química suyo anterior, publicado en 1848, y adoptado como obra de texto para la enseñanza, le animó a publicar un nuevo manual: «... un tratado enteramente nuevo con aplicaciones a la industria y a la agricultura en particular, tan propio como el anterior para el estudio general de la química...». Apelaba entonces a la autoridad de las obras de Berzelius, Dumas o Liebig, entre muchos otros, para «reunir en pocas páginas lo más interesante de la ciencia y sus aplicaciones»<sup>44</sup>.

A finales de siglo, los manuales cobraron forma anónima y homogénea, estandarizada. Se convirtieron en un género definido que ya no necesitaba presentación, ni justificación de la audiencia a la que se dirigía. De la seducción literaria de las potenciales audiencias a lo largo del siglo XVIII, que incluía a menudo la controversia científica como estímulo de la discusión y la motivación del estudiante o el lector, se habría pasado progresivamente a una docencia más rígida y vertical, aunque, en la práctica, las lecturas de esos textos y su consiguiente influencia en los propios autores siguió siendo relevante. Sirva de muestra de ese nuevo estilo la edición número treinta de un curso de

química de J. Langlebert, publicado en 1879, en el que había ya desaparecido cualquier atisbo de prólogo que discutiera el propio itinerario intelectual del autor y su interacción con la audiencia. Se había sustituido por un índice de materias junto a una portada que hacía explícito el origen y la elaboración del texto en los términos siguientes: «Curso elemental de estudios científicos. Editado a partir de los programas oficiales dictados por la enseñanza clásica, la enseñanza especial y los exámenes del bachillerato de ciencias [...] incluyendo los últimos descubrimientos y los progresos más recientes...»<sup>45</sup>.

No obstante, este último ejemplo no implica necesariamente la conversión de un manual en un corpus de conocimiento aislado de otros posibles públicos de la ciencia. El libro de texto es y ha sido en el pasado resultado de complejas negociaciones e intercambios de ideas entre profesores y alumnos, entre autores y lectores, hasta el punto de que su circulación y uso llegó a trascender los estrictos límites del aula. La investigación histórica nos ayuda a cuestionar la idea preconcebida de la estabilidad y escasa creatividad de los libros de texto, supuestamente usados únicamente por determinados públicos cautivos como los estudiantes matriculados a un determinado curso. En muchos casos, el diálogo del texto con sus correspondientes audiencias se extendía más allá del estricto ámbito docente.

La obra de Jean Marcet, *Conversations in chemistry* (1806) inspiró a Michael Faraday en su joven vocación científica, pero también fue usado de manera versátil en numerosas escuelas como libro de texto e incluso como introducción a la química para estudiantes de medicina<sup>46</sup>. En 1844, Comte publicó su *Traité d'astronomie populaire*, que era precisamente el prólogo de su *Discourse sur l'esprit positif*, aparecido el mismo año. Era el resultado final de catorce años de docencia de un curso público de astronomía en París, donde las veinticuatro lecciones de su programa se habían convertido en veinticuatro capítulos en el libro. Comte se dirigía al lector con el mismo espíritu con que hablaba a sus alumnos (básicamente trabajadores industriales y artesanos), con la intención de comunicar los conocimientos fundamentales sobre los astros, el sistema solar y el universo, sin utilizar necesariamente una base matemática previa<sup>47</sup>.

Adolphe Ganot (1804-1887) no está a buen seguro entre los grandes nombres de la ciencia, pero sus libros de texto tuvieron un gran éxito comercial, disfrutaron de numerosas ediciones y traducciones en otros países, y contribuyeron de manera notable a la enseñanza de la física. Ganot no llevó a cabo investigaciones científicas, no pre-

sentó su trabajo en círculos académicos, no publicó artículos en revistas científicas y tampoco produjo exitosos inventos. Fue, principalmente, un profesor que preparó a un buen número de alumnos para el bachiller de ciencias, y un autor de libros de texto. Los manuales de física de Ganot fueron leídos, obviamente, por profesores y estudiantes, pero también por fabricantes de instrumentos, periodistas, aficionados a la ciencia, clérigos y teólogos, que calificaron esos libros de formas diversas: populares, divulgativos, de entretenimiento, pedagógicos o de investigación. Entre 1851 y 1884, el *Traité* de Ganot tuvo dieciocho ediciones y vendió más de 200.000 ejemplares, fue traducido a trece lenguas, y en pocos años se convirtió en uno de los principales textos utilizados en la enseñanza de la física en todos los continentes. Además del público cautivo de estudiantes, otros lectores lo utilizaron profusamente <sup>48</sup>. Con su *Traité*, Ganot cambió las estrategias docentes de la física: concisión de su escritura, inserción de ilustraciones en el texto, utilización de nuevas técnicas de grabado que realzaron el realismo y precisión y atractivo de las ilustraciones de instrumentos y máquinas. Su obra fue el resultado de su experiencia como profesor, pero también de su relación con impresores, dibujantes, grabadores y fabricantes de instrumentos y máquinas, y de sus lectores, todos ellos públicos activos de la ciencia.

En otros casos, la circulación de los textos recorría también caminos inesperados. Sabemos, por ejemplo, de las actividades del ingeniero Cels Gomis y de su interés por la cultura de las clases populares <sup>49</sup>. Gomis concebía la recuperación de la sabiduría popular sobre la naturaleza como una actividad de rigurosa documentación empírica, de inspiración positivista, como instrumento para la erradicación de la ignorancia y la superstición. En el caso, por ejemplo de su *Botánica popular*, Gomis coleccionaba refranes y supersticiones sobre plantas, cuyos especímenes recibía y ordenaba con los siguientes criterios: nombre popular, sinonimia, comparación, aforismos, medicina doméstica, creencias, modismos, horticultura, canciones, adivinanzas, supersticiones, costumbres, juegos y floricultura. En los primeros años del siglo XX, Gomis colaboró con la llamada «Biblioteca de primera enseñanza» con títulos como: *Método racional de lectura progresiva*, *Elementos de Gramática*, *Aritmética*, *Geometría*, *Elementos de Cosmografía*, etc. Era además uno de los numerosos autores de la *Biblioteca infantil histórico-biográfica*, que constaba de diecisiete volúmenes dedicados a biografar de manera sencilla a grandes escritores, artistas, políticos y científicos. Estos últimos ocupaban tres vo-

lúmenes, con nombres como Copérnico, Galileo, Newton, Linneo, Buffon, Lavoisier, Montgolfier, Daguerre o Edison <sup>50</sup>.

Existen algunos testimonios de los lectores de los libros de Gomis que nos permiten reconstruir al papel activo de esos públicos de la ciencia, pero quizás lo más interesante de este ejemplo histórico es el propio método utilizado por Gomis para la confección de la mayoría de sus tratados «populares» a partir de los testimonios de los habitantes de pueblos y ciudades de la geografía de Catalunya, así como su implicación posterior en la escritura de manuales para la enseñanza. Campesinos, niños o naturalistas *amateurs* fundían sus conocimientos con el experto ingeniero, convertido después en profesor y autor de libros de texto.

Es evidente que las bibliotecas están llenas de manuales de enseñanza de todos los niveles, y que su circulación y apropiación es variada y compleja. Sin embargo, los vestigios dejados por los estudiantes no son tan numerosos, aunque no por ello menos valiosos. Si acompañamos los libros de texto con las notas o apuntes de los estudiantes, entonces disponemos de dos fuentes históricas complementarias, fundamentales para intentar reconstruir la circulación del conocimiento en las aulas. Entre el libro de texto (*textbook*) y los apuntes del estudiante (*notebook*) media la explicación oral de la lección en voz alta, acompañada de gestos, expresiones, movimientos del profesor, junto a las preguntas, dudas e incluso distracciones del estudiante. A pesar del gran énfasis en el texto impreso como depositario del conocimiento científico oficial de los expertos (una idea reforzada, tal como hemos visto en la introducción, por esa visión tradicional de la divulgación científica), la oralidad desempeña un papel fundamental en esa compleja red de intercambios y negociaciones que se producen sin cesar en cualquier aula <sup>51</sup>. No escribiremos la misma historia de la ciencia si confiamos nuestra fuente de información a un libro de texto, o si tomamos las notas de un estudiante, de la misma manera que no suele coincidir la historia de los grandes científicos contada a partir de sus publicaciones académicas o basada en sus cuadernos de laboratorio, o en los de sus colaboradores <sup>52</sup>. Los apuntes de los estudiantes o los cuadernos escolares nos permiten analizar las competencias de los alumnos y las jerarquías de conocimientos y disciplinas, mientras que los apuntes de preparación de las clases por parte de los profesores son otra fuente excelente para reconstruir algunos aspectos de la oralidad y de la relación entre maestro y alumno en el aula <sup>53</sup>.

Gracias a los apuntes de algunos estudiantes que todavía se conservan, tenemos nuevos datos para explicar, por ejemplo, ese enorme éxito de Thénard en sus cursos de química en el Collège de France, así como la gran aceptación de su *Traité de chimie élémentaire*, de gran influencia a lo largo de todo el siglo XIX. Sabemos que los experimentos descritos en esas notas no encajaban con demostraciones anteriores del estilo de las de Nollet o Rouelle, sino que, como hemos mencionado, se acercaban más al estilo de Liebig en su famosa escuela de investigación de Giessen. Desde de su llegada en 1804 al Collège, Thénard cambió radicalmente su método de enseñanza. El anfiteatro se convirtió en el centro neurálgico de su actividad. Equipado con una gran mesa de mármol y un horno de calefacción de muestras, se convirtió en el espacio donde se impartían las lecciones junto con los experimentos que las acompañaban. En los espacios adyacentes contaba con una sala de almacenamiento de instrumentos y productos químicos, que eran preservados de los humos corrosivos que se producían. Al otro lado del anfiteatro, el viejo laboratorio de Jean Darcet (1724-1801), el químico que había precedido a Thénard en el Collège de France, fue profundamente remodelado.

Contaba además con una *atelier de chimie* donde el propio Thénard y sus ayudantes preparaban los experimentos para las posteriores demostraciones. Estos últimos adquirieron nuevas funciones y responsabilidades, y fueron recompensados con un mejor salario. Los ayudantes o *préparateurs* se convirtieron, así, en públicos de la química, en otro tipo de mediadores. Su trabajo de preparación de los experimentos que se debían realizar en el anfiteatro era parte de su propia educación. Thénard reclutaba a sus ayudantes entre los propios estudiantes, en su mayoría jóvenes aprendices de farmacia que habían seguido sus cursos. Después de su paso por el Collège, y de someterse al peculiar método de Thénard, se convertían en jóvenes químicos con una imagen pública de profesionalismo y rigor que les abría las puertas de la enseñanza, la investigación o la industria, más allá del reducido círculo de la farmacia de donde provenían <sup>54</sup>.

El caso de los estudiantes de Thénard es sólo un ejemplo entre muchos, todavía por estudiar, sobre los mecanismos de apropiación del conocimiento que podemos detectar en los estudiantes si analizamos con detalle las propias fuentes que nos han dejado, es decir sus notas, apuntes, cuadernos de laboratorio, etc. Respecto a estos últimos, es fácil constatar diferencias notables de interpretación histórica en función de la fuente consultada, también para el caso de los pro-

fesores, de los expertos. Las diferencias notables entre vida científica privada y la pública con relación a la obra de Louis Pasteur es uno de los ejemplos más conocidos, pero lo podemos aplicar a otros muchos casos <sup>55</sup>. Si sólo consultamos el libro de texto oficial, o el artículo especializado publicado en una determinada revista de gran prestigio académico, perderemos gran parte de la información necesaria para reconstruir las diferentes interacciones y debates, las realimentaciones positivas entre los que enseñan y los que aprenden (figura 4.3).

Pero volvamos, para concluir esta sección, a los manuales. A pesar de su flexibilidad y lecturas plurales más allá del aula, no debemos olvidar que los libros de texto tuvieron también un papel importante en la definición de determinadas disciplinas científicas, y en la progresiva uniformización y estandarización de profesores y alumnos. Nuevas especialidades científicas, que se convertían en nuevos departamentos y laboratorios, solían estar asociadas a una revista de investigación nueva que aglutinaba a sus expertos, pero también a algunos manuales emblemáticos, usados durante años por miles y miles de estudiantes que legitimaban poco a poco el nuevo ámbito del saber. Así, la disciplina y la uniformización en el aula y el mercado editorial constituían un elemento fundamental en la definición de los límites de autoridad de viejos y nuevos expertos <sup>56</sup>. En muchos casos existía, y probablemente también existe hoy, una continuidad notable entre revistas especializadas, libros de texto y libro de divulgación, los cuales constituyen un ensamblaje muy sólido para la consolidación de una determinada disciplina.

La emergencia de la química física en las últimas décadas del siglo XIX se asocia habitualmente a la publicación de una nueva revista liderada por Wilhelm Ostwald, entre otros, titulada *Zeitschrift für Physikalische Chemie* (*Revista de Química Física*), pero no debemos olvidar que los manuales de química general de Ostwald se convirtieron en textos canónicos usados en toda Europa, en los que bajo la apariencia de ese título generalista se escondía un nuevo programa docente de la química que incluía cuestiones fundamentales para aquella nueva especialidad (iones, conductividad, electroquímica, termodinámica, etc.), pero de utilidad dudosa para otros expertos en especialidades próximas. Evidentemente, esa nueva especialidad llevaba también asociado un conjunto de nuevos experimentos e instrumentos, un nuevo estilo experimental, e incluso la utilización de un determinado lenguaje más próximo al de la física matemática, así como la identificación de un conjunto de problemas nuevos, de pre-



Fig. 4.3. El químico francés Henri Sainte-Claire Deville (1818-1881) en una clase de química con sus colegas y estudiantes en la École normale en París, hacia 1850.

guntas de investigación renovadas que pretendían acabar con una química demasiado descriptiva que había olvidado progresivamente según los nuevos químicos físicos las preguntas fundamentales del por qué, el cómo y el cuánto de la reactividad química. Todo ello se hallaba sutilmente estructurado y presentado en esos nuevos manuales de química general liderados por Ostwald <sup>57</sup>.

De manera análoga, sería difícil comprender el éxito de Linus Pauling (1901-1994) en su aplicación de la nueva física de las primeras décadas del siglo XX a la bioquímica, sin rastrear no solamente sus artículos de investigación, sino sobre todo sus libros de texto, y sus obras de divulgación. En una estrategia parecida a la de Ostwald, Pauling presentaba en sus manuales una nueva química, que incorporaba la nueva concepción de átomo proveniente de la física, pero que respondía ante sus alumnos, de nuevo, a una presentación general de la propia química. En sus palabras:

«En el pasado, el curso de química general tendía necesariamente a ser un conglomerado de química descriptiva y de ciertos principios teóricos. Sin embargo, el progreso realizado en décadas recientes en el desarrollo de conceptos unificadores ha sido tan grande que la exposición de la química general a los estudiantes de la generación actual puede hacerse de manera más sencilla, directa y lógica de lo que fue posible anteriormente. Por ejemplo, cada joven posee ahora un cierto conocimiento acerca de los átomos y los acepta como parte de su mundo (se escinde en la bomba atómica y los encuentra hasta en los anuncios y en las revistas infantiles). En este libro se comienza la enseñanza de la química con el estudio de las propiedades de las sustancias en función de los átomos y moléculas. A continuación se desarrolla la materia de la forma más ordenada posible, de acuerdo con el estado presente del conocimiento químico» <sup>58</sup>.

De nuevo la legitimación de una determinada disciplina, en este caso la nueva química física del siglo XX, fundamentada en la revolución que había experimentado la concepción del átomo y sus consiguientes aplicaciones a diversos campos de la química y de la bioquímica, pasaba por su difusión a través de los libros de texto. Enseñanza y autoridad científica se realimentaban de nuevo (figura 4.4).

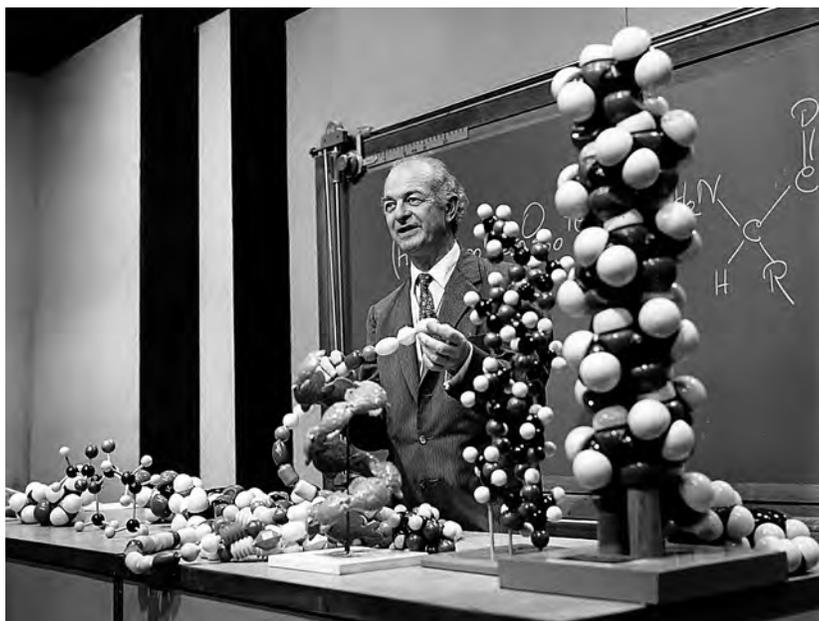


Fig. 4.4. Linus Pauling enseñando química en la década de 1960.

### Instruir, controlar y divulgar

Si volvemos a plantear el problema de la educación en general y de la educación científica en particular desde una perspectiva foucaultiana, deberemos seguramente repensar la visión a menudo simplista de la ciencia objetiva y neutral al servicio del progreso y el bienestar de la humanidad, que tanto ha contribuido a reforzar la visión tradicional de la divulgación científica sometida a escrutinio a lo largo de este libro. Para ello, sólo hace falta de nuevo sumergirse en algunos ejemplos históricos.

En las décadas centrales del siglo XIX, los llamados Mechanics' Institutes (MI) británicos pretendieron difundir a la clase trabajadora los ideales y los códigos morales de la sociedad industrial, y en particular los de sus clases dirigentes<sup>59</sup>. Se trataba de un programa educativo destinado a moldear y disciplinar a las clases bajas a través de tres estrategias fundamentales: argumentos utilitaristas, teológicos y de empirismo baconiano<sup>60</sup>. El tema es todavía hoy controvertido, pero no cabe duda de que, desde el punto de vista histórico, el fenó-

meno no fue nada despreciable. Hacia 1850 existían en Gran Bretaña unos 700 MI con más de 120.000 estudiantes, ubicados fundamentalmente en las ciudades industriales. Detrás del programa de los MI diseñado por les élites británicas de la época victoriana subyacía la idea recurrente de que la educación científica había de revertir a la larga en la educación moral. Así, el trabajador industrial abocado al alcoholismo, la promiscuidad y la exaltación incontrolada de sus pasiones sería «disciplinado» a través de los hábitos que en él impondría el conocimiento científico <sup>61</sup>. Con esta estrategia se reforzaba además el control social ya existente a través de la religión, que en el contexto británico se ejercía de forma complementaria a través de la tradición de la teología natural, de la que los *Bridgwater Treatises* (mencionados en el capítulo tercero) eran un buen ejemplo <sup>62</sup>.

En la época, la controversia se centraba fundamentalmente entre los defensores y los detractores de un famoso tratado titulado *Practical Observations upon the Education of the People*, publicado en 1825 por el estadista Henry Brougham (1778-1868), defensor de un cierto ascenso social a través de la educación, que se consideraba como un deber cristiano hacia los pobres y más desfavorecidos, como un posible remedio a la enfermedad social. La propuesta fue, sin embargo, rápidamente contestada por el semanario conservador *Country Gentlemen*, con el argumento de que cualquier modificación en la base de la pirámide social, en las clases bajas, podría subvertir el orden social y acabar con la estabilidad. De ahí el peligro potencial de la ciencia en los MI en función de los contenidos e intenciones que se desarrollaran en los planes educativos <sup>63</sup>.

El programa de Brougham, aunque en apariencia generoso, partía de la asunción tácita de un divorcio inevitable entre las virtudes intelectuales de la clase alta y las de la baja; la primera se consideraba profunda, abstracta, racional, integral y lógica; mientras que la segunda se suponía superficial, concreta, sensual, fragmentada e ilógica. Los MI debían, por tanto, sintonizar con esas debilidades de la clase baja, pero nunca estimular en ellas la epistemología «superior» de les élites. De este modo, sus planes de estudios se centraron en hechos concretos, en presentar una imagen clara y nítida del orden natural tal como era «en realidad», evitando especulaciones abstractas o cualquier atisbo de provisionalidad. La geometría y las matemáticas prácticas eran preferibles a la demostración o la abstracción; la observación y descripción de hechos concretos (minerales, máquinas, sustancias químicas, diagramas, etc.) a las ecuaciones algebraicas,

principios metafísicos o relaciones y conceptos abstractos. En palabras del propio Brougham:

«La mayoría debe estar satisfecha de no traspasar un cierto límite, y de llegar a ese punto a través de la ruta más expeditiva [...] de manera que, al enseñarles geometría, no es necesario pasar por todas las demostraciones de ese maravilloso sistema [...] basta con que comprendan la naturaleza del conocimiento geométrico, aprendan las propiedades de las principales figuras [...] y su aplicación práctica»<sup>64</sup>.

Se trataba, por tanto, de formar trabajadores y artesanos en una ciencia pragmática, supuestamente «neutral», como antídoto contra posibles veleidades revolucionarias, con actitudes empíricas, utilitaristas, siempre preferibles al compromiso y la acción. En 1827, Brougham publicó *Objects, Advantages and Pleasures of Science*, donde explicaba las razones por las que la ciencia era especialmente adecuada para la educación de los trabajadores. En su opinión, les inculcaba el hábito de la tarea regular y constante; estimulaba la creatividad filosófica y artística (incluidas las habilidades técnicas), y permitía una mejor comprensión y aceptación de la maravillosa creación divina, de nuevo apelando a la teología natural<sup>65</sup>.

Algunos historiadores opinan que, a pesar del ambicioso diseño de las élites, los trabajadores industriales nunca llegaron a esos centros, que al final se vieron ocupados fundamentalmente por clases medias<sup>66</sup>. Pero incluso tomado el caso de los MI como un simple proyecto de dudosa realización, éste nos ayuda a reflexionar sobre los objetivos finales de la educación científica; nos interroga sobre el papel de la ciencia en el contexto de la sociedad industrial de la que formaba parte sustancial, sobre las estrategias de las clases dirigentes a la hora de imponer sus valores morales, políticos y culturales; nos habla, en definitiva, de la ciencia como instrumento de legitimación de las relaciones de poder<sup>67</sup>.

Tenemos evidencias de que, más allá de la estricta transmisión de conocimientos científicos en las aulas, buena parte de esa ciencia dirigida a las clases bajas tenía además por objetivo desviar su atención respecto a la lectura de panfletos y textos de marcado carácter político, a menudo subversivo del orden establecido. Numerosos reformadores sociales y asociaciones de diversa índole promocionaron las publicaciones de ciencia popular en forma de libros o revistas para aumentar la información de los lectores potenciales sobre la natu-

raleza y evitar que consumieran otros textos de «peligroso» contenido<sup>68</sup>. En consecuencia, el acceso a la ciencia para las clases bajas debía ser barato, sencillo, ilustrado, con un lenguaje asequible, con marcado carácter experimental e inductivo, y sin renunciar a su cuota lúdica de entretenimiento<sup>69</sup>. Quizás es más que una simple coincidencia que, ante la creciente preocupación por el orden y la estabilidad social, la British Association for the Advancement of Science hiciera coincidir sus reuniones con momentos de agrios debates y revueltas contra leyes que discutían la profundidad de las reformas políticas y sociales británicas, y que diseñara su circuito itinerante precisamente a través de las ciudades industriales que habían sufrido las mayores crisis sociales en los años 1830 y 1840<sup>70</sup>.

Aunque los MI pretendían que las clases bajas británicas desviaran su atención de las ideas políticas que denunciaban la injusticia del orden social, la cultura generada en su seno no consistió necesariamente en una transmisión de valores burgueses a unas clases trabajadoras pasivas. Sabemos, por ejemplo, que las ideas evolucionistas y socialistas se gestaron de forma bastante autónoma en los propios MI, de manera que los alumnos habrían usado parte de la educación recibida para desarrollar su propio y genuino proyecto de emancipación social. La dificultad principal residía, sin embargo, en la capacidad de estos grupos para adquirir conocimiento libre de la influencia de los valores hegemónicos de las élites<sup>71</sup>. Aunque podríamos aceptar la existencia de unos mínimos compartidos respecto a los contenidos de la mayoría procesos docentes, la retórica superficial escondía con frecuencia importantes discrepancias ideológicas de fondo<sup>72</sup>.

Las reacciones a la imposición desde arriba de determinados proyectos docentes tuvieron manifestaciones diversas a lo largo del siglo. En una posición cercana a las reacciones de los socialistas pero alejada del espíritu de los MI se encontraban por ejemplo la Escuela Moderna del pedagogo Ferrer Guàrdia, que expresaba en 1901 su confianza con relación a la extensión del conocimiento científico a toda la sociedad en los términos siguientes:

«La ciencia, dichosamente, no es ya patrimonio de un reducido grupo de privilegiados; sus irradiaciones bienhechoras penetran con más o menos conciencia por todas las capas sociales. Por todas partes disipa los errores tradicionales; con el procedimiento seguro de la experiencia y de la observación, capacita a los hombres para que formen

exacta doctrina, criterio real, acerca de los objetos y de las leyes que los regulan, y en los momentos presentes, con autoridad inconcusa, indisputable, para bien de la humanidad, para que terminen de una vez para siempre exclusivismos y privilegios, se constituye en directora única de la vida del hombre, procurando empaparla de un sentimiento universal, humano»<sup>73</sup>.

En un contexto de fuerte hostilidad contra la religión, de resistencia a las imposiciones educativas, y desde una posición racionalista de tradición positivista, Ferrer creía en la capacidad emancipadora de la ciencia para sus alumnos. No obstante, de manera parecida a como habían diseñado los planes de estudio los MI británicos unas décadas antes, Ferrer seleccionaba también a sus autores preferidos (Darwin, Haeckel, Reclus, Kropotkin, etc.), en contraposición a las eventuales elecciones de autores y temas de las escuelas de las élites de carácter religioso. De manera análoga, sabemos, por ejemplo, que, en la segunda mitad del siglo XIX, al menos en los MI del norte de Inglaterra las ideas evolucionistas no fueron utilizadas para potenciar el individualismo, la competencia y la lucha por la supervivencia en términos sociales, sino que los grupos socialistas desarrollaron nuevos discursos organicistas, de solidaridad a partir de una visión cooperativa de la propia naturaleza.

En círculos socialistas, la creencia en la fuerza liberadora de la ciencia se veía con frecuencia reflejada en la literatura popular. Se trataba de una ciencia que se pretendía igualitaria, sin distinción de clases, en el sentido de su accesibilidad universal y que proporcionaba además sólidos argumentos para la lucha contra la religión. Así, los seguidores de Robert Owen (1771-1858), los owenitas, llamaban a sus salas de conferencias «halls of science»; unos espacios que consideraban alternativos a los de los MI, para ellos demasiado impregnados de cultura burguesa. La dificultad principal residía, sin embargo, en la capacidad de estos grupos para adquirir conocimiento libre de la influencia de los valores hegemónicos de las clases medias<sup>74</sup>.

Los temas científicos preferidos de los socialistas británicos de la primera mitad del siglo XIX eran la geografía, fruto de su interés por los factores ambientales y por el relativismo cultural; la historia natural, con la finalidad de comprender cuál debía ser la correcta posición del hombre en la naturaleza; la astronomía y la química, como ejemplos emblemáticos y poderosos para sustituir las anti-

guas mitologías y mitos fundacionales de carácter religioso y reforzar la fe en las leyes naturales, y la anatomía humana y la geología, para reforzar los discursos relativistas anticlericales <sup>75</sup>. Un conjunto de ejemplos que se reforzaban además en el marco de la biología lamarckiana y en un programa más amplio de propuestas políticas y sociales: la emancipación de la mujer, la cooperación, la representatividad del Gobierno, la redistribución de la riqueza, todo ello en contra de la sociedad paternalista, el poder la Iglesia o la acumulación de capital <sup>76</sup>.

No podemos descartar, en consecuencia, la posibilidad de contemplar la educación científica como un instrumento más de propaganda o adoctrinamiento dirigido a favorecer los puntos de vista de determinados grupos sociales, profesionales y expertos, para así legitimar su papel en la toma de decisiones. De hecho, el currículum escolar refleja inevitablemente las luchas ideológicas de los diversos grupos sociales y económicos por la hegemonía cultural <sup>77</sup>. Así por su ventajosa situación en muchos procesos de reforma educativa emprendidos en los siglos XIX y XX, los científicos profesionales usaron la educación como un terreno adecuado para delimitar su función como expertos. Otros, como Ferrer Guàrdia, responderían con programas alternativos, pero obviamente no exentos de ideología y valores <sup>78</sup>. Esta interpretación nos lleva de nuevo a una revisión de una imagen excesivamente ingenua del progreso científico y de la educación como un apéndice no problemático de ese devenir indiscutible hacia un mundo mejor, como una consecuencia *a posteriori*, una vez el acto creativo, supuestamente objetivo neutral, ha eclosionado entre los muros de los laboratorios de los expertos.

En otros casos, los mismos profesores cuestionaban en buena medida la autoridad y la capacidad de control de las propias instituciones docentes, y parecían apropiarse críticamente de algunos de los objetivos «oficiales». Sabemos, por ejemplo, de las dificultades de la facultad de medicina de París por mantener su autoridad científica en las décadas centrales del siglo XIX. Los cursos que allí se impartían no siempre gozaban del beneplácito de las autoridades académicas, como ocurrió en el caso de Raspail, un controvertido personaje que (como hemos visto en el capítulo tercero) se enfrentaba abiertamente a la medicina oficial. En 1828, 1830 y 1836, Raspail impartió cursos gratuitos de medicina en los anfiteatros de la facultad, desde una posición de contestación ante la autoridad y una cierta complicidad con las actitudes críticas de los estudiantes, probablemente ávidos de una

participación más directa en el proceso de aprendizaje. Las fronteras de la enseñanza universitaria parecían, así, cuando menos permeables y con frecuencia cuestionadas <sup>79</sup>.

Debemos extrapolar el ejemplo de Raspail con prudencia, pero tenemos numerosas evidencias de una gran actividad docente, que con frecuencia superaba el marco institucional oficial. En la universidad de finales del siglo XIX, los manuales de ciencias naturales eran con frecuencia insuficientes para los objetivos docentes que se fijaban. Incluso la visión enciclopédica de los animales, plantas y minerales expuestos en los gabinetes, los museos o los laboratorios universitarios parecían limitar para muchos expertos la comprensión exhaustiva de la naturaleza por parte de los alumnos. De ahí, por ejemplo, la irrupción de las visitas, excursiones docentes, una práctica de la ciencia en el campo (*science in the field*), en la que, simplemente por la novedad del espacio de encuentro, la relación entre profesor y alumno variaba de forma sustancial <sup>80</sup>. La antigua tradición del viaje científico y de la expedición, habitualmente centrada en los intereses del experto y en sus alianzas con las instituciones de su época <sup>81</sup>, se convertía en un nuevo método pedagógico, que llegó a revolucionar en algunos lugares la enseñanza de las ciencias naturales. Tomemos, por ejemplo, el caso del profesor Odón de Buen, que en su cátedra de historia natural de la Universidad de Barcelona solía organizar excursiones científicas con sus alumnos, que quedaban reflejadas incluso en la prensa diaria, tal como muestra la siguiente noticia publicada en *La Vanguardia* del 16 de marzo de 1895:

«Mañana domingo, a las diez de la mañana, se verificará en la sala doctoral de la Universidad, bajo la presidencia del decano de la Facultad de Ciencias, don José Ramón de Luanco, una sesión oficial y pública, en la que se dará cuenta de la excursión científica que han hecho a las Baleares los alumnos de la clase de Historia Natural, dirigidos por su catedrático don Odón de Buen. Uno de los escolares leerá el “Diario de Viaje”, redactado por ellos; otro, las notas tomadas por los excursionistas de Medicina acerca de los hospitales y demás establecimientos benéficos; y el profesor, señor de Buen, explicará las observaciones, estudios, experimentos y demás resultados prácticos que hayan logrado sus discípulos en la citada excursión. Este acto será el primero de su clase que se verifica en esta Universidad con arreglo á las últimas disposiciones dictadas sobre el particular, y parece que asistirá á la sesión numerosa y distinguida concurrencia» <sup>82</sup>.

De Buen pretendía también dar a conocer a la sociedad en general la importancia que para la enseñanza de la ciencia tenían los laboratorios y las colecciones universitarias, para poder superar una tradición de estudio memorístico demasiado dependiente del libro de texto. Este último debía convertirse en una simple guía para el estudiante, que debía investigar y trabajar por su cuenta en el laboratorio, al estilo de la tradición de Liebig, orientado y dirigido por los profesores.

Un buen número de profesores participaba también en movimientos de Extensión Universitaria. Ante de la necesidad de abrir a la sociedad el modelo universitario elitista de Oxford y Cambridge, a lo largo de la segunda mitad del siglo XIX, se crearon en Inglaterra un gran número de centros de extensión universitaria que dieron lugar a un auténtico movimiento <sup>83</sup>. En Francia, François-Anatole Thibault (1844-1924), conocido como Anatole France, creador de la Universidad popular francesa, proclamaba la creación de esas nuevas instituciones con la finalidad de contribuir a la formación integral de los obreros. Su proyecto definía con precisión los espacios que debían constituir la nueva institución: salas de cursos y conferencias de enseñanza superior, secundaria y profesional; un museo; una sala de música y de teatro artístico; una biblioteca; un laboratorio; una sala de tertulias; un despacho de consulta médica y jurídica; una farmacia; un restaurante; algunas habitaciones para jóvenes de todas las condiciones; una escuela normal de educadores populares, etc. <sup>84</sup> En otros casos, el movimiento no tenía una sede específica, sino que consistía fundamentalmente en un conjunto de cursos itinerantes impartidos por profesores universitarios por toda la geografía del país <sup>85</sup>.

Su propósito era abrir las puertas de la universidad y conectar el conocimiento experto con el de las clases más desfavorecidas, en una actitud que podríamos calificar a primera vista de filantrópica. Las razones eran seguramente más complejas: desde un complemento salarial muy necesario ante la precariedad de los sueldos universitarios, especialmente en los países con un sistema universitario débil, hasta el compromiso moral e intelectual con el positivismo, a veces teñido de anticlericalismo, y que, como en el caso de la frenología, pretendía dotar a las clases bajas de instrumentos morales alternativos a los religiosos. No debemos descartar tampoco algunas actitudes paternalistas, de sublimación de rivalidades académicas no resueltas que se acababan dirimiendo en la baja esfera pública.

Poco sabemos de la reacción de los asistentes a esos cursos, conferencias o excursiones formativas. La asistencia parecía masiva desde

el punto de vista cuantitativo, y la frecuencia de esas actividades era muy alta. La prensa solía reflejarlas en forma de anuncios o comentarios breves *a posteriori*. Los temas escogidos y su tratamiento no eran ingenuos, y a menudo intentaban conectar con una cierta epistemología popular que se suponía diferente de los discursos científicos de las élites conservadoras. Las formas de presentar y discutir en ese contexto cuestiones como la teoría de la evolución, el origen de la vida o del universo, el materialismo científico, etc., tenían mucho que ver con el perfil ideológico de la institución <sup>86</sup>. El propio De Buen explicaba su experiencia con el proyecto de extensión universitaria en los términos siguientes:

«Con algunos catedráticos devotos establecimos la Extensión Universitaria y nos secundaron los alumnos mejor preparados. Recorrimos Cataluña dando conferencias, en Barcelona y poblaciones populosas inmediatas explicamos cursillos con el más amplio y generoso criterio; lo mismo establecíamos cátedra en un círculo de recreo que en un casino político u obrero de cualquier tendencia, que en una sociedad cooperativa; lo mismo en pueblos industriales que en poblaciones agrícolas. Resultaban originales algunas conferencias los sábados, en círculos obreros, a las que concurrían éstos con sus mujeres y su prole, sentados en derredor de las mesas de café, escuchando con atención suma que animaba a los conferenciantes» <sup>87</sup>.

En las últimas décadas del siglo XIX proliferaron por doquier sociedades culturales obreras y ateneos populares, que entre sus diversos objetivos compartían el de la educación de la clase trabajadora. Los cursos dedicados a la ciencia en esas sociedades eran frecuentes. Solían ser lecciones impartidas en la tarde noche, fuera del horario laboral del obrero, en un intento de luchar contra su analfabetismo y marginación social. Las clases regulares se completaban con frecuentes conferencias de destacadas personalidades científicas, generalmente profesores universitarios. Las conferencias se combinaban también con excursiones de carácter botánico o geológico, y visitas a industrias de diversas ramas. Desde una perspectiva socialista o anarquista, que constituía una base importante del movimiento pero no la única (pesemos en las sociedades obreras de inspiración cristiana), se tenía una percepción general de la cultura popular como algo naciente en el corazón del pueblo y que debía revertir en él mismo, sin someterse a los intereses de las élites. A ese utópico objetivo contribuyeron obreros ilustrados, maestros, escritores, cien-

tíficos, artistas y profesores de universidad. Se crearon por doquier nuevas bibliotecas y gabinetes de lectura, y se desarrolló una enseñanza elemental poco cualificada, que reforzaba el papel de esos ateneos y asociaciones obreras como centros de vida social, de ocio y proselitismo político <sup>88</sup>.

Los ateneos populares se constituían en cooperativas de socios que se mantenían fundamentalmente a través de sus cuotas mensuales. En sus dependencias se impartían materias elementales y superiores de temas tan variados como idiomas, dibujo, bellas artes, labores para la mujer, teoría y práctica de conocimientos fabriles, industriales, comerciales y agrícolas, es decir: «de todo lo que pueda reportar alguna utilidad al hijo del obrero». En los exámenes públicos de esas materias se solicitaba la presencia de catedráticos de la universidad y autoridades, que se encargaban de repartir premios a los mejores, y de actuar así de agentes legitimadores de la calidad de la docencia del centro. En 1909, la «Unión de Ateneos Obreros de Cataluña» manifestaba en términos parecidos su interés por fomentar la «instrucción y cultura del pueblo», en un informe enviado a la Diputación Provincial de Barcelona <sup>89</sup>. En su afán por recibir subvenciones públicas, los ateneos solían presentarse ante la autoridad gubernativa como instrumentos de paz y concordia social capaces de «contrarrestar las perniciosas corrientes de ideas malsanas que arraigan con mayor fuerza cuanto mayor sea la ignorancia de aquellos entre quienes se predicán». De ahí su papel de regeneración del obrero por medio de la instrucción (en buena parte científica) y de la sociabilidad (por analogía al papel que desempeñaban en la época las asociaciones musicales y corales) <sup>90</sup>. Entre sus actividades se encontraban prácticas tan variadas como demostraciones públicas de nuevos inventos, excursiones científicas, visitas a industrias, laboratorios y observatorios, conferencias públicas, etc. La memoria de actividades para el año 1917 del Ateneo Enciclopédico popular de Barcelona era sin duda espectacular:

«Visita al Laboratorio Municipal y conferencias por su director, Dr. R. Turró. Conferencia: Problemas de la guerra. El desarrollo de la enseñanza profesional del obrero, por el Dr. J. Agell. Serie sobre Telefonía, Telefonía sin hilos, Telegrafía y Telegrafía sin hilos, por D. M. Martín, complementadas por visitas respectivas centrales. Serie de conferencias sobre Geología, por el Dr. B. Serradell. Conferencia: Campaña contra las moscas, por el Dr. J. Agell. Conferencia: Lo que son los rayos X, por los doctores Comas y Prió, complementada con visita al Gabinete Röntgen, del Hospital Clínico. Conferencia: Lo

que es la Química, por Dr. J. Mañas, catedrático. Visita a la Escuela Industrial de Villanueva y la Geltrú. Conferencia sobre los Principios de Electricidad, por don Juan Nin, ingeniero»<sup>91</sup>.

El movimiento ateneístico, la extensión universitaria y otros proyectos contemporáneos contribuyeron a crear mecanismos flexibles de enseñanza y divulgación científica, que trascendían las instituciones educativas oficiales y los planes de estudio de enseñanzas regladas, estableciendo así por doquier nuevos puentes informales entre expertos y profanos. Sabemos, por ejemplo, que, en el Chicago de la década de 1920, como reacción a la excesiva especialización disciplinaria y como complemento a la educación secundaria recibida en las escuelas, un grupo de ingenieros introdujo una materia nueva. Con el título de «ciencia general», presentaba una imagen de la ciencia estrechamente ligada a la vida cotidiana, con un énfasis importante en la técnica. Los alumnos aprendían cómo utilizar el acero y el cemento, o cómo luchar contra el humo, el polvo y los residuos orgánicos e industriales. En un contexto altamente industrializado como el de Chicago, esa «ciencia general» pretendía ocupar un espacio nuevo de cultura científica no cubierto por la física, la química y las ciencias experimentales tradicionales, demasiado ancladas en el discurso académico y en la abstracción, y cuyo contenido era controlado por los grupos profesionales de las universidades<sup>92</sup>. De nuevo los itinerarios docentes más o menos informales y sus protagonistas tomaban formas diversas.

\* \* \*

Si pensamos en la vida cotidiana de centros de enseñanza media, universidades y centros de investigación, identificaremos con facilidad multitud de mecanismos informales de transmisión del saber, que trascienden a los objetivos o programas oficiales. La conversación informal en el laboratorio o en los pasillos, la espontaneidad de los correos electrónicos y las llamadas telefónicas, la clase magistral, las preguntas del estudiante en seminarios, los congresos, las mesas redondas, las conversaciones en las pausas de un congreso, etc., no son más que múltiples mecanismos de comunicación, de transmisión de conocimiento tácito y negociación continua de autoridad que trascienden a los planes de estudios. Están llenas de oralidad e informalidad. Nos recuerdan las tertulias selectas de los salones ilustrados, o las conversaciones sobre las luces y las sombras de *Vestiges*

durante los viajes en tren en la época victoriana. Forman parte intrínseca de la vida cotidiana del científico, experto y profano, profesor y alumno <sup>93</sup>. De nuevo, las fronteras entre educación, entretenimiento y divulgación parecen ambiguas. Entre los planes educativos de las élites, plasmados en proyectos como el de los MI o en programas docentes de Ministerios de Instrucción Pública, o las reacciones populares ateneísticas y los movimientos de extensión universitaria, encontramos un amplio abanico de propuestas educativas y de apropiaciones de conocimiento científico a la medida de los intereses y valores de cada clase social. De ahí las lecturas plurales y a veces enfrentadas entorno a la educación.

Abundando en esta dirección, podemos constatar cómo en las últimas décadas del siglo xx, los conocimientos científicos que los estudiantes pueden adquirir a través de los libros de texto siguen siendo reflejo de una imagen demasiado convencional y rígida. En un contexto en el que la información científica de todo tipo es cada vez más accesible en todos los medios con niveles de discurso muy variados, los programas escolares deben centrarse en las habilidades de lectura, comprensión y evaluación crítica del alud de materiales que recibe el joven estudiante en su vida cotidiana. Sólo así podrá incorporar esa gran variedad de géneros (desde el problema de física del libro de texto, a los reportajes sobre el cambio climático en televisión) para convertirse en un ciudadano educado científicamente <sup>94</sup>.

Queda todavía mucho por hacer para la recuperación de los aspectos fundamentales de la cultura científica en el contexto educativo. La historiadora Kathryn Olesko, una de las autoridades indiscutibles en esta cuestión, nos recuerda que hemos recorrido un largo camino para llegar a comprender cómo los científicos investigan. Sabemos, sin embargo, mucho menos sobre cómo enseñan, a pesar de que la enseñanza es la fuente de formación de nuevos investigadores. Olesko nos anima a analizar la enseñanza de la ciencia como una empresa creativa, no como una práctica inferior, sino estrechamente ligada a los resultados de la propia investigación <sup>95</sup>. Cuanto más nos adentremos en los detalles de las prácticas educativas, más datos tendremos para redistribuir el peso de profesores y estudiantes en las aulas y en sus diversos ámbitos de influencia a lo largo de la historia. No parece que la historia de la ciencia pueda prescindir de la historia de la educación científica.

## CAPÍTULO 5

### LA CIENCIA DE LA TÉCNICA

«[Madame Blanchard] realizó un gran número de viajes aéreos, y terminó por adquirir tal habilidad en esos peligrosos ejercicios, que llegaba incluso a dormirse durante la noche en el pequeño cesto de su globo, y a esperar así al alba para iniciar su descenso. En la ascensión que hizo en Turín en 1812, hacía tanto frío que el hielo se pegaba a sus manos y a su rostro» (Louis Figuier, 1868) <sup>1</sup>.

El heroico relato de las habilidades de esta aeronauta francesa, que describía con todo lujo de detalles el divulgador francés Louis Figuier, tuvo un trágico final. El día 6 de julio de 1819, mientras ascendía desde los jardines del Tívoli de París, el globo de hidrógeno de Sophie Blanchard (1778-1819) se incendió y la ilustre dama se precipitó en caída libre hasta su muerte. Esposa de uno de los pioneros de la elevación en globo, Jean-Pierre Blanchard (1753-1809), seguidor de la tradición iniciada por los hermanos Joseph-Michel Montgolfier (1740-1810) y Jacques-Étienne Montgolfier (1745-1799) en 1783, Sophie era conocida por sus numerosas ascensiones en globo, acompañada de un gran espectáculo público que incluía fuegos artificiales, y que habían de ser en ese verano de 1819 la causa del incendio del gas hidrógeno que la elevaba (figura 5.1).

El trágico relato de su muerte recorrió toda Europa e inundó las páginas de sucesos de la prensa cotidiana. De hecho, Madame Blanchard se había convertido años atrás en incansable viajera llegando a realizar más de sesenta ascensiones en diversos países. Escritores del prestigio de Verne, Dostoievsky, Dickens o el propio Figuier relataron el caso años más tarde con interpretaciones controvertidas. Algunos ponían en cuestión la habilidad de las mujeres para el manejo de ese tipo de aparatos; otros discutían los límites del riesgo en las acciones humanas primaban el espectáculo público, pero todos reflexionaban sobre la relación de los inventos y las máquinas <sup>2</sup>.

Éste es, sin embargo, un relato poco habitual en la historia de la técnica, entendida habitualmente como historia de las grandes invenciones, inventores de máquinas e ingenios. Sophie Blanchard no aparece en la mayoría de libros de historia de la navegación aeronáutica, o si acaso solamente como un caso anecdótico y marginal, que en general no pone en duda el progreso de los globos aerostáticos a lo largo del siglo XIX. En 1783, ante unas 100.000 personas, los hermanos Montgolfier realizaron la primera demostración pública de su globo de aire caliente, un ingenio de gran impacto público que, junto con el globo de hidrógeno, había de llenar por mucho tiempo pueblos y ciudades de curiosos y maravillados espectadores ante la capacidad de vencer la ley de la gravedad newtoniana. Los globos aerostáticos pronto se convirtieron en un icono de la Ilustración, en un lugar común entre expertos y profanos sobre la capacidad humana de conquistar los cielos. Su invención era considerada por muchos como uno de los grandes logros del siglo. Inspiraron profundas reflexiones, así como sentimientos y emociones, a menudo alejadas de su supuesta racionalidad<sup>3</sup>. Influyeron en los debates de la química neumática académica sobre la composición del aire, y sobre la preparación de otros «aires», hasta entonces inéditos en el laboratorio, así como sobre el estudio de sus propiedades. Pero también se convirtieron en un apetecible producto comercial a través de suscripciones o de su fabricación y venta a pequeña escala. Su control, una vez en el aire, era precario, y no se podía predecir la dirección que tomarían, pero el espectáculo público estaba servido.

Los hermanos Montgolfier, Gay-Lussac, Biot o el propio marido de Sophie son los nombres que se suelen mencionar como los grandes héroes, inventores y navegantes intrépidos de los cielos en este tipo de narraciones. Pero para escribir una historia de la técnica algo diferente a las tradicionales, deberíamos contar con muchas Sophies Blanchard, es decir con usuarios de determinadas máquinas, tan necesarios para el desarrollo de una determinada cultura técnica como la existencia del propio inventor. No deberíamos tampoco ignorar el papel de los artesanos constructores de esas máquinas con sus diferentes habilidades relacionadas con los materiales usados o la mecánica. Además, la percepción sobre las cualidades del aire, la imitación del vuelo de los pájaros —el viejo sueño de Leonardo da Vinci— o la explicación sobre sus causas últimas estarían también en la mente de los miles de espectadores de esos eventos, que vieron repetidas veces a Sophie elevarse con éxito antes de su trágico accidente. La em-



Fig. 5.1. La muerte de Sophie Blanchard en accidente en 1819.

presa técnica, integrada profundamente en la vida cotidiana de las personas, requiere de un análisis detallado de sus inventores, ingenieros, artesanos y usuarios, todos ellos públicos de la técnica, dotados de un protagonismo relevante. Éste es en buena parte el espíritu de este capítulo, en homenaje a Madame Blanchard y a todos los que participaron en el diseño, construcción, uso y contemplación de su globo.

### **Filósofos y artesanos**

El menosprecio por el trabajo manual en la historia de Occidente tiene raíces profundas. Las grandes gestas de los filósofos griegos de la Antigüedad, de los Sócrates, Platón o Aristóteles, han penetrado en los libros de texto e incluso hasta cierto punto en la sabiduría popular. Sin embargo, pocas personas podrían explicarnos algo de las contribuciones técnicas de la civilización griega. Historiadores marxistas como Benjamin Farrington defendieron hace ya medio siglo que la baja creatividad técnica de esa sociedad se debía a la abundancia de esclavos, a la gran cantidad de mano de obra asequible, que no estimulaba la creatividad o la invención técnica. Las investigaciones de las últimas décadas han cuestionado esta interpretación, pero durante mucho tiempo, la historia de la técnica ha sido una subdisciplina complementaria y en buena parte subsidiaria de la historia de la ciencia; pensar ha sido para muchos más importante que hacer <sup>4</sup>.

Nombres como los de Arquímedes (287-212 a.C.), Herón (c.20-62 d.C.) Ctesibios (285-222 a.C.) o Vitruvio (c.80-70-c. 15a.C.) merecen una mayor atención. Sus engranajes, espejos, relojes de agua, calzadas y construcciones sustentaron buena parte de la cultura técnica de la Antigüedad. Inventores medievales como Villard de Honnecourt (?-c.1250) o Roger Bacon (1220-1292), entre otros anónimos creadores de ingenios y máquinas, con sus relojes mecánicos, autómatas, arados o quillas, nos hacen replantear también algunos aspectos de la supuesta oscuridad de la Edad Media. El oficio de ingeniero como experto de la construcción de máquinas al servicio de los príncipes y reyes cobró además una especial relevancia a partir del Renacimiento.

¿Cómo debemos, sin embargo, escribir esta historia? ¿Le reservamos un capítulo extra, después de haber presentado a los grandes pensadores y humanistas desde de la Antigüedad hasta el Renacimiento, o por el contrario intentamos buscar la forma de integrar

esos nombres, la mayoría poco conocidos, en una sola historia del conocimiento de la naturaleza y de su transformación y viceversa? He aquí uno de los retos fundamentales.

Si nos situamos en el Renacimiento, es fácil constatar como los nombres de Mariano Taccola (1381-1458), Francesco di Giorgio (1439-1501) o del mismo Leonardo da Vinci (1452-1519) emergieron como grandes figuras de la técnica preindustrial, como los autores de las grandes máquinas de guerra, del arte de la construcción e incluso de la imaginación de técnicas imposibles. Los llamados ingenieros del Renacimiento se convirtieron en expertos en la construcción de minas, puentes, calzadas o canalizaciones de agua. Hoy sabemos que esos hombres eran a la vez artistas, ingenieros y arquitectos, y que la síntesis de Leonardo entre arte, ciencia y técnica no fue más que la culminación de una generación de grandes creadores <sup>5</sup>. Gracias a los cuadernos, dibujos, notas y códices, se han podido reconstruir muchas máquinas de esos ingenieros y sus reproducciones se convirtieron incluso en una magnífica exposición itinerante en la década de 1990 <sup>6</sup>. Su creatividad es innegable, y los detalles de sus diseños nos proporcionan magníficos ejemplos para reconstruir buena parte de la técnica basada en la utilización del agua y los animales como fuente de energía, el uso extensivo de la madera, la recuperación de engranajes famosos como el tornillo o «vis» de Arquímedes, descrita con todo detalle en los tratados renacentistas, las máquinas de guerra o los ingenios voladores.

No parece tampoco posible entender los imperios español y portugués de los siglos XVI y XVII (curiosamente el mismo período a grandes rasgos en el que ubicamos la revolución científica y la emergencia de la ciencia moderna en Europa) sin un fuerte desarrollo técnico relacionado con la navegación, la minería, la metalurgia, la agricultura, relacionadas además en mayor o menor medida con saberes académicos como la astronomía, la historia natural, la cartografía o las matemáticas. Ensayadores de metales como Álvaro Alonso Barba (1569-1662), formados en las escuelas mineras centroeuropeas, viajaban a la América colonial para contribuir con sus conocimientos a la explotación de las grandes minas de oro y plata. Destiladores como Diego de Santiago, o naturalistas como Nicolás Monardes (1514-1599), entre otras figuras relevantes, repensaban las antiguas tradiciones de la materia médica para incorporar las nuevas plantas coloniales con sus propiedades terapéuticas a las farmacopeas de la metrópoli. El arte de navegar requería de nuevos instrumentos astro-

nómicos, pero también de habilidades técnicas constructoras y conocimientos meteorológicos y geográficos. La cultura material y técnica del imperio parece desde esta perspectiva nada despreciable <sup>7</sup>.

Pero la historia de la técnica se extiende más allá de algunos de esos nombres más o menos conocidos. Como en el caso de Menocchio, el molinero friulano del siglo XVI (no olvidemos la importancia de los molinos de agua y de viento en la cultura técnica preindustrial), otros fueron los protagonistas de la construcción y utilización cotidiana de esas máquinas: artesanos, mineros, herreros, mecánicos, marineros, dibujantes, grabadores o fabricantes de instrumentos, entre muchos otros <sup>8</sup>. Hace ya unas décadas, Alister Crombie, un prestigioso historiador de la ciencia preocupado fundamentalmente por la evolución intelectual de las ideas, no descartaba el papel de los artesanos y sus habilidades manuales en el propio desarrollo de la ciencia moderna. Lo expresaba en los términos siguientes:

«Con frecuencia se ha señalado que la ciencia se desarrolla mejor cuando el razonamiento especulativo de los filósofos y de los matemáticos está en contacto estrecho con la destreza manual del artesano. [...] A la vista de pruebas tales como la larga serie de obras médicas griegas, [...] los artilugios militares y el tornillo atribuido a Arquímedes, los trabajos sobre la edificación, la ingeniería y otras ramas de la mecánica aplicada, escritos durante las épocas helenística y romana [...] y las obras de agricultura [...] es dudoso que incluso en la antigüedad clásica la separación de la técnica y de la ciencia fuera tan completa como se ha supuesto algunas veces» <sup>9</sup>.

La obsesión demasiado habitual por la separación esencialista entre ciencia y técnica está sin duda fuera de lugar en una historia sensible a la percepción de los propios actores de cada época. Al seguir el rastro de estos últimos es relativamente sencillo comprobar cómo se entremezclan aspectos del pensar y del hacer, separados por fronteras móviles y no siempre definidas <sup>10</sup>. Conocemos, por ejemplo, detalles sobre los remotos orígenes artesanales de la química, ligados a su larga tradición alquímica, desde su prístina capacidad de transformación de materiales a través de antiquísimas operaciones como la sublimación, la destilación, el curtido o la tintura, que han sobrevivido con formas diversas épocas históricas y culturas alejadas <sup>11</sup>. Las diversas filosofías naturales en competencia desde la Antigüedad han coexistido durante siglos con tradiciones orales transmitidas de generación

en generación sobre complejos procesos de transformación de minerales y metales, de preparación y conservación de los alimentos, o de fabricación de medicamentos <sup>12</sup>. Algunos historiadores habían calificado hace unas décadas estos procesos como alquimia «exotérica»; es decir, ajenos a determinadas explicaciones teóricas («esotéricas») sobre la transmutación de los metales o el elixir de la larga vida. Pero cada vez es menos evidente que la capacidad técnica para transformar las materias primas de la naturaleza no tenga nada que ver con la propia concepción de la misma <sup>13</sup>.

Aunque desde la tradición de la historia intelectual se desconfía con frecuencia de las habilidades técnicas como protagonistas de la emergencia de la ciencia moderna, el espíritu de este capítulo está más cercano a la antigua tesis del filósofo e historiador italiano Paolo Rossi, quien ya en 1962 consideraba que defender las artes mecánicas contra la acusación de indignidad significaba dejar de concebir la ciencia como una actividad contemplativa, desinteresada, como una investigación que sólo se produce después de satisfacer las necesidades básicas de la vida <sup>14</sup>. Sabemos, por ejemplo, del protagonismo, hasta hace poco inédito, que tuvieron en la Edad Media relojeros, tintoreros, herreros, tejedores, hiladores o destiladores, fruto de la emergencia progresiva de una nueva cultura urbana medieval <sup>15</sup>. Para el propio Crombie, al que le han seguido otros muchos historiadores, existen numerosas pruebas que demuestran cómo la Edad Media fue un período de notable «innovación técnica, aunque la mayor parte de los progresos fueron realizados probablemente por artesanos analfabetos» <sup>16</sup>.

Apelando a los imperios ibéricos antes mencionados, parece en buena medida razonable que la revolución científica de los siglos XVI y XVII no pueda explicarse de manera rigurosa sin la hipótesis de una estrecha colaboración entre el mundo académico y el artesano, entre los filósofos y las máquinas, entre los razonamientos abstractos y el talento de los constructores de instrumentos o los fabricantes de los más diversos materiales. Una visión utilitaria y práctica del saber, de raíz baconiana, nos lleva, por lo tanto, a pensar la cultura experimental de la ciencia moderna en colaboración con los expertos de la técnica: inventores, ingenieros o artesanos <sup>17</sup>. Los libros de secretos (mencionados en el primer capítulo) son precisamente un buen ejemplo de esa intersección <sup>18</sup>.

Aunque el concepto de tecnociencia, como una alianza compleja entre la ciencia moderna, la técnica y la industria, ha sido habitual-

mente asociado a las transformaciones ocurridas desde finales del siglo XIX en adelante, algunos historiadores consideran que ese tipo de interacciones, con características singulares, se dieron en siglo anteriores. Así, las habilidades técnicas necesarias para la construcción y la utilización de instrumentos y máquinas (objetos en general) estarían en la base del propio desarrollo de la experimentación científica y de la construcción del propio conocimiento, fraguado en un sutil magma de objetos compartidos <sup>19</sup>. El caso de los fabricantes de instrumentos es especialmente significativo <sup>20</sup>. Son conocidos los ejemplos de los telescopios de Galileo o Newton, el microscopio de Hooke o la bomba de vacío de Hooke y Boyle, como tres objetos emblemáticos de la nueva cultura experimental. Su presencia en determinados experimentos públicos (ha sido particularmente estudiado el caso de la bomba de vacío de Robert Boyle ante los miembros de la Royal Society de Londres) confería una autoridad especial al experto, al filósofo natural, mientras el objeto actuaba como mediador con el público que contemplaba y refrendaba la demostración <sup>21</sup>. El instrumento cobraba así un papel activo ante posibles controversias sobre la fiabilidad del experimento; pensemos, por ejemplo, de nuevo en los telescopios y en su papel en la legitimación de un nuevo universo infinito a lo largo de los siglos XVI y XVII <sup>22</sup>.

Los instrumentos científicos no tendrían sentido sin sus propios públicos: aristócratas, viajeros, monarcas, cortesanos, estudiantes, visitantes, espectadores, obreros, etc. La propia bomba de vacío de Boyle requería para su validación de una selecta audiencia en la Royal Society, pero también de espectaculares demostraciones públicas como la del filósofo natural alemán Otto von Guericke (1602-1686), en 1654, ante el emperador germánico Fernando III de Habsburgo (1608-1657). Con la bomba de vacío, Guericke eliminó buena parte del aire que contenían dos semiesferas de cobre de cincuenta centímetros de diámetro herméticamente unidas, de manera que dos grupos opuestos de ocho caballos tirando en sentido contrario pudieron separarlas. En el momento en que se abrió una pequeña válvula que permitía la entrada de aire en el interior del sistema, y la consiguiente igualación de la presión interna a la externa, un niño podía fácilmente separar las semiesferas ante la admiración del distinguido público (figura 5.2) <sup>23</sup>.

En esa época, los fabricantes de instrumentos anunciaban su muestrario de telescopios y microscopios. Emergían así como nuevos expertos, ligados a la cultura artesanal, pero en diálogo fluido con el mundo

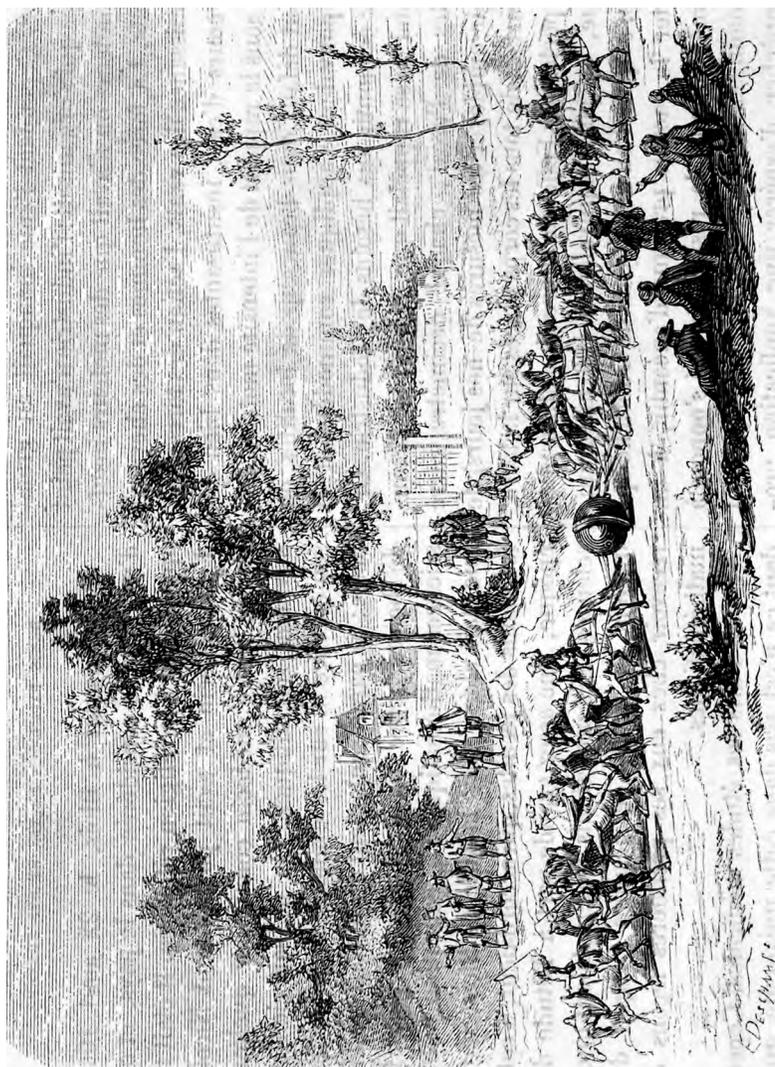


Fig. 5.2. Demostración pública de Otto von Guericke del poder de la bomba de vacío (1654).

académico, ávidos de adaptar sus habilidades manuales y experimentales a los requerimientos de un determinado aparato. En 1683, John Yarwell (c.1648-1712), un óptico inglés, ofrecía, por ejemplo, una larga lista de objetos en venta: «telescopios de todas las longitudes, microscopios de simple y doble perspectiva, grandes y pequeños, vidrios para leer de todos los tamaños, lupas, prismas triangulares, trompetas, gafas para todas las edades y todos los tipos de cristales ópticos y convexos»<sup>24</sup>.

Esos sofisticados objetos ya no eran de interés solamente para los filósofos naturales o los futuros científicos profesionales, sino que aparecían con frecuencia en los propios hogares, y se extendieron al mundo de la demostración pública y la educación. Algunos elementos clave de la cultura artesanal parecían así infiltrarse de manera sutil hasta el mismo núcleo de la cultura académica de la nueva ciencia. Se trataba, en consecuencia, de un importante negocio, que se desarrolló ampliamente en los siglos venideros, y cuyos públicos se diversificaron notablemente. Algunos fabricantes de instrumentos científicos relacionados con la astronomía, la navegación y la topografía consiguieron una gran reputación hasta ser incluso admitidos como miembros de la Royal Society y publicar artículos en su prestigiosa revista, *Philosophical Transactions*<sup>25</sup>.

En el siglo XVIII, aristócratas adinerados como Lavoisier se permitían hacer encargos de nuevos y sofisticados instrumentos para el posterior estudio de la combustión o la descomposición del agua, cuyos resultados no eran posibles sin el concurso de las habilidades manuales de fabricante. Balanzas, gasómetros, areómetros o balanzas de fluidos, calorímetros, espejos cóncavos, etc., eran construidos siguiendo las minuciosas instrucciones de Lavoisier, pero aceptando que un cierto desplazamiento de la autoridad científica desde la Académie des sciences hasta el taller artesanal. Aunque sus audiencias potenciales no pudieran utilizar esos objetos tan caros, ni replicar con facilidad sus experimentos, no cabe duda que sus instrumentos tuvieron un papel fundamental en la construcción de una poderosa imagen pública de la nueva química. No olvidemos que una de las novedades del *Traité élémentaire de chimie* (1789), el texto culminante de la obra de Lavoisier, era precisamente la presentación detallada de los nuevos instrumentos ilustrados en un conjunto de preciosos grabados<sup>26</sup>.

En el siglo XIX encontramos instrumentos científicos en el laboratorio y en el aula, en exposiciones universales, museos de ciencia,

libros de texto, páginas de publicidad de periódicos y revistas, o en los hogares de las clases altas y medias. Desempeñaron un papel importante en la propia educación científica, en la disciplina experimental del estudiante de ciencia, pero también en la legitimación pública de una determinada teoría o experimento, en su capacidad de comunicación, al establecer determinados lugares comunes entre expertos y profanos, al desarrollar aspectos importantes de la cultura de la demostración y el espectáculo, al incidir de nuevo en la cultura material de la ciencia y en la importancia de lo visual <sup>27</sup>.

Pero las habilidades para la construcción y el uso de determinados instrumentos no eran las únicas que contaban. Si la palabra manufactura alude en nuestro presente a la realización de alguna actividad o a la fabricación de algún objeto con las manos, y nos conecta en buena medida con el viejo problema de la infravaloración de las habilidades manuales antes mencionada, la palabra artesano parece transportarnos a épocas preindustriales, de raíz gremial, nos evoca, de hecho, un antiguo significado de la palabra «arte» mucho más próximo a la técnica de lo que hoy en día podríamos pensar. Hablamos, por tanto, de un mundo prácticamente extinguido en el que la técnica se basaba fundamentalmente en diferentes habilidades manuales, y en el que, a pesar de la existencia de inventores y privilegios de invención para proteger la creatividad, los artesanos desempeñaban un papel muy destacado <sup>28</sup>.

Se conservan numerosas autobiografías de artesanos: memorias, diarios personales, crónicas familiares, cuadernos de viajes, etc. Sus opiniones, argumentos y formas de escritura cuestionan esa imagen subalterna y marginal de esos grupos, que tanto ha influido en nuestra apreciación de la cultura contemporánea. En esas narraciones, la dignidad del artesano y sus habilidades manuales se resiste a ese trágico destino de Ícaro, el hijo de Dédalo, que de forma imprudente, al querer volar demasiado alto, dejó fundir la cera que sostenía las plumas de sus alas fabricadas por su padre <sup>29</sup>. Los artesanos de los talleres, arsenales o boticas consideraban las operaciones allí efectuadas como una forma de conocimiento en sí misma, que nada tenía que ver con la obsesión individualista del genio creador, sino que estaba más bien dirigida a la sensación de perfección duradera de la obra realizada gracias precisamente a la cooperación, al esfuerzo conjunto de todos los miembros del taller <sup>30</sup>.

Tenemos magníficas representaciones iconográficas de las culturas artesanas del pasado. La *Encyclopédie* de Diderot y D'Alembert

no se puede entender sin sus gruesos volúmenes dedicados a grabados, en los que se ilustran con gran dignidad las habilidades manuales y técnicas, es decir las diversas culturas artesanas de la Ilustración. Aunque algunos historiadores han destacado el carácter frío y racional de la imagen del artesano en la *Encyclopédie*, supuestamente alejado de su actividad cotidiana real, no cabe duda que la importancia que cobra en esos volúmenes es una muestra de su importancia en la sociedad francesa y europea del siglo XVIII, y una buena muestra de la necesidad de reivindicar su papel como actor significado en la historia de la ciencia. La *Encyclopédie* presentaba una visión de inspiración baconiana de las «artes», los artesanos y sus habilidades como un factor importante de civilización, hasta entonces poco considerado. Sus once volúmenes dedicados a la técnica la convirtieron en un manual práctico de artes y oficios, aunque éstos estuvieran descritos de forma abstracta, alejada de la realidad cotidiana de los correspondientes talleres. La compilación y descripción de esa enorme cantidad de operaciones técnicas requería, obviamente, de la participación activa de los propios artesanos <sup>31</sup> (figura 5.3).

En la voz «arte», el propio Diderot hablaba de los artesanos como personas que no habían sido hasta entonces reconocidas en sus méritos por la sociedad. Reclamaba hombres dispuestos a salir de las academias de ciencias y visitar los talleres, a compilar informaciones y publicarlas en un libro, con la esperanza de que su obra animara a los artesanos a leer, a los filósofos a pensar de forma más pragmática y a los poderosos a reflexionar sobre el uso que hacían de su autoridad y su riqueza <sup>32</sup>. De hecho, Diderot simpatizaba con la idea de que la filosofía eran sólo palabras, mientras que el verdadero conocimiento estaba íntimamente ligado a las habilidades técnicas. Así el herrero conocía los metales, mientras que el experto en metalurgia sólo libros. En consecuencia, la técnica (las artes de la época), una especie de ciencia o de sabiduría descriptiva, debía hacerse pública <sup>33</sup>.

En numerosas sociedades científicas, los artesanos, inventores de máquinas, fabricantes de instrumentos científicos o colaboradores de significados académicos fueron admitidos como miembros de pleno derecho <sup>34</sup>. En algunos lugares recibieron precisamente el título de «académicos-artistas». Poseían poca a nula formación académica, pero sus habilidades, en opinión de muchos, merecían ser premiadas. Recibían un reconocimiento especial, e incluso a veces se les atribuía una sección específica <sup>35</sup>. En la Real Academia de Ciencias Naturales y Artes de Barcelona, se nombraron diversos «académicos-artistas»

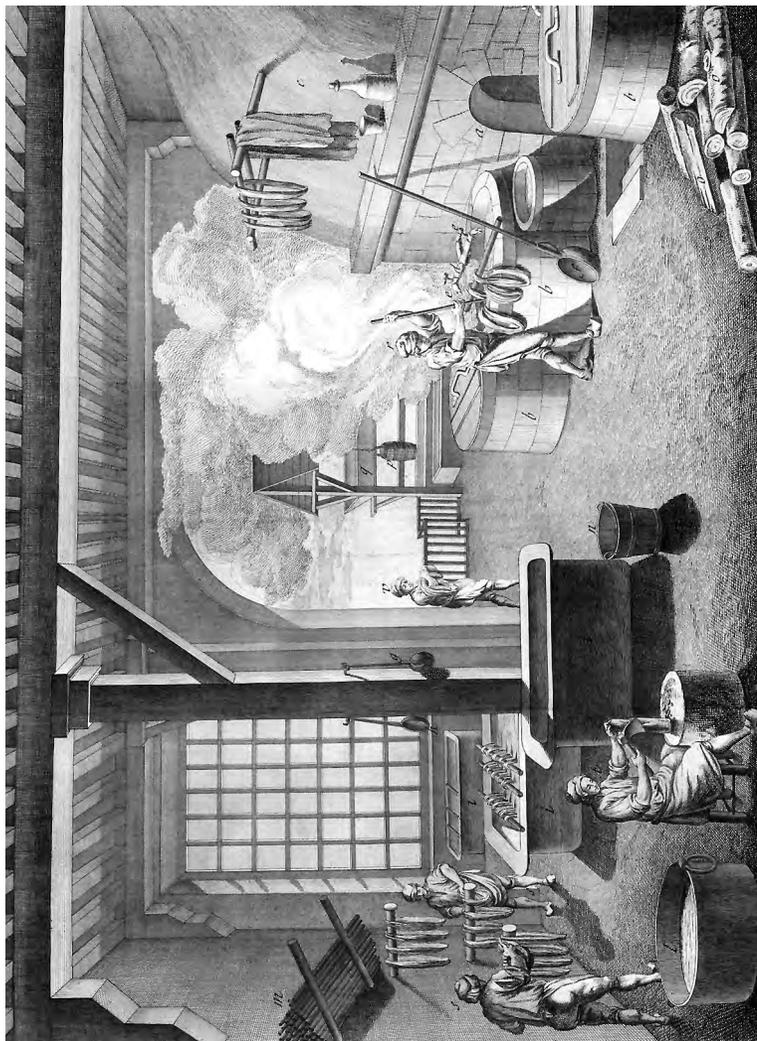


Fig. 5.3. Artesanos tintoreros de la seda en la Manufactura Real de Gobelins, París, 1772, según un grabador de la *Encyclopédie*.

desde finales del siglo XVIII: fabricantes de instrumentos, inventores de máquinas, constructores, fabricantes textiles, etc. Los estatutos de la propia institución de expresaban en los términos siguientes: «Se hace un deber y un honor en admitir como socios artistas a aquellos sujetos que se distinguen ya por alguna invención, ya por la introducción del modo de manufacturar géneros beneficiosos al público, o ya por el primor en el trabajo»<sup>36</sup>.

No obstante, a pesar de ese progresivo proceso de dignificación del artesano, otros también pugnaban por asumir el verdadero papel de expertos de la técnica. A lo largo del siglo XVIII, los ingenieros franceses consolidaron una tradición elitista y militar, con una sólida base matemática. Estaban vinculados a las nuevas escuelas técnicas: *l'École des ponts et chaussées* (1747), *l'École du génie* (1748), *l'École des mines* (1783) y, finalmente, *l'École polytechnique* (1794)<sup>37</sup>. En España, las academias militares contribuyeron a la introducción del newtonianismo y la física matemática durante la Ilustración, y participaron activamente en grandes proyectos e infraestructuras de defensa<sup>38</sup>. Además, a pesar de abrir la puerta a algunos artesanos, *de facto*, las academias de ciencia desempeñaron un papel fundamental en el control y la legitimación de nuevas máquinas e inventos<sup>39</sup>. Así ocurría, por ejemplo, en la Académie des sciences de París, a la que artesanos e inventores de provincias enviaban sus ingenios con la esperanza de ser reconocidos, legitimados y protegidos de la copia y la imitación. Emergían así como poderosos expertos en estrecha alianza con las monarquías reformistas del despotismo ilustrado, aunque en permanente tensión con la autoridad de los artesanos en talleres y manufacturas<sup>40</sup>. Curiosamente, los hermanos Montgolfier provenían de una familia de fabricantes de papel, y no de una de las prestigiosas escuelas francesas de ingenieros de minas o de puentes y caminos, que formaban a los técnicos al servicio de la monarquía. Pero éste era un hecho habitual en su época. Hasta bien entrado el siglo XIX, la formación técnica se basaba fundamentalmente en el conocimiento tácito, y no tanto en la titulación académica, en una tradición en la que el joven aprendiz iba desarrollando sus habilidades a lo largo de su vida laboral<sup>41</sup>.

Tampoco debemos olvidar que las tradiciones artesanales estaban firmemente arraigadas en el sistema gremial. Desde la Edad Media, la transmisión oral de las recetas había sido fundamental para su propia supervivencia, en especial en las manufacturas reales, que concentraron y disciplinaron en su interior a diversos gremios a lo largo de los

siglos XVII y XVIII, una tendencia que habían de reforzar académicos e ingenieros, en confrontación frecuente con maestros de taller y artesanos en general. Los artesanos se resistían a la aplicación del saber académico a la modificación de sus ancestrales recetas. Rechazaban los libros publicados sobre las diferentes artes, ya que se sentían a menudo incómodos con su lenguaje y estilo <sup>42</sup>. Los artesanos y algunos miembros de sociedades científicas compartían elementos comunes, pero cada «cultura» preservaba su propia identidad y autonomía, y resistía procesos de estandarización de la producción <sup>43</sup>.

En el caso concreto de la tintura de telas, los trabajos académicos y de prestigiosas figuras de la ciencia ilustrada, como Jean Hellot (1685-1766), Pierre-Joseph Macquer (1718-1784) o Claude-Louis Berthollet (1748-1822), que actuaron también como inspectores generales de manufacturas, fueron rechazados con frecuencia. Aparecieron otros libros, escritos en un lenguaje sencillo, que pretendían llegar a las esferas más bajas del mundo artesanal, pero su resultado fue más bien pobre. En 1748, Hellot estaba convencido de que la descripción académica de los procesos de tintura era incomprendible para los artesanos <sup>44</sup>. En 1767, el ministro Turgot admitía que buena parte de los trabajos de Hellot y de Macquer fueron totalmente ignorados <sup>45</sup>. Las fórmulas, recetas y procedimientos se hacían públicas en los libros y panfletos con la esperanza de racionalizar según los expertos el trabajo en los talleres y manufacturas, pero el resultado fue decepcionante.

Conocemos algún caso especialmente significativo de resistencia artesanal, como el del jefe del taller de tintura de la manufactura francesa de *Gobelins* a finales del siglo XVIII <sup>46</sup>. En su opinión, la intención de los académicos de París de visitar su manufactura para controlar y estandarizar sus procedimientos de tintura era un gran error, o al menos así lo expresaba en 1778, y sólo respondía a los intereses de promoción académica de algunos. En particular dirigía sus críticas a Berthollet, que en aquella época era el inspector general de tinturas del reino y había de teorizar sobre el arte de la tintura. Acostumbrado a su propia lógica de producción, el jefe de taller de *Gobelins*, un tal Homassel, no podía ver las supuestas ventajas que para su arte habían de reportar, según los expertos, un cambio en la nomenclatura de los colorantes, resultado de la nueva nomenclatura química de Lavoisier, Berthollet y su círculo, o la aplicación de las nuevas explicaciones teóricas sobre la afinidad a la hora de resolver en la práctica problemas de fijación entre el colorante y la fibra textil. En 1778, Ho-

massel, describía de manera cruda, desde su punto de vista, los términos del conflicto <sup>47</sup>:

«En aquella época existía un descontento general sobre los deficientes métodos de tintura que se utilizaban, sin tener en cuenta las ordenanzas de Colbert [...] la inspección de esta manufactura [Gobelins] fue sometida al control de los químicos célebres de París, que consumían las finanzas del Estado, más para satisfacer sus propias ambiciones químicas multiplicando sin cesar los experimentos, que para perfeccionar o rectificar los procedimientos de tintura [...] Algunos químicos intrigantes, después de haber manipulado las frases del célebre Hellot para apropiarse de sus ideas con otras palabras, enviaban sin cesar a la manufactura de Gobelins a sus mezquinos e ineptos protegidos...» <sup>48</sup>.

Academias de ciencia, monarquías ilustradas, políticos reformadores, etc., se empeñaron en controlar e intervenir en determinadas artes. Las inercias artesanas y los gremios eran considerados con frecuencia como un freno a la modernidad. Recordemos, por ejemplo, en 1775 las palabras de Pedro Rodríguez de Campomanes (1723-1803) en su *Discurso sobre la educación popular de los artesanos y su fomento*: «Los oficios requieren una actividad continua, ayudada de un sistema político, y de reglas constantes: dedicadas incesantemente a su diaria perfección, que no puede ser duradera, sin las especulaciones científicas de una academia de ciencias» <sup>49</sup>. De ahí las visitas, supervisiones y controles, no siempre bien recibidas, o las resistencias gremiales contra la dilución de parte de su identidad en las manufacturas reales, como espacios de producción en los que se centralizaban determinadas habilidades técnicas bajo una nueva organización; ejemplos todos ellos de la fuerte idiosincrasia de los artesanos y de su larga tradición de transmisión oral y conocimiento tácito.

En la época preindustrial, y con toda probabilidad incluso más adelante —como intentaré demostrar en los siguientes apartados—, no es posible comprender las características de la cultura técnica sin dar precisamente voz a los artesanos, y fundirla a la vez, a pesar de las discrepancias, con los demás expertos.

## Los públicos de la cultura industrial

Con la industrialización aparecieron los nuevos expertos del vapor, la siderurgia, y más adelante de la electricidad o la química, ahora

al servicio de los nuevos Estados-nación y de la industria privada. Si la metáfora de Ícaro y sus alas fundidas por el Sol nos transportan a las antiguas habilidades artesanas, el mito de Prometeo ha sido utilizado para reflexionar precisamente sobre el papel de la ciencia académica en la revolución industrial. Según la mitología griega, Prometeo fue un titán de una gran inteligencia, capaz de robar el fuego al propio Zeus para ofrecerlo a los humanos. Zeus le castigó entonces por su desafío a la autoridad divina, encadenándolo a una roca, mientras un águila devorada su hígado día a día hasta la eternidad. Esta narración ha sido utilizada como fuente de inspiración por algunos historiadores para defender que sólo la ciencia moderna, es decir las habilidades académicas e intelectuales más altas, habrían sido capaces de liberar a Prometeo de sus cadenas para devolver a los humanos su capacidad de transformación del mundo. De alguna manera, la revolución científica de los siglos XVI y XVII habría determinado la posterior revolución industrial <sup>50</sup>.

Ésta parece, sin embargo, una interpretación demasiado simplista y no del todo rigurosa. A pesar de la épica de Prometeo, hoy sabemos que, hasta bien entrado el siglo XIX, el desarrollo de la metalurgia, la máquina de vapor o la química se habían producido en el corazón de la cultura artesana con poca intervención del mundo académico. Así, los expertos desde la academia, los científicos profesionales emergentes, habrían tenido básicamente un papel legitimador, en la presentación retórica y formal de las habilidades artesanas. A lo sumo, quizás habría contribuido a crear un ambiente donde primaran algunas actitudes más «científicas», como el rigor experimental, la cuantificación, la precisión, etc., pero sin llegar a modificar *de facto* los procesos técnicos e industriales <sup>51</sup>. En este contexto es especialmente conocido, por ejemplo, el caso del Nicolás Leblanc (1742-1806) y su producción industrial de sosa (carbonato sódico) a finales del siglo XVIII. El proceso fue de gran utilidad durante casi un siglo para la industria química, pero la explicación teórica de cada una de las reacciones tardó mucho en llegar.

El conocimiento tácito de artesanos y obreros en el taller o en la factoría primaron sobre las discusiones académicas sobre la composición de la materia. Así se explicaría la expansión de la industria química de los ácidos y los álcalis, sin una sólida teoría detrás que explicara las causas de la formación del carbonato sódico o del ácido sulfúrico. De manera análoga, se podría entender el éxito de las máquinas de vapor de James Watt (1736-1819) a finales del si-

glo XVIII, aunque no contaran con una ciencia termodinámica académica que explicara la teoría del proceso de la conversión del calor en trabajo mecánico. No hacía falta ser un gran matemático o físico, ni distinguido alumno de una prestigiosa escuela politécnica, para desarrollar nuevas máquinas de vapor, que una vez controladas se conectaban de manera eficaz a los nuevos ingenios textiles de hilatura y tejido <sup>52</sup>. Se trataría, pues, de una cultura técnica compleja y flexible, que no encajaría demasiado con rígidas categorías de separación entre ciencia y técnica, academia y taller, pero que poco a poco ocupó con gran éxito la esfera pública de todos los rincones de Europa (figura 5.4).

Aunque personajes como Leblanc o Watt podrían ser considerados perfectamente como *amateurs*, si los evaluamos desde la ciencia profesional del siglo XIX, otros públicos de la técnica adquirieron un estatus importante en esa época. Los ingenieros industriales, una profesión en auge a lo largo del Ochocientos, usaron con frecuencia una retórica optimista y tecnofílica acorde con su papel de expertos de la industrialización. Se trataba de un discurso de raíz positivista fácilmente identificable en revistas y publicaciones profesionales, así como en los discursos oficiales y rituales conmemorativos de sus asociaciones. Los nuevos expertos de la técnica industrial, profesionales del nuevo sistema de fábrica y de la educación técnica, solían hacer gala, con algunas excepciones, de una supuesta neutralidad ideológica, marcando distancias con la clase política. A veces mezclada con la épica de los grandes inventores, en alianza con las hagiografías románticas de los grandes ingenieros al estilo de la obra del inglés Samuel Smiles (1812-1904), los nuevos ingenieros procuraban proyectar una imagen pública de talento, responsabilidad y entusiasmo por el progreso técnico y el dinamismo industrial. Sus discursos públicos respondían obviamente a sus propios intereses corporativos como expertos de la nueva cultura industrial <sup>53</sup>. Su formación en escuelas técnicas se equiparaba progresivamente a los planes de estudios de las facultades de ciencias de las nuevas universidades decimonónicas, de manera que su proceso de profesionalización se reforzaba tanto desde el punto de vista de la empresa privada como de la institución docente de titularidad pública. Su relación con los artesanos, y ahora los nuevos obreros industriales, tenía bastantes parecidos con la tensión entre profesionales y *amateurs* que ya hemos discutido en el capítulo tercero.

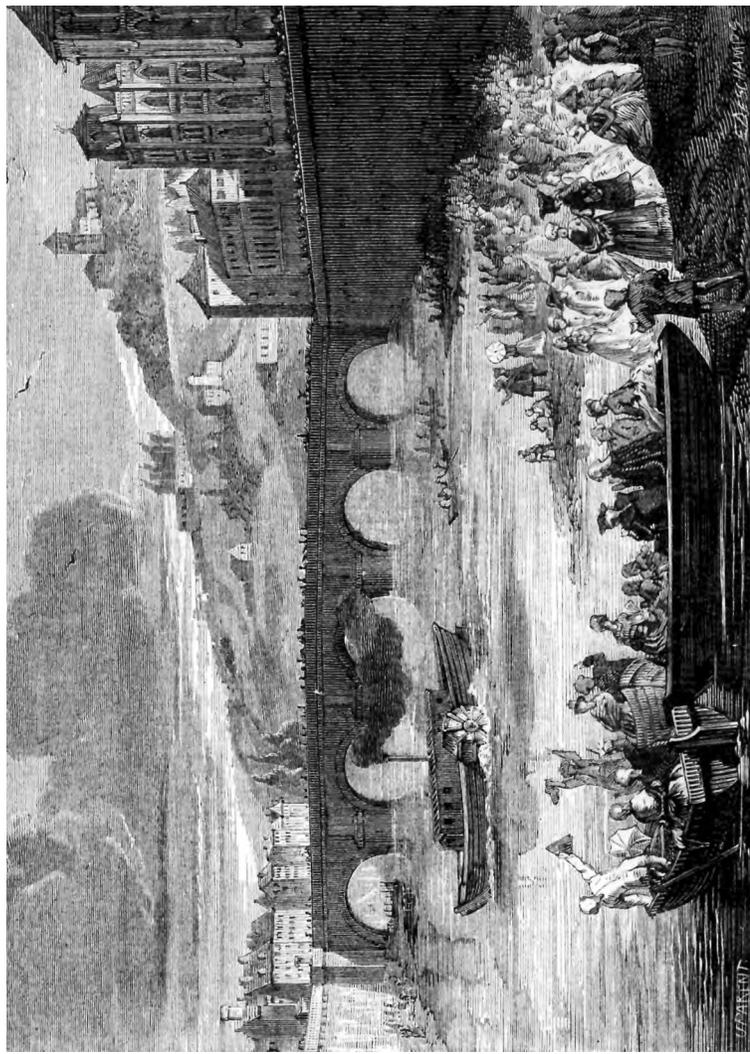


Fig. 5.4. Inauguración pública en 1823 de un barco a vapor cerca de Lyon. Invento original del marqués Jouffroy d'Abbans.

A lo largo del siglo XIX, en sus discursos públicos, los ingenieros solían construir una imagen de la técnica como ciencia «aplicada», que justificaba en buena parte su educación académica y su supuesta autoridad superior al entrar en contacto con la cultura técnica de la factoría. En vez de aproximarse a las habilidades técnicas del mundo artesanal antes mencionadas, el concepto ciencia «aplicada» era utilizado para demostrar que el conocimiento técnico emergía de la aplicación de las teorías y los métodos de la ciencia académica a las artes y gozaba, por tanto, de autonomía y de una especial dignidad. Hacia la mitad del siglo, la idea baconiana de utilizar la filosofía natural para mejorar las artes mecánicas, reforzada más adelante por los filósofos de la Ilustración y la *École polytechnique* francesa, arraigó en la enseñanza técnica como la aplicación de la ciencia a las artes útiles. Se convirtió más adelante en un argumento retórico de los presidentes de la *American Association for the Advancement of Science* <sup>54</sup>.

Las posiciones no eran, sin embargo, unánimes, y variaron notablemente con el tiempo. En 1880 Thomas Huxley, en su libro *Science and Culture*, expresaba su incomodidad con esa retórica en los términos siguientes: «A menudo desearía que la frase “ciencia aplicada” no se hubiera inventado nunca, porque sugiere que hay una especie de conocimiento científico de utilización práctica inmediata, que se puede estudiar separado de otro conocimiento, el de la “ciencia pura”» <sup>55</sup>. A medida que la profesión ganaba fuerza, y competía por espacios ya consolidados en las facultades de ciencias universitarias, los presidentes de las asociaciones de ingenieros industriales solían definir en público fronteras claras entre sus conocimientos y los de la «ciencia pura», por un lado, pero también entre su corpus de saber y el de las «artes», la técnica en su supuesto estado puro, por otro <sup>56</sup>.

Científicos académicos e ingenieros expresaban, a finales del siglo XIX, opiniones muy diversas, desde los que percibían la ciencia como necesaria y suficiente como fuente de conocimiento para la innovación técnica, hasta los que estaban convencidos que la técnica discurría, incluso en esos tiempos, con independencia de las inercias académicas. A pesar de las discrepancias, una utilización flexible del término «ciencia aplicada» permitía a los diversos grupos de expertos encontrar un lugar común de mínimo consenso en sus discursos públicos. Mientras los científicos académicos defendían la necesidad de financiar la ciencia «pura» en sus universidades como paso fundamental para nutrir la ciencia «aplicada», los ingenieros solían presentarse en público como «científicos aplicados» para distinguirse de los otros grupos de

expertos de la técnica: obreros cualificados, artesanos o peritos<sup>57</sup>. Así, ingenieros y científicos utilizaban una retórica ambigua, flexible y cambiante respecto a los límites de autoridad y competencia de sus propias disciplinas<sup>58</sup>. De nuevo, la lucha por la autoridad científica y la legitimación del experto en la esfera pública estaba servida.

A pesar del creciente poder de los ingenieros profesionales, e incluso la integración progresiva de los científicos académicos en la industria a finales del siglo XIX, podemos encontrar otros ejemplos en los que la participación de artesanos y obreros en el desarrollo de un determinado proceso industrial fue especialmente relevante. En 1841, el químico inglés Lyon Playfair (1818-1898) fue contratado en una industria de estampados de algodón de la región del Lancashire después de obtener un doctorado en química orgánica en la Universidad de Giessen, precisamente bajo la dirección de Justus von Liebig. A pesar de su alta formación académica, Playfair se preocupó por tender puentes con la cultura artesana, y consiguió reunir periódicamente unas treinta personas, tintoreros en su mayoría, pero también impresores, algunos empresarios y algún otro químico con formación académica, en tertulias informales en un *pub*, donde, como en el caso de los artesanos *amateurs* de la botánica se discutía la viabilidad de la utilización de un nuevo color o la composición química de una determinada sustancia<sup>59</sup>. En cada reunión, uno de los miembros del grupo exponía un problema técnico de carácter práctico, relacionado con la coloración de tejidos, pero sin renunciar a discutir los aspectos más teóricos, en una eficaz combinación de conocimientos prácticos surgidos del trabajo cotidiano en fábricas y talleres, y ciencia académica. Era una manera fluida de intercambiar conocimientos sin la inevitable rigidez de una institución, y en colaboración estrecha con un grupo de artesanos abiertos a discutir cualquier tipo de pregunta relacionada con el arte del color. Sabemos, por ejemplo, que Playfair admiraba los conocimientos prácticos de uno de los destacados miembros del grupo, John Mercer (1791-1866), que se convirtió en miembro de la prestigiosa Royal Society en 1852; otro caso de académico-artista.

Pero los canales de comunicación y realimentación mutua entre expertos y profanos de la técnica seguían también otros caminos. En las décadas finales del siglo XIX, la ciencia académica penetró con fuerza en el corazón de la cultura industrial, sobre todo en Alemania<sup>60</sup>. El éxito de la química académica de la décadas centrales del siglo, en su alianza con una potente industria química, lideró la fabri-

cación de productos artificiales a nivel mundial, así como un sistema de patentes que protegía el procedimiento de fabricación y no el producto final, junto con un sistema eficaz de educación técnica. Si analizamos, por ejemplo, la composición de la industria química BASF en Ludwigshaffen en 1900, veremos cómo los científicos académicos, provenientes de las facultades de ciencias universitarias, y los ingenieros mecánicos, formados en las escuelas técnicas, desempeñaban un papel fundamental en la configuración del saber experto de la factoría. Existían laboratorios de investigación básica dentro de la propia empresa, y un nutrido grupo de vendedores y abogados velaba por el éxito comercial de los nuevos productos de síntesis y por la salud de las nuevas patentes. La autoridad y el prestigio se habían desplazado del mundo académico a la industria <sup>61</sup>.

Era una nueva época, de una industria ahora más basada en la ciencia académica (un proceso parecido había de ocurrir con la electricidad), en la que el espacio para el conocimiento tácito y la autonomía de la cultura obrera y artesanal parecía reducirse. No obstante, algunas reminiscencias del antiguo mundo debían permanecer, cuando, incluso las nuevas factorías del siglo XX con sus cadenas de montaje y las piezas intercambiables, no parecían haber destruido ese antiguo espíritu de la cultura gremial. Ésta era al menos una de las grandes preocupaciones del ingeniero mecánico norteamericano Frederick Winslow Taylor (1856-1915) en su famoso libro *The Principles of Scientific Management*, publicado en 1911 <sup>62</sup>, donde ofrecía una interpretación «científica» de la producción industrial que había de tener un impacto profundo a lo largo del siglo XX. Se proponía mejorar la productividad, estandarizar los procesos de producción e intentar reducir las tensiones entre trabajadores y empresarios <sup>63</sup>. A través de unas nuevas relaciones individuales con cada trabajador se pretendía destruir la antigua cultura artesanal autónoma del pequeño taller, una especie de microcosmos que, según Taylor, pervivía todavía en las grandes factorías, y que frenaba el progreso técnico. Todo con la intención de cambiar las relaciones entre obreros —encargados del trabajo manual o sistemáticamente mecanizado— y gerentes o nuevos *managers* —encargados de la labor intelectual— y transformarlas en algo más armónico y equilibrado, en contraposición a las graves tensiones sociales y laborales que el mundo industrial había sufrido a lo largo del siglo XIX.

Pero esos cambios profundos en la organización de la producción fueron también percibidos por otros como atentados a la cul-

tura obrera y artesanal, a la dignidad del trabajador, y denunciados de manera irónica, por ejemplo, en el famoso film *Modern Times* (1936) de Charles Chaplin (1889-1977), en el que las cadenas de montaje, y la mecanización excesiva de la producción llegan a perturbar psicológicamente a la víctima del proceso que se pasea entre la cinta transportadora, la máquina de alimentación automática, el hospital o la cárcel, y al que sólo le queda como alternativa escapar de ese mundo asociado para Chaplin al desempleo, la huelga, la pobreza o el conflicto social. Anteriormente, algunas películas de Buster Keaton (1895-1966), *The Navigator* (1924) o *The General* (1926), habían presentado —a pesar de sus críticas al maquinismo— una visión más positiva de la relación con la máquina. Aquí el reto no consistía en escapar de la línea de montaje, sino, quizás recuperando las habilidades tradicionales provenientes de las antiguas culturas artesanas, intentar dominar la máquina y adaptarla a nuevas necesidades inesperadas <sup>64</sup>.

Ambos cineastas reflejaban, aunque con distintos matices, la preocupación por una cultura industrial deshumanizadora en las primeras décadas del siglo XX, que tenía incluso raíces más profundas en el siglo XIX <sup>65</sup>. En el corazón de la propia cultura industrial del Ochocientos, con la progresiva mecanización de la producción en el sistema de fábrica, el artesano se vio en dificultades crecientes por mantener su identidad. En 1934, el historiador Lewis Mumford (1895-1990) explicaba cómo el artesano había sido reducido en las nuevas industrias a un competidor de la máquina. En sus palabras, el primer requisito para su integración en el sistema de fábrica era la «castración de la pericia»; el segundo, «la disciplina de la miseria»; el tercero, «el cierre a toda ocupación alternativa mediante el monopolio de la tierra y la «des-educación» reducido a la función de una rueda, el nuevo trabajador no podía funcionar sin estar unido a la máquina <sup>66</sup>.

Quizás la visión de Mumford era demasiado pesimista, pero parece bastante evidente que la creciente mecanización y estandarización llevó a la progresiva desaparición de la creatividad manual. Ante esta situación surgieron actitudes contrarias al modelo industrial, defensoras de la cultura artesanal tradicional, la de las diversas «artes» de fabricar objetos, de preservación de las identidades a pequeña escala y de resistencia a la homogeneización. La cultura preindustrial de raíz gremial había configurado una identificación profunda con la figura del artesano, sus habilidades manuales, su capacidad de transmisión de viejos procedimientos de fabricación y de cohesión como

grupo. Algunos de los críticos de la industrialización británica, como por ejemplo William Morris (1834-1896), admiraban la calidad de la producción a pequeña escala en los talleres y detestaban los productos industriales del sistema fabril. John Ruskin (1819-1900) consideraba que la ciencia había separado al hombre común de la experiencia cotidiana. La nostalgia de la naturaleza perdida, el dolor por la desaparición de la creatividad artesanal y la belleza de sus obras eran factores importantes en ese tipo de discursos críticos <sup>67</sup>.

Algunos empresarios industriales demostraron una notable sensibilidad estética ante la progresiva mecanización y estandarización del producto, ante la aplastante victoria de la cantidad sobre la calidad. Éste fue, por ejemplo, el caso del fabricante textil inglés James Thomson (1779-1850); un hombre culto que poseía su propia biblioteca y laboratorio, incluso autor de algunos artículos científicos como *amateur*. Después de un viaje a Francia, tomó conciencia de la fealdad de las telas británicas en comparación con las francesas, a pesar del éxito en la producción masiva de las primeras en las nuevas factorías. Contrario a una mecanización total del proceso de impresión de colores, Thomson potenció el papel de los diseñadores y la necesidad de mantener algunos elementos de calidad de la tradición artesana de fabricación a pequeña escala. Fue un importante promotor de las escuelas de diseño y un incansable propagandista de la importancia de extender el buen gusto y la sensibilidad estética a toda la población <sup>68</sup>.

En ese contexto, surgieron numerosas acciones de protesta, a veces violentas. La defensa de un conjunto de valores, de raíz artesanal, justificaba, por ejemplo, actitudes luditas de odio a la máquina y destrucción de fábricas <sup>69</sup>. El antimquinismo se expresaba también en forma de huelgas, o quejas reiteradas ante la autoridad, pero dependía en cada caso del nivel de amenaza de los valores tradicionales de origen artesano que la introducción de una nueva máquina ponía en peligro. Los antiguos artesanos, ahora reconvertidos en trabajadores industriales, reclamaban una legislación que limitara la libre introducción de nuevas máquinas, para evitar así la aparición de monopolios, proteger el modelo de la producción por encargo y fuera del recinto de las nuevas factorías, y así evitar la destrucción de valores familiares y morales enraizados en el mundo artesanal. Los inventores de máquinas y los empresarios justificaban, sin embargo, la introducción de nueva maquinaria en aras del progreso económico, técnico e industrial, las virtudes morales del negocio, la conquista de nuevos merca-

dos y el derecho a la libertad de movimientos de capital. Los artesanos luditas eran, por tanto, más que un movimiento supuestamente irracional; defendían un conjunto de valores de raíz artesanal, que en muchos casos se habían de perpetuar hasta las factorías de producción en cadena ya en pleno siglo XX<sup>70</sup>. De nuevo se trataba de expresiones públicas, de discursos entrecruzados por la hegemonía de la máquina y sus valores asociados, en los que los diferentes públicos de la técnica tomaban posiciones de forma activa a favor de sus propios intereses ante un determinado cambio tecnológico.

La percepción pública del progreso industrial tenía además otras lecturas. Ante las duras condiciones de vida en las ciudades industriales, la salud pública y sus diferentes actores desempeñaron un papel corrector, a veces crítico, con relación al precio sanitario y medioambiental de esos acelerados cambios técnicos. El experto no podía abstraerse del deterioro de las condiciones de vida de las clases trabajadoras en las ciudades industriales, ante la dramática analogía entre miseria y enfermedad, más aún cuando la salud de los súbditos o ciudadanos era fundamental para la fortaleza del propio Estado liberal. Ante las reiteradas denuncias de los movimientos obreros sobre la desigualdad y la pobreza, el científico, y el médico en particular, se erigió en mediador social y moral, en agente de salud pública, que requería entre otras actuaciones de la ingeniería sanitaria y de la higiene social. La ciudad industrial estaba en conflicto con los intereses industriales de determinados procesos de producción. La actividad de las nuevas fábricas era percibida con frecuencia como una amenaza por muchos propietarios agrícolas de tierras colindantes a las ciudades<sup>71</sup>.

Al inicio del siglo XIX se discutía en la esfera pública sobre la lucha contra la enfermedad como una estrategia organizada y preventiva, el tratamiento de los residuos urbanos e industriales, las teorías epidemiológicas, la nutrición, la salud laboral o la educación sanitaria. Una de las principales estrategias era precisamente la divulgación médica. Cada individuo debía ser parte activa de la lucha contra la enfermedad. La reforma sanitaria implicaba además una reforma moral. En la década de 1830, las conferencias públicas, con frecuencia itinerantes, sobre anatomía, fisiología e higiene, se convirtieron en instrumentos importantes de una campaña para combatir la ignorancia. Las mujeres y las amas de casa desempeñaban de nuevo un papel activo en el ámbito doméstico, en temas como la cocina, el baño, el cepillado de dientes, el cuidado de los niños, la sexualidad infantil, la limpieza o

la economía doméstica. En buena medida, esas reformas sanitarias significaron además un contrapunto a las limitaciones de la medicina oficial en su lucha contra importantes epidemias, así como la emergencia de un nuevo público de la medicina, dispuesto a discutir la autoridad tradicional y la resignación pasiva ante la enfermedad. A lo largo del siglo XIX, irrumpieron en el mercado los manuales populares de higiene, que proponían un diálogo fluido entre médicos, legisladores y pacientes en general <sup>72</sup>.

En París, en las primeras décadas del siglo XIX, el llamado Conseil de salubrité reunió en su seno a un conjunto de expertos —químicos, veterinarios, médicos, farmacéuticos, etc.— que se encargaban de inspeccionar y clasificar las industrias como peligrosas, insalubres y nocivas. Además examinaban alimentos, ríos, mercados, cementerios, mataderos y baños públicos <sup>73</sup>. Promulgaban ordenanzas para la regulación de la fabricación y el uso de explosivos, la coloración de los alimentos, el depósito de basuras o la limpieza de los pozos. Emergían así nuevos expertos, los llamados ingenieros sanitarios, resultado de la convergencia de saberes médicos, científicos y técnicos, depositarios de una notable autoridad en las decisiones municipales relacionadas con proyectos de drenaje, alcantarillado, sistemas de ventilación y limpieza <sup>74</sup>.

El abogado inglés Edwin Chadwick (1800-1890) desarrolló un proyecto sanitario para proporcionar agua potable, un nuevo sistema de alcantarillado en continuo, y en general unas mejores condiciones de salubridad a la población británica. Su proyecto fue publicado en 1842 bajo el título *Inquiry into the Sanitary Conditions of the Labouring Population of Great Britain*, y contribuyó a reducir los índices de mortalidad y aumentar la esperanza de vida en la Inglaterra de las décadas centrales del siglo XIX. Sin embargo, la percepción de la obra de Chadwick en la esfera pública fue desigual y a veces controvertida. Los políticos temían un coste demasiado elevado de sus reformas para el erario público. Los médicos criticaban que un intruso en su profesión se ocupara de un proyecto sanitario de tal importancia. En 1854 consiguieron forzar la dimisión del equipo de Chadwick y reemplazarlo precisamente por médicos; un ejemplo dramático pero ilustrativo de la lucha por el reconocimiento del experto en la esfera pública, más allá de las estrictas decisiones académicas <sup>75</sup>.

El tratamiento de los residuos urbanos fue también un tema controvertido. De hecho coexistieron en muchas ciudades el sistema dis-

continuo y la técnica de «water carriage» o, en su versión francesa, el «tout à l'égout». En 1829, se recogían diariamente cien toneladas de excrementos en la ciudad de Nueva York, que se utilizaban como abono agrícola para los campos de cultivo colindantes. La evacuación continua de inmundicias requería de una costosa inversión pública, y los partidarios del sistema discontinuo tradicional defendían el uso de letrinas para la utilización de los residuos orgánicos como abonos agrícolas. Se oponían a las grandes inversiones públicas para la construcción de nuevas canalizaciones <sup>76</sup>. Por otro lado, la potabilidad fue también objeto de controversia. Los químicos profesionales ganaron progresivamente reconocimiento público, pero sus propias discrepancias sobre el resultado de los análisis en el laboratorio debilitaban su autoridad. Así como la literatura de la época sobre aguas minerales reflejaba la tensión entre médicos y químicos a la hora de decidir los criterios científicos que certificaban las propiedades terapéuticas de un manantial determinado, las publicaciones sobre aguas potables no determinaban claramente cuál era el grado de autoridad que tenían los análisis químicos <sup>77</sup>.

Otro tema de vivo debate público era el de la contaminación del aire. Sólo la Manchester Association for the Prevention of Smoke (MAPS) y la Nociuous Vapours Abatement Association (NVAA), formadas fundamentalmente por élites cultas y minoritarias, desarrollaron un discurso crítico respecto al humo. De hecho, numerosos expertos veían en la combustión del carbón la fuente principal de contaminación del aire, y el humo de las ciudades se había convertido en una clara evidencia de que el proceso de industrialización había ido quizás demasiado lejos. Era una prueba palpable de que la belleza o la salud se habían sacrificado en aras del beneficio económico, produciendo además un daño innecesario a las clases trabajadoras, con las consiguientes tensiones sociales que había que combatir. ¿Cómo progresar, sin embargo, hacia la eliminación del humo industrial en el aire urbano sin reducir el carbón necesario para locomotoras y barcos de vapor, altos hornos, hornos de coque, calefacción o cocina doméstica? En 1881, dos años después del famoso *fog* de Londres, se organizó la llamada *Exhibition of Smoke-Preventing Technology*, en la que se exponían todo tipo de estrategias para disminuir los humos urbanos, y que había de desembocar en una estrecha cooperación entre Gran Bretaña y Estados Unidos en temas de reducción de humos a principios del siglo XX <sup>78</sup>.

Pero la percepción pública de la contaminación era variada y a veces contradictoria. En Gran Bretaña, los movimientos contra el humo de las chimeneas provenían de determinadas élites, pero eran contestados por industriales y fabricantes, propietarios de minas e incluso trabajadores<sup>79</sup>. Para estos últimos, el humo de las chimeneas representaba bienestar y prosperidad económica, que se consideraban prioritarios al precio ambiental y sanitario que se pagaba por ese tipo de desarrollo<sup>80</sup>. Estas actitudes no presuponen, sin embargo, la pasividad de las clases trabajadoras por sus penosas condiciones de vida en la fábrica y en la ciudad. El fenómeno del mutualismo y de las sociedades de socorros mutuos, unidas en parte al desarrollo del movimiento obrero a lo largo del siglo XIX, representan un ejemplo emblemático de la preocupación activa de los públicos supuestamente menos ilustrados por su salud.

Ante la degradación moral evidente de las clases bajas en las ciudades industriales, las políticas de salud pública y la creciente medicalización de la sociedad convirtieron poco a poco al marginado, el pecador o el criminal, en paciente. La medida «empírica» del mal natural y del mal social se realizaba a través de múltiples visitas, entrevistas y diálogo con esos nuevos pacientes, que poco a poco se convierten en públicos de la ciencia, en suministradores de datos fundamentales para la propia investigación médica. En psiquiatría, conocemos, por ejemplo, el caso del médico austriaco Richard von Kraft-Ebing (1840-1902), y su trabajo con pacientes encerrados a causa de su peligrosidad social. En su libro *Psychopathia Sexualis* (1886), transcribía un conjunto de entrevistas con sus enfermos que le permitían describir un conjunto de tipologías de la enfermedad mental, un conjunto de historias clínicas que una vez publicadas habían de ser también de gran utilidad para potenciales lectores que identificaban su comportamiento o sus síntomas en las descripciones del propio libro, contribuyendo así a una definición más precisa de cada patología, y a la construcción de conocimiento médico nuevo. Kraft-Ebing exploraba así a través de sus entrevistas el comportamiento de pacientes de distinto origen social y ocupación: comerciantes, funcionarios, profesores, escritores, artistas, estudiantes de medicina o los propios médicos profesionales<sup>81</sup>.

Algunos médicos de inspiración anarquista se preocuparon por otras cuestiones de salud pública. Conocemos, por ejemplo, el caso de Gaspar Sentiñón (1835-1902), seguidor de Mijail Bakunin (1814-1876), y autor frecuente de artículos en revistas como *Acra-*

cia, *La Luz*, o en el periódico *El Productor*. Sus propuestas se centraban en el naturismo, la alimentación vegetariana y los consejos preventivos para la lucha contra el cólera, la viruela y la lepra. Traductor de libros de medicina popular como el famoso *Conócete a ti mismo* de Louis Figuier, miembro activo de la Liga Sanitaria de Barcelona desde su fundación en 1868, Sentiñón creó una comisión de higiene en el Ateneo barcelonés abierta a todas las personas interesadas por la salud pública. En 1877, La revista *La Salud. Semanario popular de intereses vitales*, editada conjuntamente con el doctor José de Letamendi (1828-1897), vendió 50.000 ejemplares en su primer número <sup>82</sup>.

Éstos son sólo algunos ejemplos de la polifonía de voces de la cultura industrial del siglo XIX y de su constante presencia pública; de las diferentes opciones defendidas por los diferentes actores. Nos transportan a un pasado más próximo a un árbol con intrincadas ramificaciones que a un solo tronco robusto y recto símbolo de un relato lineal y acumulativo. De igual modo, la pluralidad de públicos de la técnica ha continuado en el siglo XX aunque bajo otros parámetros, como veremos en el siguiente apartado.

### **Inventores, usuarios y consumidores**

En 1911, un opúsculo de la editorial Montaner y Simón presentaba a Thomas Alva Edison (1847-1931) en los términos siguientes:

«El hombre que desde las más humildes condiciones ha sabido encumbrarse hasta las posiciones más elevadas [...] sólo por su talento, por su trabajo, debiéndoselo todo a sí mismo, el inventor a quien se deben descubrimientos tan importantes que si hoy desaparecieran, aunque fuera únicamente por poco tiempo, se produciría una perturbación profunda en la actividad de todo el universo, bien merece la fama mundial que rodea el nombre de Edison, colocándolo entre los grandes bienhechores de la humanidad» <sup>83</sup>.

Esa imagen heroica del inventor era frecuente en esa época. A pesar de las actitudes tecnofóbicas y las resistencias artesanales y obreras descritas en el apartado anterior, el inventor y su hagiografía llegaron también a la cultura popular. Las biografías de grandes inventores escritas por Smiles, en particular sus cuatro volúmenes dedicados a las vidas de ingenieros célebres tuvieron una nota-

ble repercusión internacional. En 1906, la revista *Ciencia Popular* anunciaba la «Biblioteca indispensable a los obreros, a los estudiantes, a los Ateneos populares, bibliotecas y centros de cultura en general», donde aparecían las obras de Smiles para llevarlas «... en la mano y en el bolsillo como pudiéramos llevar [...] el periódico político más batallador»<sup>84</sup>.

Esa imagen idílica con tonos románticos del genio inventor, del ingeniero, ha permeado en buena parte de nuestra cultura técnica. No obstante, en los últimos años, algunos historiadores han denunciado reiteradamente cómo conceptos como «invención» e «innovación» han despertado mucho más interés que el término «uso», hasta el punto de que hemos asociado demasiado la historia de la técnica a la historia de la invención, a los grandes nombres —Leonardo, Watt, Stephenson, Marconi, Edison, etc.—, a las grandes máquinas, que en un sentido exageradamente determinista habrían cambiado el mundo de los pasivos y resignados usuarios<sup>85</sup>. La difusión de una técnica determinada no es, sin embargo, la medida absoluta de su importancia. Debemos tener en cuenta todas las opciones alternativas que se han propuesto y discutido en la sociedad, y considerar la posibilidad de que el usuario actúe como una guía o estímulo de la propia invención<sup>86</sup>.

Tal como se ha comentado en el apartado anterior, las grandes reformas urbanas del siglo XIX, y los consensos alrededor de los nuevos ingenieros sanitarios para la instalación del alcantarillado y mejora de las condiciones sanitarias de la población, requerían de debates públicos, no sin controversia. Tenemos continuas evidencias de cómo los debates sobre las grandes obras públicas siguen estando en primera línea en nuestras sociedades contemporáneas, en las que una cierta polifonía de razones e intereses ante la construcción de una nueva central nuclear, un tren de alta velocidad o un aeropuerto se hace más evidente que nunca. La comprensión de estos nuevos fenómenos y de sus raíces históricas pasa sin duda por avanzar hacia una nueva lectura más dinámica del usuario como protagonista del hecho técnico, que trasciende una imagen más bien tradicional de simple consumidor pasivo de todo tipo de objetos técnicos.

Debemos investigar cómo, en la práctica, el usuario consume, modifica, domestica, diseña, reconfigura y resiste a una determinada técnica, un conjunto de estrategias de apropiación activa, de negociación permanente entre los agentes de la innovación y los públicos de la técnica. Debemos rastrear su voz y sus argumentos a fa-

vor o en contra de determinada máquina. Cada grupo de usuarios puede dotar de sentidos diferentes a una misma técnica en continua discusión con sus diseñadores <sup>87</sup>. Desde esta perspectiva, cabe primar lo viejo con relación a lo nuevo, lo pequeño respecto a lo grande, lo mundano frente a lo espectacular, lo femenino respecto a lo masculino, la pobreza respecto a la riqueza, el mantenimiento y las reparaciones frente al diseño y la invención. De hecho, si fijamos nuestra atención en la invención nos podríamos concentrar en un grupo reducido de lugares que a partir de la época moderna se ubicarían fundamentalmente en Europa y Norteamérica. Sin embargo, si pensamos en la fabricación de los objetos, su geografía se extiende de manera considerable, y el mapa del uso de esos objetos sería todavía mucho mayor. Una aproximación al usuario de la técnica requiere, por tanto, un notable cambio de foco en nuestra fotografía del presente o del pasado <sup>88</sup>. Como propone el historiador David Edgerton, quizás la historia de la técnica del siglo xx no es como pensábamos hasta hace poco la historia de la aviación, la energía nuclear, la píldora contraceptiva e Internet, sino que está mucho más ligada a la historia del cemento, el DDT, el condón, el *ricksshaw*, el caballo o la bicicleta <sup>89</sup>.

Los diferentes grupos de usuarios contribuyen precisamente a esa visión plural de la técnica. A veces influyen directamente en un determinado cambio, mientras en otras ocasiones permanecen más alejados del discurso de los expertos, aunque acaban siendo también afectados por el mismo, en mayor o menor intensidad <sup>90</sup>. El usuario deviene con frecuencia consumidor en nuestras sociedades de producción masiva de bienes. En este sentido, el consumo de un determinado objeto técnico sería algo más que una simple transacción económica, y en el proceso de elección, el usuario estaría construyendo todo un universo de valores culturales y prestigio social, un hecho que obviamente no pasa desapercibido por los departamentos de *marketing* y las agencias de publicidad a la hora de buscar afinidades con los posibles compradores. Producción y consumo constituyen otra polaridad en permanente tensión ante la exposición constante de la técnica a la esfera pública.

Si pensamos, por ejemplo, en los productos químicos desde la perspectiva de los usuarios, los asociaremos rápidamente con cualidades prácticas, ligados a la vida cotidiana de millones de personas. A pesar de su imagen pública contemporánea, a veces negativa y relacionada con la contaminación del medio ambiente, su uso extensivo

en la alimentación, la cosmética, el vestido o los medicamentos merece sin duda una especial atención <sup>91</sup>. No es seguramente casual que las campañas publicitarias de la industria química pongan mucho énfasis en ese factor de cotidianidad como estrategia de seducción de los potenciales usuarios. Después de la imagen negativa que la palabra «química» adquirió después de la Primera Guerra Mundial por sus aplicaciones bélicas, se inició un movimiento de aproximación de la industria al público en general que tuvo representantes genuinos, por ejemplo en el eslogan de Du Pont, en 1935: «Mejores objetos para una vida mejor, a través de la química» <sup>92</sup>.

Du Pont lanzó esta campaña en tres nuevos museos de ciencia: Chicago (1933), Filadelfia (1934), Nueva York (1936), que abrieron sus puertas de par en par a la industria química para que presentara y financiara sus propuestas de exposiciones. En todos los casos, los objetivos de Du Pont con su *Better Things* eran fundamentalmente



Fig. 5.5. La química para chicas (1958). Un juego para estimular la vocación y el interés por esa ciencia entre las nuevas generaciones en Estados Unidos.

tres: convencer al consumidor de las bondades de los nuevos productos de síntesis, cambiar la antigua imagen de la empresa demasiado asociada a la producción de explosivos y material bélico, así como combatir la imagen pública de recelo hacia los negocios de las grandes corporaciones. Algunos testimonios de visitantes parecen indicar que los objetivos de la compañía se consiguieron en un alto porcentaje <sup>93</sup>. No obstante, los problemas de aceptación pública de la industria química y el recelo de los usuarios han continuado durante buena parte del siglo xx hasta nuestro presente. Fruto de ese malestar que nos acompaña a lo largo del libro, la mayoría de campañas destinadas a convencer al público que los productos químicos nos aportan salud, confort y bienestar, no han escapado a ese sentimiento de hostilidad por parte de sus receptores (figura 5.5) <sup>94</sup>.

Efectivamente, las reacciones contra la artificialidad son, y han sido en el pasado reciente, frecuentes entre consumidores e usuarios. En las décadas centrales del siglo xx, los plásticos eran presentados con frecuencia como nuevos materiales alternativos a la madera, los metales, las cerámicas, el vidrio o los materiales de origen natural en general, capaces de proporcionar nuevas posibilidades artísticas, de diseño y de coloración <sup>95</sup>. Entre 1939 y 1940, el Science Service, una organización no gubernamental norteamericana dedicada a la divulgación científica, organizó la exposición itinerante «Fabrics for the Future» en la que se presentaba la mayoría de nuevas fibras sintéticas, los nuevos polímeros incluido el famoso nylon <sup>96</sup>. No obstante, a pesar ese tipo de discursos o de las campañas de la industria química, grupos de usuarios, con sus intelectuales a la cabeza, habían de seguir denunciado que los plásticos se habían alejado demasiado de la naturaleza y, en consecuencia, podían ser perjudiciales para la salud <sup>97</sup>. El *New left manifesto against plastics* (1968), junto con obras importantes de amplia difusión, criticaba abiertamente el modelo de desarrollo industrial occidental, en el que los plásticos tenían un papel muy importante. Los actuales debates sobre la utilización de las bolsas de plásticos, sus problemas medioambientales y las actitudes tomadas por los consumidores son una buena muestra del continuo papel activo de muchos usuarios.

En el polo opuesto, el libro del periodista John Emsley, *The Consumer's Good Chemical Guide* (1994) presentaba unas décadas más tarde una metáfora del «usuario feliz». Se trata de un libro de divulgación de la química que usa de nuevo como estrategia la idea del uso satisfactorio en la vida cotidiana de multitud de productos quí-

micos que ayudan a hacernos la vida más agradable <sup>98</sup>. Sin embargo, sabemos de un número cada vez mayor de organizaciones de consumidores preocupadas por el consumo de determinados productos químicos. El contenido de ftalatos en cosméticos y juguetes ha sido regulado recientemente gracias a la presión de algunos de estos grupos, tanto desde la perspectiva de la información detallada sobre el producto que se proporciona a los consumidores, como desde la definición de los criterios de riesgo en sus diversos usos <sup>99</sup>.

Si analizamos el caso de la electricidad es fácil constatar cómo, a finales del siglo XIX, se extendió progresivamente a numerosas ciudades, y su llegada a los hogares produjo reacciones encontradas entre sus usuarios. La electricidad se había convertido en una fuente de energía nueva, un sistema de distribución hasta entonces inédito, un espectáculo fascinante y, en las primeras décadas del siglo XX, una fuente casi inagotable lámparas incandescentes y de nuevos electrodomésticos (ventiladores, planchas, radios, aspiradores, neveras, etc.). Ante algunos recelos tecnofóbicos por parte de los potenciales usuarios, se desarrollaron en muchos países ambiciosas campañas de publicidad y propaganda que pretendían legitimar al nuevo fluido ante sus usuarios y potenciales clientes <sup>100</sup>. Las exposiciones universales tuvieron un papel muy relevante en esa progresiva seducción de los visitantes (y también usuarios de la electricidad) y en su adaptación a un fluido que inicialmente causaba recelo y desconfianza. Esos templos del espectáculo de la ciencia permitían consagrar a inventores como Graham Bell, Marconi o Edison, pero al mismo tiempo tratar de forma irónica los temores del público ante las chispas eléctricas. Con el patrocinio entusiasta de las industrias, los futuros usuarios eran poco a poco domesticados con una retórica generalmente más próxima a la diversión que no a la propia comprensión científica del fenómeno.

A finales del siglo XIX, los potenciales usuarios pedían incluso explicaciones concretas sobre los misterios de aquel intangible llamado electricidad, ya que como consumidores iban a pagar por algo que de hecho nunca podría ver, ni tocar, ni cuantificar por sí mismos; sólo percibirían, y en el mejor de los casos disfrutarían, de sus efectos. Incluso el gran Edison tenía problemas para dar explicaciones convincentes sobre la naturaleza de la electricidad a sus potenciales clientes y usuarios. Así, la gran demanda por parte de los usuarios sobre un conocimiento preciso y fiable de la electricidad proporcionó a muchos individuos el ambiente ideal para convertirse en expertos, en

técnicos especialistas, en un terreno intermedio entre el mundo de los profesionales o ingenieros, el de los *amateurs* y el de los usuarios <sup>101</sup>.

No era extraño encontrar en diversas publicaciones comentarios como la el aparecido en 1931 en la revista *Electricidad Industrial y Doméstica*, en los términos siguientes:

«Nosotros, con nuestra revista, tratamos de hacer que el público conozca las manifestaciones progresivas de la electricidad, porque entendemos que, de este modo, contribuimos al desarrollo de la vitalidad de la industria y el comercio [...] procuramos poner al alcance de la mujer, digna de ser redimida de ciertos rudos y difíciles trabajos de la casa, el medio adecuado para esa redención, que se basa en la interpretación moderna de la ciencia casera, que puede llevarse a cabo gracias a la electricidad» <sup>102</sup>.

Si la publicidad iba especialmente dirigida a las mujeres amas de casa, la decisión de compra de un determinado electrodomésticos o instalación correspondía al hombre, así como la asimilación del los manuales de instrucciones. Los clientes como potenciales usuarios tenían además la oportunidad de asistir a demostraciones sobre las virtudes de determinada instalación o electrodoméstico, ya fuera en salas equipadas para ello en el centro de las ciudades o a través de comisiones de expertos itinerantes. Se encontraban además consejos eléctricos en la prensa diaria, publicaciones periódicas y especializadas, publicaciones humorísticas y anuncios luminosos, en la radio y en el mismo cine <sup>103</sup>. En ese contexto de técnica doméstica, las amas de casa, las criadas o los propios *amateurs* masculinos, consumidores ávidos de publicaciones de electricidad al alcance de todos, se convertían en usuarios activos, en públicos de la técnica que influían con sus opiniones y actitudes ante el consumo en las decisiones y estrategias de las correspondientes compañías. Los anuncios publicitarios corporativos actuaban como agentes clave de divulgación científica, en el caso de la electricidad pero también de la energía nuclear o la química, jugaban con la idea de que a más información técnica más capacidad de aceptación y consumo por parte del usuario.

Incluso antes de la invención del motor de explosión, tenemos suficientes evidencias históricas que demuestran cómo el invento de la bicicleta representó, en las décadas centrales del siglo XIX, por primera vez una posibilidad seria de libertad de movimientos para la mujer, algo extremadamente difícil en los antiguos carruajes. Se convertían

así en públicos activos capaces de moldear como usuarias las características de un determinado objeto técnico. La aplicación del motor a la bicicleta (la motocicleta) y el gran éxito del automóvil a principios del siglo XX no fueron más que consecuencia de esa tendencia creciente a la materialización del individualismo liberal capitalista en un nuevo medio de transporte que continúa hoy, un siglo más tarde, fascinando a millones de usuarios<sup>104</sup>. El automóvil se convirtió en una especie de prolongación material del individuo como usuario, en el símbolo de la libertad individual en los Estados Unidos de finales del siglo XIX. El éxito del primer utilitario, fabricado en cadena, el Ford-T, sería el resultado de esa combinación de individualismo y capacidad de control sobre un territorio de grandes dimensiones y poco estructurado con relación a las redes de ferrocarril que se habían tejido en el viejo continente a lo largo del siglo XIX.

Ante la fascinación de los jóvenes por su primer ciclomotor o su primer automóvil, o ante la identificación del objeto técnico con un estatus social determinado del usuario, parece indudable el peso de los valores culturales. Más allá de sus frías características en los manuales de instrucciones, las actitudes activas de los usuarios de la técnica influyen y condicionan el diseño y el desarrollo de la misma<sup>105</sup>.

\* \* \*

También desde la perspectiva del usuario, el historiador Arnold Pacey proponía hace unos años una mirada renovada al problema de la técnica. En su *people-centered technology*, se preguntaba cómo hubiera sido la técnica a lo largo de la historia si sus grandes inventores hubieran pensado más en sus potenciales usuarios y en desarrollar objetos más apropiados a las personas, que en las máquinas mismas que tenían entre manos<sup>106</sup>. Proponía, así, desarrollar una especial sensibilidad por comprender las sutiles relaciones de los usuarios con sus máquinas, sus habilidades manuales, capacidad visual y estética ante determinados ingenios, incluso su capacidad mecánica y visual de pensamiento. Algunas de sus principales conclusiones están en concordancia con buena parte del espíritu de este capítulo, y se resumen bien en las siguientes palabras:

«Durante demasiado tiempo [...] hemos asumido que el significado social de una máquina estaba definido por su inventor. Para contrarrestar esta simplificación, debemos considerar los significados de

la técnica desde la perspectiva de los usuarios de máquinas, los trabajadores de las fábricas, los consumidores [...] Algunas experiencias cotidianas con objetos y máquinas son también comparables con experiencias más especializadas en ingeniería o en la industria»<sup>107</sup>.

Los ejemplos anteriores muestran cómo la técnica está, y ha estado en el pasado, profundamente enraizada en la esfera pública, en la vida cotidiana de usuarios, consumidores, inventores, artesanos, ingenieros e incluso espectadores. Miles de personas contemplaban las ascensiones en globo desde finales de siglo XVIII, y hoy en día nos siguen fascinando desde el punto de vista estético o desde la simple aventura. La máquina es motivo de celebración en las exposiciones universales, en la inauguración de una nueva línea de ferrocarril, o de unas obras públicas que han durado años con el esfuerzo de muchos. En la fiesta de apertura de una nueva línea de metro suelen aparecer las autoridades políticas y los grupos económicos que la han diseñado y desarrollado, y pasan a un segundo plano más anónimo los simples trabajadores, que día a día han excavado cada centímetro de tierra en las profundidades con alto riesgo para sus vidas. Así, las inauguraciones oficiales, como las exposiciones, cumplen una función de bálsamo social, de manera que los públicos más olvidados de la técnica se sientan, aunque sólo sea por un día, protagonistas de la gran obra colectiva<sup>108</sup>. Con estrategia parecida se organizan jornadas de puertas abiertas al público en industrias, con visitas guiadas y explicaciones bien preparadas sobre los orígenes casi siempre «difíciles» de la compañía y su «heroico» crecimiento a lo largo de los años hasta el presente. La cultura técnica se hace pública, con unas determinadas intenciones de legitimación social.

Si volvemos a los globos, y pensamos ahora de nuevo en el accidente de Madame Blanchard que inauguraba este capítulo, identificaremos otro de los aspectos importantes de la proyección pública de la técnica. El accidente representa un fracaso, pero al mismo tiempo provoca un impacto enorme en la opinión pública. Coloca la técnica, con sus luces y sus sombras, en boca de millones de ciudadanos. Si intentamos rescatar al azar noticias científicas en la prensa cotidiana, desde el siglo XVIII en adelante, encontraremos con cierta frecuencia artículos dedicados a grandes catástrofes naturales (terremotos, erupciones volcánicas, inundaciones, etc.) junto a los dedicados a las catástrofes técnicas (accidentes de ferrocarril, explosión de calderas de vapor, accidentes de aviación, etc.)<sup>109</sup>. Desde esta perspectiva más

simétrica, las concepciones lineales, cientifistas de la innovación se sustituyen por un conocimiento más plural, imbricado socialmente, en el que el determinismo técnico unidireccional ha dado paso progresivamente a un amplio abanico de itinerarios posibles <sup>110</sup>. La vieja idea de una técnica diseñada de manera intencional por un grupo reducido de expertos para unos determinados fines muy precisos ha sido sustituida por otras concepciones en las que prima la incerteza y la participación activa de otros públicos. Así, grupos sociales diferentes pueden apropiarse de manera flexible de un determinado objeto técnico sin que podamos predecir *a priori* quién dominará a los demás. Los usuarios adquieren, por tanto, una gran capacidad de protagonismo en multitud de decisiones que acaban configurando las características de un determinado sistema técnico <sup>111</sup>.

Los expertos de la técnica tienen una gran influencia sobre las políticas urbanísticas, los transportes, la gestión de residuos, sobre nuestra propia experiencia como usuarios y consumidores. Sin embargo, su legitimación social depende también de movimientos de usuarios críticos, de resistencias al cambio, o de otras miradas alternativas, que actúan, según el filósofo Andrew Feenberg, como contrapeso para asegurar el carácter representativo de la propia técnica y eliminar sospechas de arbitrariedad o de la existencia de intereses ocultos. Si la técnica no tiene ese carácter público es inevitablemente objeto de malestar, desconfianza y contestación <sup>112</sup>.

## Capítulo 6

### LA CIENCIA MEDIÁTICA

«Hasta 1995, fue prácticamente imposible para cualquier científico publicar un artículo sobre [la hipótesis] Gaia, a no ser para desacreditarla; ahora finalmente es una teoría en espera de aprobación. Desafortunadamente para mí, el paso siguiente me conduce a una cruel bifurcación. Para establecer Gaia como un hecho probado debo tomar el primer camino, el de la ciencia. Como guía sobre la mejor manera de convivir con el planeta, sólo será creíble si obtiene el respaldo mayoritario de la comunidad científica —los políticos y las agencias gubernamentales no se arriesgan ante un mito— [...] Pero para que Gaia sea comprensible para todos debo tomar el segundo camino, el que me lleva al mundo posmoderno, donde la propia autoridad de la ciencia es puesta en cuestión. [...] ¿Cuál de estos dos caminos debo tomar?» (James Lovelock, 2000) <sup>1</sup>.

En 2000, en una reedición corregida del famoso libro *Gaia. A New Look at Life in Earth* (1979), el químico inglés, James Lovelock, expresaba dudas sobre la estrategia más eficaz para reforzar la autoridad de su teoría, una vez ésta había sido rechazada en las décadas anteriores por una gran parte de la comunidad científica. Como veremos más adelante, a parte de ser una bella metáfora más o menos acorde con los tiempos ecológicos y medioambientales que vivimos, la mayor parte de ciudadanos del planeta no tenemos una idea clara de la fiabilidad de Gaia, pero somos testigos de su presencia constante en los medios de comunicación en los últimos años.

El caso de Gaia es sólo uno más entre otros muchos ejemplos que han llamado la atención de historiadores, sociólogos y teóricos de la comunicación, y que nos hacen reflexionar sobre el fenómeno de la llamada mediatización de la ciencia, que se habrían intensificado en las últimas décadas. Según esta interpretación, a lo largo del siglo XX, los *media* habrían «contaminado» la ciencia, de manera que hoy en día el conocimiento científico académico y su versión mediática se realimentarían de manera intensa. Libros, revistas, prensa diaria, radio, televisión y más recientemente Internet contienen fragmentos de cono-

cimiento científico cuya legitimación estaría inevitablemente ligada a la lógica de estos propios medios. La ciencia y sus públicos habrían sucumbido, por tanto, a los intereses y la lógica de los medios de comunicación de masas <sup>2</sup>. Existen numerosas evidencias que nos invitan a considerar seriamente esta hipótesis. La versión mediática de un determinado tema científico aparece a veces con anterioridad a la publicación de artículos académicos especializados, con lo que se desplaza el centro de gravedad del discurso experto hacia la esfera pública <sup>3</sup>. Temas controvertidos ganan espacio en los medios precisamente por su naturaleza polémica, y no tanto por el contenido «estricto» de su investigación. Expertos y profanos negocian continuamente en complejos procesos en los que los valores, los intereses y las convicciones más o menos compartidas desempeñan un papel fundamental <sup>4</sup>.

La excesiva proximidad y casi promiscuidad intelectual entre el divulgador científico, la comunidad de científicos profesionales y los públicos receptores produce con frecuencia una percepción distorsionada. Aparece entonces una imagen superficial del científico como alguien que se supone termina por resolver problemas, aunque el público difícilmente conozca los detalles de su trabajo. Se produce una subordinación del contenido de la información a las características materiales y formales de cada medio. Los criterios de difusión de una noticia o de un programa con contenido científico tanto en los medios escritos como en los audiovisuales obedecen a factores a veces asociados a caricaturas, estereotipos, campañas o a la simple fascinación por lo alternativo y controvertido <sup>5</sup>.

Los medios se convierten así en entes flexibles, adaptables a los intereses de la audiencia, que, presa de ese tácito malestar, entre la admiración y el recelo, demanda por un lado verdades «ciertas», pero al mismo tiempo se regodea en el relativismo del accidente, el riesgo o la controversia pública entre expertos. Sólo así se explica por ejemplo la fascinación que las «pseudociencias», o ciencias no ortodoxas, ejercen en el público. Ante graves catástrofes naturales o enfermedades incurables, las especulaciones de algunos divulgadores, apoyadas en opiniones de determinados expertos, suelen incrementar los índices de audiencia <sup>6</sup>. Por otro lado, la ciencia es a menudo presentada en los medios como una empresa heroica, apolítica e intrínsecamente racional, que acaba por legitimar los propios intereses de científicos profesionales o de otros grupos de poder, desde su posición dominante <sup>7</sup>.

Una gran parte de las noticias científicas que aparecen cotidianamente en los medios provienen de gabinetes de prensa de corpo-

raciones privadas o administraciones, todas ellas con intereses muy concretos a la hora de dialogar con la esfera pública. En los medios, los divulgadores son percibidos con frecuencia como simples transmisores del trabajo de los científicos. Su éxito o fracaso profesional depende de sus habilidades a la hora de explicar al público los avances de la ciencia, pero no de su capacidad crítica ante los discursos dominantes de los expertos <sup>8</sup>. La vieja imagen confortable de una ciencia objetiva y neutral en manos de un grupo de expertos cuyos márgenes de autoridad estaban perfectamente definidos, esa visión tradicional de la divulgación científica, se ha desvanecido progresivamente ante la irrupción con fuerza de nuevos medios audiovisuales, que han modificado sustancialmente de forma cualitativa y cuantitativa la circulación de conocimiento científico a lo largo del siglo xx.

Los expertos se ven casi obligados a contrastar sus resultados en los medios, a discutir sus descubrimientos con sectores amplios de la sociedad, que, aunque son tratados con frecuencia como profanos, han adquirido un papel notable a la hora de validar determinadas políticas o líneas de investigación. En cierta medida, la irrupción de los nuevos medios de comunicación ha convertido la ciencia en más pública, aunque su exposición constante parece ser un arma de doble filo. Por un lado, puede permitir a los expertos ganar una autoridad que no consiguen en los círculos académicos (éste es, por ejemplo, el caso de Gaia); de ahí que los propios científicos busquen el impacto de los medios para sus propias estrategias profesionales, a veces incluso desafiando el sistema de evaluación por «referees», una de las reglas de oro del mundo académico. Por otro lado, esos mismos expertos se muestran con frecuencia vulnerables ante opiniones públicas volubles y ávidas consumidoras de información superficial, que pueden socavar su propia autoridad <sup>9</sup>.

En nuestras sociedades mediáticas parece ya muy difícil suponer que los científicos guardan sus desavenencias para la intimidad de sus laboratorios mientras que de cara al público, cuando abren las puertas, muestran «verdades» y consensos <sup>10</sup>. Gracias a numerosos estudios recientes, sabemos que las controversias científicas de dirimen cada vez más en público y que los medios de comunicación de masas modernos les dan cabida cada vez de forma más habitual. Ante la creciente debilidad de la autoridad científica de la academia, los medios capturan con facilidad esos temas «calientes», de difícil solución, de alta controversia y escasos consensos. Pensemos, por ejemplo, en el

debate generado recientemente alrededor de la gripe A y de las estrategias de prevención y combate de esta nueva pandemia, o en el problema del cambio climático al que dedicaremos unas páginas al final de este capítulo. He ahí dos ejemplos emblemáticos de la ciencia «mediática», cuya naturaleza pretendemos analizar con algo más de detalle a lo largo de las próximas páginas.

El marcado énfasis en determinados ejemplos del siglo xx no excluye, sin embargo, la posibilidad de pensar el problema de la mediatización de la ciencia con una perspectiva histórica más amplia, como un problema intrínsecamente relacionado con los mecanismos de divulgación científica, que a lo largo del último siglo no han hecho más que intensificarse de forma espectacular. Los mercados de libros de secretos en el siglo xvi, los pósters anunciadores del mesmerismo en las calles del París a finales del siglo xviii, los artículos en la prensa sobre ascensiones en globo, las demostraciones de Faraday en la Royal Institution, la presencia de periodistas en las sesiones de l'Académie des sciences en la época de François Arago, el gran espectáculo de la exposiciones universales, entre otros muchos ejemplos, podrían ser considerados como precedentes relevantes de la progresiva mediatización del conocimiento científico. A pesar de ello, el marcado carácter mediático del siglo xx, así como la densidad de acontecimientos científicos «tocados» en mayor o menor medida por los medios, aconsejan centrarse en el siglo pasado. Discutamos, por tanto, algunas de estas características fundamentales de esa mediatización de la ciencia a través de algunos ejemplos históricos.

### **Estrellas y planetas**

En la década de 1950, una teoría heterodoxa sobre el origen del Universo, desarrollada por el astrónomo británico Fred Hoyle (1915-2001), fue marginada de los círculos académicos, pero obtuvo un impacto mediático extraordinario a través de sus obras de divulgación y de ciencia ficción <sup>11</sup>. Hoyle había estudiado matemáticas en Cambridge, y su interés por la cosmología surgió después de la Segunda Guerra Mundial, en un momento en el que el papel activo de la ciencia en la victoria de los aliados había impactado profundamente en la opinión pública británica. Su ciclo de conferencias sobre astronomía en la radio, en la BBC, consiguió una gran audien-

cia. Allí empezó a presentar su teoría sobre el estado estacionario del universo, que acabó publicando en forma de libro, *The Nature of the Universe*, en 1950.

Con un lenguaje sencillo, Hoyle explicaba que nuestro planeta, los astros del sistema solar y las estrellas se habían formado a partir de un polvo primigenio, que se condensó hace billones de años. Presentaba en los medios una teoría sobre el origen y evolución del universo contraria a la del «big bang», a pesar del progresivo éxito que esta última había de adquirir en la comunidad científica. Para Hoyle, el universo no tenía ni principio ni final. Aunque las galaxias se alejaban de nosotros, nuevos átomos de hidrógeno eran creados para llenar su vacío<sup>12</sup>. El resultado era un universo en continua transformación pero también estacionario, en un sentido parecido al movimiento de las moléculas de agua que fluyen por un río con relación a su apariencia estable contemplado en su conjunto desde la distancia. Aunque el mismo Hoyle divulgó el término «big bang» a través de su programa de radio en la BBC, paradójicamente, se convirtió en uno de sus principales oponentes. Rechazó también la teoría de la evolución de Darwin a favor de la teoría de la panspermia, que sugería que la vida podía haber sido transportada desde otros planetas a la Tierra a través de partículas de polvo interestelar. Utilizó su teoría como fuente de inspiración de numerosas novelas de ciencia ficción. En 1962 escribió *A For Andromeda*, una novela que pronto se convirtió también en una serie de la BBC.

Ante los datos proporcionados por nuevas observaciones astronómicas consistentes con la teoría del «big bang», Hoyle modificó su explicación para intentar adaptarla a los datos empíricos, pero incluso así no fue aceptada en los círculos académicos británicos. Aunque, en 1957, fue nombrado miembro de la prestigiosa Royal Society, la animadversión de los astrónomos profesionales en contra de su teoría forzó a Hoyle a aceptar una invitación en la Universidad de California, donde encontró un ambiente intelectual más propicio para combinar su trabajo académico con la divulgación científica. En 1957 publicó una famosa novela de ciencia ficción, *The Black Cloud* y persistió, sin embargo, en la utilización de los medios para la difusión de su cosmología. *The Black Cloud* contaba la irrupción de una enorme nube de gas en el sistema solar que amenazaba con destruir toda la vida de nuestro planeta al impedir la llegada de la radiación solar, una ficción que reforzaba en buena parte su propia teoría sobre el origen del universo.

En diversas obras de ficción, Hoyle presentó su hipótesis de un origen de la vida proveniente del espacio, fruto de su continuado interés por el polvo interestelar, cuyas características espectrales estudió durante años, incluso llegando a proponer algunas analogías entre las partículas de ese polvo y determinadas bacterias. Aunque Hoyle hizo diversos intentos por recuperar posiciones en la comunidad científica a lo largo de su vida, su éxito académico fue casi siempre inversamente proporcional a su éxito mediático. Así, su obra de divulgación e incluso de ficción —hemos visto ejemplos de épocas anteriores en los que tampoco es fácil delimitar dónde termina un género y empieza el otro— le permitió dialogar con el público, en particular con sus lectores y con los oyentes de la BBC, así como especular sobre los propios límites de su controvertida teoría.

Si desde el polvo interestelar de Hoyle dirigimos ahora nuestra atención a las características de la superficie de nuestro propio planeta, hallaremos algunas interesantes coincidencias. Como hemos presentado al inicio del capítulo, en 1961, en plena carrera espacial, James Lovelock empezó a considerar la posibilidad de analizar la Tierra como un planeta vivo en su conjunto, de manera holística, como un organismo que sólo puede comprenderse de forma global. Aunque rectificó más adelante algunos aspectos de la misma, Lovelock defendía en 1979 que las condiciones físico-químicas de la superficie de la Tierra, de la atmósfera y de los océanos se habían adaptado progresivamente a la presencia de la vida en el planeta y habían evolucionado conjuntamente. Se trataba de un sistema autorregulado por y para la vida, a través de complejos procesos de retroalimentación.

A pesar de la controversia y las críticas que su teoría ha generado en los círculos académicos en las últimas décadas (de ahí el paralelismo con el caso de Hoyle), se encuentran referencias más o menos superficiales sobre ella en multitud de foros y medios de comunicación. La idea Gaia ha estado en boca de divulgadores científicos, historiadores, filósofos, periodistas, políticos, escritores de ciencia ficción, científicos y religiosos. Knut Kloster, magnate naviero noruego y presidente de World City Corporation, decidió donar a Lovelock 75.000 libras para sufragar los gastos de los tres Congresos en torno a Gaia que tuvieron lugar en Oxford (1994, 1996 y 1999). En 2002 incluso se botó un «GaiaShip», un crucero con capacidad para 1.400 pasajeros <sup>13</sup>.

A sugerencia de su amigo, el premio Nobel de literatura, William Golding (1911-1993), Lovelock bautizó su teoría como Gaia, en ho-

nor de la diosa griega de la Tierra, la naturaleza y la vida; una denominación considerada como poco «rigurosa», rechazada por muchos científicos profesionales. Efectivamente, la hipótesis de Lovelock fue expuesta en diversos foros y en ocho artículos especializados pero no consiguió captar el interés de los expertos. Ya en 1975, su artículo «The quest for Gaia», publicado en la revista *New Scientist*, llamó sin embargo la atención de muchos lectores. Al poco tiempo, Lovelock recibió invitaciones de diversas editoriales para escribir un libro sobre la teoría, que en 1979 se había de convertir en su primer gran éxito editorial, todavía hoy reeditado y traducido.

Gaia ha despertado efectivamente más simpatías entre los movimientos ecologistas que entre los círculos académicos. En 1988, Edward Goldsmith, el editor de la revista *The Ecologist*, la percibía como la esperanza de una nueva epistemología científica, una idea que ha inspirado también el pensamiento feminista que asocia nuestra percepción de la naturaleza a una determinada construcción de género. Desde su punto de vista, la facilidad con la que podían extrapolar principios sociales, éticos e incluso espirituales de la hipótesis Gaia, explicaba el entusiasmo con que había sido recibida por parte del movimiento ecologista, que a su vez no gozaba de suficiente reconocimiento científico, o que incluso podía ser antagónico con la ciencia oficial <sup>14</sup>. Para Goldsmith, la hipótesis Gaia representaba una especie de ecología prístina, pura, todavía no pervertida por sus intentos de aproximación a la ciencia ortodoxa para instalarse así en el mundo académico. Gaia era un método, una nueva forma de análisis y comprensión de la naturaleza, que reivindicaba de nuevo lo orgánico, lo holístico, sobre lo mecánico; una liberación de la pesada losa de la ciencia moderna que otros autores críticos, como Carolyn Merchant, habían también denunciado desde una perspectiva de género <sup>15</sup>.

No obstante, las reacciones del mundo académico no se hicieron esperar. En 1981, el bioquímico W. Ford Doolittle criticó Gaia por ser demasiado teleológica y «maternal» en su artículo «Is Nature Really Motherly?», y advirtió que el contenido del libro de Lovelock podía desorientar al público. Un año más tarde, el conocido divulgador Richard Dawkins consideró que Gaia no podía estar viva al no tener competidores, ya que entonces el universo tendría que estar repleto de sistemas planetarios muertos y Gaia tendría que tener alguna forma de reproducción. Ante esos primeros contratiempos, Lovelock decidió reforzar su anclaje en la esfera pública con nuevas es-

trategias. En 1983 creó el modelo de DaisyWorld: una simulación de un mundo hipotético que circulaba alrededor de un sol cuya temperatura aumentaba con el tiempo. Como en el caso de Hoyle, en 1984 Lovelock y Michael Allaby escribieron la novela de ciencia ficción *The greening of Mars*. El libro cuestionaba a los científicos anclados en sus barreras disciplinarias, y defendía la creatividad de hipótesis arriesgadas como Gaia.

Pero la alianza mediática de Lovelock tenía otras derivadas. Trabajó en colaboración con la microbióloga estadounidense Lynn Margulis, cuya teoría de la simbiogénesis (una explicación sobre la cooperación celular) ha tenido una gran importancia en la comunidad académica internacional. Margulis es además autora de unos cuarenta libros de divulgación pensados para el gran público, y que superan en creces el número de sus trabajos de investigación aparecidos en revistas especializadas. Entre sus artículos académicos, libros de textos y libros de divulgación, Margulis ha recorrido diversos registros de comunicación, que en diferentes etapas de su vida científica han resultado ser más complementarios y compatibles que los de Lovelock.

De hecho, Gaia está hoy en manos de múltiples públicos de la ciencia. La idea de la Tierra como planeta vivo va más allá del estricto núcleo de expertos para discurrir entre éxitos de ventas, novelas de ciencia ficción o reportajes televisivos. La hipótesis Gaia es suficientemente polémica como para abrir nuevas líneas de investigación y al mismo tiempo inspirar a artistas, ecologistas y autores de ciencia ficción. El problema no reside tanto en decidir si se trata de una «buena» o «mala» teoría, sino más bien en evaluar las distintas aproximaciones que la propia teoría ha abierto en las últimas décadas, y cómo éstas han penetrado en los círculos de expertos, pero también en los de los supuestos profanos. Desde la ciencia ortodoxa y oficial, la teoría nunca ha dejado de verse como demasiado especulativa, antropomórfica y teleológica. Los intentos de Margulis y otros para normalizarla de alguna manera dentro del sistema académico nunca han dado demasiados resultados. De ahí que Gaia haya pasado a jugar sus cartas más en el terreno de la autoridad moral (probablemente más próxima al público profano) que en el la autoridad científica, en el que parece perder la mayoría de sus partidas. A pesar de las controversias, o quizás gracias a su proyección mediática, la teoría de Gaia se ha expandido espectacularmente hasta todos los rincones de nuestra sociedad.

## Moléculas mediáticas

La imagen pública de la biología molecular, una de las disciplinas estelares de la ciencia del siglo xx, ha estado estrechamente ligada al propio programa de investigación de sus expertos. En 1968, James Watson (1928-), uno de los padres fundadores de la nueva disciplina y protagonista de la elucidación estructural del ADN juntamente con Francis Crick (1916-2004), publicó *The Double Hélix*. Con ese libro Watson pretendió divulgar una determinada imagen, un nuevo estilo de investigación en biología, que atrajera a los jóvenes lectores hacia esa nueva especialidad, y no tanto traducir un conjunto de ideas complejas, y hasta cierto punto esotéricas, para un público amplio <sup>16</sup>. Su estilo agresivo, su carga autobiográfica, la elegancia del modelo molecular del ADN y las continuas celebraciones del «annus mirabilis» de 1953 explican en buena medida el impacto público de esa molécula y la épica de su descubrimiento. Sin embargo, otra cosa muy distinta —precisamente la divulgación que Watson no hizo— es la comprensión por parte del público del ADN y sus funciones <sup>17</sup>.

Watson no pensaba en su obra de divulgación mientras trabajaba en la elucidación estructural del ADN —de hecho pasaron quince años desde la publicación del descubrimiento (1953) hasta la aparición de *The Double Helix* (1968)— pero el impacto mediático del libro contribuyó a legitimar su trabajo y su liderazgo en un momento de consolidación de una nueva disciplina científica como la biología molecular. Watson reflejaba así una nueva visión molecular que trascendió las paredes del trabajo en el laboratorio para convertirse en un profundo cambio cultural que ha impregnado las sociedades occidentales en la segunda mitad del siglo xx, hasta el punto de convertir el ADN en un icono en la esfera pública, análogo a la relatividad de Einstein. Las características de un individuo y su propia identidad tienen hoy un fuerte componente genético. La descripción y clasificación de las enfermedades se ha visto influida por características de nuestras secuencias de aminoácidos. La investigación en estos campos se estructura en grandes equipos de trabajo, con nuevos instrumentos (ultracentrífugas, técnicas de electroforesis, cromatografía, difracción de rayos X, microscopios electrónicos, etc.), nuevos organismos y nuevos experimentos, de la nueva cultura científica que Watson pretendía divulgar en *The Double Hélix* <sup>18</sup>.

Uno de los iconos del siglo XX es la famosa fotografía en la que se muestra el modelo molecular del ADN junto a sus descubridores Watson y Crick. Sin embargo, lo que es menos conocido es precisamente la historia de esa imagen. La fotografía fue tomada en mayo de 1953, justo dos meses después de que ambos científicos construyeran ese modelo pionero, pero no fue publicada. Su aparición tuvo lugar precisamente como ilustración del *The Double Helix*, en 1968. Fue la campaña de proyección pública de la nueva biología molecular lo que convirtió a esa imagen en una de las más conocidas del siglo, penetrando incluso en la cultura popular. En buena medida, el descubrimiento inicial se había «fabricado» para el público<sup>19</sup>. En el fondo, su presencia en los medios revertía en el reforzamiento de su propia autoridad científica.

La difracción de rayos X para la determinación estructural de macromoléculas y su aplicación a la biología tuvieron también una importante proyección pública en los medios. Éste fue, por ejemplo, el caso de Linus Pauling (1901-1994), premio Nobel de química (1954) y premio Nobel de la paz (1962) por su pacifismo militante durante la Guerra Fría, incansable divulgador de la nueva biología molecular, o defensor de campañas a favor de la vitamina C como agente de prevención de numerosas enfermedades<sup>20</sup>. Una de las grandes intuiciones de Pauling, que había de tener importantes aplicaciones médicas, fue la idea de que la forma y el tamaño de las moléculas, más que su propia composición química, influían en su interacción con las proteínas de las células del paciente. Su estudio de la anemia falciforme (*sickle cell anemia*) y la posibilidad de que cambios de origen genético en la forma de la hemoglobina estuvieran en el núcleo de su explicación, causó un gran impacto público, sobre todo después de la publicación de un artículo en la revista *Science* en 1949, que marcó el inicio de la patología molecular e hizo famosa más adelante la frase de Pauling «el ser humano es simplemente una colección de moléculas»<sup>21</sup>.

Pauling contribuyó de manera notable a la aplicación de la mecánica cuántica al enlace químico, tal como lo prueba el éxito de su libro *The Nature of the Chemical Bond*, publicado en 1939, en su versión popular, *The Architecture of Molecules* (1964), y en sus libros de texto. Aunque seguramente su popularidad mediática no es comparable a la de Einstein, sus campañas y apariciones públicas frecuentes producían de nuevo, como en el caso del descubridor de la relatividad, esa compleja intersección entre conocimiento académico espe-

cializado y una cierta sabiduría popular elevaba la estatura moral del propio personaje y reforzaba su autoridad científica.

Pero la batalla mediática de la genética tenía también otras derivadas. A finales de los años sesenta, se desarrolló un estudio del síndrome XYY, un cromosoma supuestamente culpable de nuestros instintos criminales, que causó un notable revuelo en los medios. La aparición de numerosas noticias sensacionalistas sobre esta cuestión (el interés por las bases biológicas de nuestra conducta es un tema de gran atractivo desde la óptica periodística) influyó negativamente en la investigación académica que se estaba llevando a cabo, hasta el punto que los científicos acusaron a los periodistas de haber distorsionado los datos <sup>22</sup>. Un estudio más detallado de este caso sugiere, sin embargo, que los propios científicos participaron activamente, incluso con tintes sensacionalistas, en el proceso de divulgación de su investigación en los medios. En 1967, Eliot Slater, editor del *British Journal of Psychiatry*, escribía en *World Medicine*, una publicación «intermedia», ni demasiado popular ni demasiado experta, que era posible la existencia de una base biológica para explicar un hecho significativo que había preocupado a los criminólogos durante décadas: la elevada proclividad del macho a delinquir en comparación con la hembra. Si dos cromosomas Y podían provocar un serio comportamiento antisocial, quizás uno solo era suficiente para generar un cierto riesgo <sup>23</sup>. En consecuencia, el conocimiento científico sobre el cromosoma XYY fue determinado por el contexto y las condiciones de su exposición pública, aunque los propios científicos en sus declaraciones posteriores quisieran rescatar de nuevo esa imagen del genio aislado del mundo trabajando en la intimidad hasta el momento del deseado eureka, y la posterior abertura del laboratorio a la sociedad.

En las últimas décadas del siglo xx, se hace también evidente la estrecha relación entre el desarrollo de una determinada comunidad científica local y su imagen pública en la prensa. En un reciente estudio sobre los artículos de genética publicados en el periódico *El País* desde su fundación en 1976 hasta la actualidad, se demuestra cómo el rotativo generó una cierta imagen neutra de esa disciplina emergente, sin entrar demasiado en sus consecuencias sociales ni en sus implicaciones ideológicas, y contribuyó así a su consolidación y profesionalización en España. No obstante, ante proyectos ajenos a la participación española, como el del genoma humano, los periodistas de *El País* no dudaron en discutir aspectos éticos, políticos o económicos del problema.

En artículos sobre los orígenes genéticos de determinadas enfermedades o sobre instrumentos de diagnóstico genética (los temas desarrollados por los científicos españoles), los periodistas adoptaron una actitud «técnica», integrando de manera acrítica informaciones que aparecían en la prensa internacional. Sin embargo, los artículos relacionados con la secuenciación del genoma humano no sólo informaban de los últimos descubrimientos, sino también de sus potenciales consecuencias en la sociedad. Las diferencias son especialmente relevantes, ya que, en el caso del genoma humano, el estilo de artículo coincidía con lo que el libro de estilo del periódico consideraba como un buen texto de divulgación científica, que sin embargo no se aplicó a los artículos publicados sobre relaciones entre genes y enfermedades<sup>24</sup>. Estas estrategias coinciden en gran parte con otros intentos de legitimación de una determinada disciplina emergente en la esfera pública. Más allá del caso español, sabemos que en contextos de competencia creciente para obtener financiación y bajo la presión de la opinión pública y de los medios, los expertos en genética humana hicieron un esfuerzo notable para mejorar su imagen pública, hasta el punto de construir un lenguaje nuevo de la disciplina adaptado, a veces quizás en demasía, a los intereses de los propios medios<sup>25</sup>.

Pero la proyección mediática de algunas moléculas singulares ha ido más allá de la propia genética. En 1996, los periódicos de todo el mundo anunciaron que los profesores Harold Kroto, Robert Curl y Richard Smalley habían obtenido el premio Nobel de química por la síntesis de una molécula de sesenta átomos de carbono, el llamado fullereno o «buckyball», en honor al arquitecto Richard Buckminster Fuller (1895-1983), que había construido un cúpula geodésica con una estructura similar para la Exposición Universal de Montreal (Canadá) en 1967. La simetría e incluso belleza estética del  $C_{60}$  pronto llegó a los medios. Se publicaron rápidamente varios libros para su divulgación<sup>26</sup>, y el nuevo compuesto fue objeto de programas en la BBC, radio, videos, etc. De hecho, el  $C_{60}$  estaba descrito desde 1985 en un artículo en la prestigiosa revista *Nature*, pero su estructura seguía teniendo algo de especulación sin una muestra pura aislada experimentalmente en el laboratorio que la pudiera confirmar completamente. El  $C_{60}$  generó, por tanto, algunos recelos junto a grandes entusiasmos. El libro de divulgación de Hugh Aldersey-Williams, *The Most Beautiful Molecule: The Discovery of the Buckyball*, publicado en 1995, se promocionaba con comentarios como los siguientes:

«Hace diez años el descubrimiento del fullereno, [...] consternó a la comunidad científica [...] Esta molécula extraña, también conocida como “buckyball”, está compuesta por 60 átomos de carbono ordenados en una esfera de configuración hexagonal y pentagonal parecida a un balón de fútbol. Debido a su simetría casi perfecta, los científicos la llamaron “la más bella de las moléculas” [...] su descubrimiento final fue sólo el principio de una intensa y continuada búsqueda para comprender esa nueva organización de uno de los elementos químicos básicos. La confirmación de su estructura requirió cinco años de trabajo y estimuló un esfuerzo económico y de investigación sin precedentes. [...] Gigantes como AT&T, Du Pont, Exxon, e IBM iniciaron una feroz competencia por encontrar aplicaciones prácticas, que todavía continúa»<sup>27</sup>.

Ningún físico o químico esperaba que los átomos de carbono se organizaran bajo esa simetría, y de hecho Curl, Kroto and Smalley continuaron sus trabajos hasta 1990 para obtener nuevas evidencias de que la estructura que habían propuesto debía ser corregida. En 1990, los físicos identificaron otras estructuras  $C_{60}$ , que confirmaron la hipótesis inicial. Así se abrió la posibilidad de estudiar otras moléculas todavía más complejas  $C_{70}$ ,  $C_{76}$ ,  $C_{78}$  y  $C_{84}$ . Las propiedades hasta entonces inéditas de las nuevas sustancias contribuyeron al interés creciente por un nuevo ámbito de estudio de la química, con importantes consecuencias en especialidades como la astroquímica, la superconductividad y los nuevos materiales. La «existencia» inicial del fullereno se debió, sin embargo, en buena parte a su impacto mediático, al interés de los medios por esa historia épica que combinaba investigación científica con belleza estética<sup>28</sup>. Quizás no por casualidad la *Enciclopedia Británica* presenta todavía hoy en su sección dedicada a premios Nobel, los fullerenos, en particular la esfera altamente simétrica  $C_{60}$ , como moléculas de una belleza y una elegancia capaz de estimular la imaginación tanto de expertos como de profanos, de construir puentes entre las ciencias, la arquitectura, las matemáticas, la ingeniería y las artes visuales, de haber abierto un nuevo capítulo en la historia de la nanotecnología<sup>29</sup>.

## Nuestros antepasados

La paleoantropología, la ciencia que estudia los orígenes del hombre, del Homo sapiens en su estado actual, está llena de controver-

sias. Los fósiles de homínidos son muy escasos y difíciles de datar e interpretar, ya que se hallan fragmentados, a menudo deformados y son de datación incierta. Nuevos hallazgos como el *Homo floresiensis* en Indonesia en el año 2004 o algunos más recientes parecen situar la genealogía humana en debate permanente. La disciplina se encuentra en un estado de revisión constante, con importantes discrepancias entre los expertos. Además, como admiten los propios paleoantropólogos, sus interpretaciones se ven inevitablemente influidas por diferentes ideologías y visiones del mundo.

La paleoantropología es además una ciencia profundamente «pública». Desde los tiempos de Darwin, existe una larga tradición de explicación directa al público de los últimos hallazgos, incluso sin haber sido discutidos con otros expertos con suficiente antelación. La imagen del paleoantropólogo como un aventurero, cazador de fósiles humanos en todos los continentes se complementa con la descripción de sus excavaciones en revistas populares, conferencias públicas y museos. En todos estos espacios se negocian continuamente las preguntas acerca del significado de lo humano. ¿Quiénes somos?, ¿de dónde provenimos?, ¿qué nos distingue de otros seres vivientes? Éstas son las eternas preguntas que aseguran el interés de la audiencia.

En 1974, cuando los paleoantropólogos encontraron el fósil AL-288-1 en la depresión de Afar en Etiopía, lo bautizaron como «Lucy». Su fama se debe en buena parte al hecho de que, al contrario de la mayoría de los hallazgos fósiles, este *Australopithecus afarensis* estaba relativamente completo (se ha conservado un 30 por 100 de su esqueleto). En Etiopía, estos ochenta huesos se consideran un tesoro nacional. Efectivamente, Lucy representa un punto de referencia clave para la paleoantropología, con presencia constante en los medios de comunicación y en los museos. Numerosos libros de divulgación llevan su nombre en el título, y se han diseñado reconstrucciones en tres dimensiones para ser expuestas en museos<sup>30</sup>. No obstante, Lucy ha sido objeto de fuertes controversias entre los expertos en paleoantropología, respecto a su género, su locomoción o la especie a la que pertenece. En 2006 surgió un intenso debate sobre la conveniencia de enviar los restos de Lucy a los Estados Unidos para ser expuestos en diversos museos. Lucy se ha convertido además en un ejemplo de debate sobre la ciencia postcolonial. No cabe duda que se trata de un hallazgo africano rentabilizado por el sistema científico y propagandístico de Occidente. En este sentido puede ser conside-

rado como objeto de frontera, intermedio entre los círculos académicos de los expertos y la esfera pública <sup>31</sup>.

El caso de la proyección mediática de Lucy puede extenderse además a otros muchos ejemplos. Para los paleoantropólogos es habitual escribir libros de divulgación con la intención de reforzar su autoridad para la obtención de financiación suficiente para sus investigaciones. Esos libros actúan además como una especie de campo de batalla que se extiende más allá de los círculos académicos para mantener vivas determinadas controversias. Desarrollan además una especie de meta-narración de la disciplina, manteniendo abiertas cuestiones acerca de la prehistoria humana, que no sería posible discutir con la misma libertad en artículos académicos. Donald Johanson y Richard Leakey, por ejemplo, deben su respectiva fama a la divulgación de sus épicas búsquedas de fósiles en el este de África.

Desde finales de los años setenta hasta nuestros días, el hallazgo de los restos de homínidos fósiles en el yacimiento de Atapuerca (Burgos) ha tenido un gran impacto en el debate sobre la llegada a Europa de nuestros antepasados. Atapuerca ha significado una fuente inagotable de hallazgos. Por ejemplo, la cueva denominada Gran Dolina contiene once niveles estratigráficos, en los que se han encontrado restos fósiles de vertebrados y utensilios fabricados por los homínidos, junto a ciervos gigantes y rinocerontes, entre otros mamíferos. En el yacimiento de la Sima del Elefante se han hallado herramientas que demostrarían que los homínidos ya exploraban las cavidades de la sierra de Atapuerca hace algo más de un millón de años. Juan Luis Arsuaga, uno de los líderes del proyecto, describía en 1999 el yacimiento como un lugar único en el mundo para la documentación precisa de cambios climáticos, ecosistemas, grupos humanos, sus técnicas y su comportamiento a lo largo del tiempo; el mejor yacimiento paleolítico y arqueológico, una «montaña mágica» <sup>32</sup>. En particular, el hallazgo de restos del llamado Homo antecesor en Atapuerca ha tenido un fuerte impacto público en los medios de comunicación y ha aparecido en numerosos libros y publicaciones de divulgación. Según sus descubridores, el Homo antecesor podía ser el ancestro común del Homo neanderthalensis y el Homo sapiens. Se trataría de una especie de proporciones similares al hombre actual, con un volumen corporal algo mayor, un tronco más ancho y una capacidad craneal algo menor. Su ubicación en el árbol genealógico de la evolución humana sigue siendo, sin embargo, controvertida para la comunidad internacional de expertos.

A pesar de ello, de manera similar al caso de Lucy, Atapuerca ha permitido a paleoantropólogos españoles una presencia espectacular en los medios y ampliar así su esfera de influencia pública. Los líderes del proyecto, Arsuaga, Eudald Carbonell y José María Bermúdez de Castro, mantienen una actividad que trasciende ampliamente los reducidos círculos del debate académico. Han escrito entre los tres casi treinta libros de divulgación dedicados, en particular, a explicar el proyecto Atapuerca y su propia aventura intelectual, y, en general, a difundir los grandes debates internacionales sobre los orígenes del hombre. También sorprende su capacidad de producción de diversos géneros de divulgación. Arsuaga, por ejemplo, ha llegado a escribir novelas sobre el yacimiento (he aquí de nuevo el complejo problema de la intersección de la ciencia con la literatura), o un libro para niños, pero también libros sobre el papel de la alimentación en la evolución humana y otro sobre Darwin. Bermúdez y Carbonell publicaron un libro que se estructura en forma de diálogo entre ellos. Carbonell ha escrito también textos con marcado carácter filosófico en los que reflexiona sobre las características del proceso de humanización. Esta ingente actividad divulgadora se completa además con la publicación de artículos en periódicos y revistas, visitas guiadas a la zona, documentales en televisión, exposiciones, páginas web y blogs, sin descuidar, sin embargo, la publicación de artículos académicos en prestigiosas revistas (figura 6.1).

Se constituye así una tupida red de estrategias comunicativas en aras de la consolidación de su autoridad científica a escala nacional e internacional. El resultado es en buena parte una financiación generosa, pública y privada, del proyecto de Atapuerca, mientras otras excavaciones con potencial quizás parecido quedan en segundo término y prácticamente desconocidas. Parece claro, por tanto, que el gran éxito de la excavación de Atapuerca no se puede explicar solamente a partir de la cantidad y calidad de los fósiles encontrados, ya que los huesos se han combinado desde el inicio del proyecto con una actividad frenética de divulgación a través de todos los medios. Son frecuentes las referencias a «nuestros antepasados» con relación a los fósiles hallados, y el *Homo antecessor*, a pesar de su controvertida posición en el árbol de la evolución humana para la comunidad internacional, no ha sufrido nunca críticas, sino todo lo contrario, desde la prensa española, en una actitud parecida al trato recibido por los genetistas, antes mencionados <sup>33</sup>.



Fig. 6.1. Ilustración de la cubierta del libro de Juan Luis Arsuaga e Ignacio Martínez, *La especie elegida. La larga marcha de la evolución humana* (1998); un ejemplo de la enorme producción divulgativa y mediática del proyecto Atapuerca.

El caso de Atapuerca pone claramente de manifiesto cómo los científicos subordinan con frecuencia su trabajo a la lógica de los medios de comunicación. Carbonell, Arsuaga y otros miembros del equipo hablan habitualmente de los periodistas como «nuestros amigos». Títulos como «The first homínid in Europe», aparecido en la revista *Nature* en 2008, no se sustraen tampoco a ese plus mediático en la presentación de un determinado hallazgo <sup>34</sup>. Los propios investigadores lanzan mensajes más o menos sutiles no solamente al público lector en general, sino a sus propios colegas, con los que mantienen importancias discrepancias con relación al árbol de la evolución humana. En ese contexto, los expertos de la paleoantropología, en

general, y el grupo de Atapuerca, en particular, gozan de mayor libertad a la hora de expresar determinadas hipótesis o posibles reconstrucciones de determinados fósiles, que requerirían de un lenguaje especializado más restrictivo en una revista académica. De este modo, en un proceso quizás algo parecido a la famosa «pasteurización» de Francia, en la que el problema de la generación espontánea y las teorías microbiológicas se extendían hasta los últimos rincones del país a través de la ciencia pública de Louis Pasteur, la narración épica de Atapuerca impregna todos los medios de comunicación y contribuye a legitimar la autoridad científica de sus expertos, e incluso a reforzar la identidad nacional, con el mensaje más o menos explícito de que ahí yacen seguramente los huesos del «primer español».

Las preguntas sobre el origen y la evolución de nuestra especie han abierto además otros foros importantes en los medios. La psicología evolutiva, gestada en la década de 1980 en buena parte en Estados Unidos en grupos inicialmente dedicados a la socio-biología, buscaba explicaciones nuevas sobre determinados comportamientos humanos como la monogamia, el adulterio, la violación o la atracción sexual. Centrando su atención en las bases biológicas de la conducta, y alejándose de las explicaciones de índole cultural o social, provocaba frecuentes fricciones con disciplinas colindantes. La controversia llegó a implicar, por tanto, a expertos en ciencias de la vida, pero también científicos sociales y humanistas. La psicología evolutiva abordaba además importantes problemas de la vida cotidiana que tenían un trasfondo político de hondo calado.

Sabemos, por ejemplo, del amplio impacto mediático de los debates sobre estas cuestiones tuvieron en el Reino Unido en la década de 1990<sup>35</sup>. Una aproximación cuantitativa a las noticias aparecidas en la prensa demuestra la constante presencia de los expertos académicos de esa ciencia en los periódicos, una actividad que solían también combinar con la publicación de libros de divulgación dirigidos al público en general —unos veinticinco libros relevantes entre 1990 y 2000—. Como en el caso de la paleoantropología, esa estrategia mediática les permitía ganar legitimidad y autoridad académica, así como fortalecer las fronteras disciplinarias de su especialidad con relación a otras colindantes y potencialmente invasivas. Uno de los libros claves de su proyección pública fue *The Moral Animal* (1994) de Robert Wright, juntamente con el *How the Mind Works* (1998) de Steven Pinker, ambos éxitos de ventas, ampliamente comentados en los medios, pero también en numerosas revistas especializadas.

En este caso, las fronteras entre las opiniones de los expertos y las de los profanos parecen especialmente frágiles. El tema en particular, es decir, la discusión del papel que ha tenido la evolución en la configuración de nuestros roles de género y comportamiento sexual, tiene un gran interés para el ciudadano en general, de manera que esa nueva ciencia pronto conectó con las inquietudes de la opinión pública, en especial en una década en la que los roles tradicionales de género y los conceptos más fijos y conservadores de familia parecían haber entrado claramente en crisis. Además, el alto contenido político del estudio de los comportamientos humanos individuales en su relación con la colectividad, permitió acomodar los debates de forma prioritaria en los medios más liberales y progresistas, en los que una nueva alianza entre darwinismo y feminismo facilitaba el debate público sobre género, sexualidad y el papel de la naturaleza humana en sociedad <sup>36</sup>. La psicología evolutiva tuvo un seguimiento muy amplio en los medios, casi siempre en un formato de controversia, con afirmaciones públicas por parte de expertos académicos de diversas disciplinas, periodistas e incluso escritores, que transcendían habitualmente un determinado ámbito del saber para convertirse en debates sobre la ciencia, la política, la religión, la sociedad, el género, la sexualidad, etc. En esa efervescencia mediática la psicología evolutiva ganó reconocimiento público y autoridad académica como nueva disciplina emergente.

Este ejemplo nos permitiría incluso generalizar la idea de que las discrepancias entre los supuestos expertos se dirimen en los medios, con apariciones frecuentes en programas de debate, en radio y televisión, además de utilizar para ese propósito las conferencias o los libros de divulgación. En la práctica, periodistas, divulgadores y otros «comunicadores» con influencia en los medios actúan como expertos con un estatus próximo, sino equivalente, al de los académicos. En el fondo, los propios académicos se convierten en importantes lectores de esas obras de divulgación, en públicos de su propia ciencia, con todas las consecuencias epistemológicas que este hecho acarrea <sup>37</sup>.

### **La fusión fría**

El día 8 de mayo de 1989, la revista *Time* publicaba un artículo titulado «Science: Fusion or Illusion», que se iniciaba con el párrafo siguiente:

«Hace poco menos de un mes, eran sólo dos químicos, totalmente anónimos. Pero B. Stanley Pons y Martin Fleischmann llegaron a Washington la semana pasada como héroes, visionarios y superestrellas de la ciencia. Con una nube de periodistas a su alrededor, ese dúo termodinámico se dirigió a la colina del Capitolio para explicar al Congreso cómo su sencillo experimento había generado la fusión, una reacción nuclear responsable de la energía del Sol. Mostrando diapositivas llenas de complejas ecuaciones, explicándolas con punteros electrónicos y sacando sus instrumentos de unas bolsas de plástico, esos investigadores hipnotizaron a los miembros del Comité de Ciencia, Espacio y Tecnología, con una exposición sobre cómo sus ingenios podían producir más energía de la que consumían en forma de calor. Los políticos se sintieron abrumados por los detalles químicos, pero fácilmente capturaron las posibles implicaciones del invento. Parecía que Pons, profesor de la Universidad de Utah, y Fleischmann, de la de Southampton en el Reino Unido, habían hallado un truco que había escapado a las mentes más brillantes de la física de las últimas cuatro décadas. E incluso algo más importante, parecían haber encontrado una forma de resolver para siempre los problemas energéticos del mundo»<sup>38</sup>.

Para comprender el alcance de esa noticia, debemos primero poner al lector en antecedentes sobre esta cuestión. En los años cincuenta, en plena escalada nuclear consecuencia del proyecto Manhattan y de las bombas de Hiroshima y Nagasaki al final de la Segunda Guerra Mundial, se estudió la reacción de fusión en diferentes pruebas con bombas de hidrógeno. No obstante, el objetivo siguiente fue, lógicamente, intentar controlar la enorme cantidad de energía desprendida, confinar el deuterio (isótopo del hidrógeno) en una especie de recipiente magnético y calentarlo a millones de grados para que los núcleos de sus átomos llegaran a fusionarse desprendiendo energía. Más adelante se realizaron otros intentos con láser de alta potencia, pero en ningún caso se consiguió iniciar la reacción. Los físicos sabían, sin embargo, que la fusión podía realizarse también, en teoría, a temperatura ambiente, si se conseguía reemplazar los electrones del deuterio por partículas más pesadas llamadas «muones». Pero la fusión catalizada por muones nunca produjo cantidades significativas de energía. Fue, por tanto, en un contexto de entrada poco optimista, en que las noticias sobre la posibilidad real de una fusión fría se extendieron rápidamente por todo el mundo, en la primavera de 1989.

Unas semanas antes de la aparición del artículo de *Time*, el 23 de marzo de 1989, Fleischmann y Pons convocaron una rueda de prensa



Fig. 6.2. Portada de la revista *Time* del 8 de mayo de 1989, dedicada a la controversia sobre la fusión fría.

para anunciar que habían obtenido unos resultados espectaculares. En una electrolisis de agua pesada ( $D_2O$ ) con electrodos de paladio, se había producido un inesperado desprendimiento de calor en el sistema, y habían detectado tritio, rayos gamma y neutrones. Estos datos parecían compatibles con una fusión nuclear. En los laboratorios de Utah se había conseguido un proceso similar, pero en este caso a baja temperatura —fusión fría— y, por tanto, se trataba de un proceso mucho más asequible, que podía revolucionar la política energética de los Estados Unidos y del mundo entero, y la dependencia de los combustibles fósiles. El interés mediático de la noticia era más que evidente (figura 6.2) <sup>39</sup>. El tema contenía todos los ingredientes deseados para la mediatización de la ciencia: la fascinación por lo nuclear, el problema de la energía, la fiabilidad de determinados expertos y de sus experimentos, el interés por la física y la química del Sol, e incluso algunas disputas por la prioridad del experimento. El resultado era

problemático tanto desde el punto de vista teórico como práctico. Los expertos en física nuclear consideraban imposible la producción de energía a través de la fusión a temperatura ambiente en un laboratorio. Sin embargo, más de cien grupos de investigadores de todo el mundo se lanzaron inmediatamente a replicar el experimento.

Entre las críticas que recibieron Fleischmann y Pons abundaba la de su precipitación a la hora de organizar la rueda de prensa de marzo, en buena medida animados por las autoridades rectoras de la Universidad de Utah, que veían en ese experimento una oportunidad de oro para promocionar su Universidad e incluso obtener una patente que podía cambiar las reglas de la política energética mundial. De hecho, algunas de las conclusiones del experimento se presentaron a la prensa sin haber pasado antes por un control de calidad académico, eludiendo así en buena medida la autoridad de los expertos. El desplazamiento de la práctica científica desde el laboratorio a la sala de prensa incomodó a muchos científicos. Said Moshe Gai, físico de Yale, se sentía decepcionado con sus colegas por su excesiva precipitación. Charles C. Baker, director del Laboratorio Nacional del Argón, se expresó en términos muy duros: «organizar una rueda de prensa y presentar determinados resultados sin haber preparado previamente un informe técnico riguroso no es manera de proceder para un buen científico profesional». John Maddox, el editor de la revista *Nature*, consideraba que los resultados de Fleischmann y Pons no tenían suficientes evidencias experimentales y que los resultados habían sido publicados antes de confirmar y verificar el descubrimiento <sup>40</sup>.

No obstante, otros científicos parecían situarse al lado de los héroes. Robert Huggins, en Stanford, confirmaba que también había obtenido un desprendimiento de calor en exceso durante su réplica del experimento. De hecho, la responsabilidad no recaía solamente en Fleischmann y Pons y en la Universidad de Utah. Los grupos que intentaron replicar el experimento utilizaron la información difundida a través de los medios, lo que influyó decisivamente en sus decisiones científicas en sus propios laboratorios. Así, una rueda de prensa habría adquirido una relevancia extraordinaria, quizás en este caso, debido a la novedad de los resultados, que representaban una clara amenaza a los paradigmas establecidos de la física nuclear <sup>41</sup>. En la supuesta precipitación de Fleischmann y Pons por sacar a luz pública sus resultados y en la subsiguiente controversia convergían seguramente un conjunto de factores complejos. El experimento pio-

nero de la supuesta fusión fría, un tema de hondo calado para los físicos, fue llevado a cabo curiosamente por dos químicos poco brillantes en una universidad de segunda fila, lo que ponía de nuevo sobre la mesa la difícil delimitación de autoridad entre físicos y químicos profesionales <sup>42</sup>. La rápida proyección pública de los resultados experimentales representaba una oportunidad de oro para captar una gran cantidad de fondos de investigación para una aplicación a gran escala de una nueva fuente de energía capaz *a priori* de cambiar el sistema técnico de las sociedades occidentales a finales del siglo xx. No se deben descartar tampoco vanidades personales y rivalidades institucionales inherentes a cualquier controversia científica.

Además de revolucionar en su momento a la comunidad científica internacional, este episodio de unos pocos meses vertió ríos de tinta en un intento de sacar lecciones útiles de lo ocurrido. Bruce Lewenstein propuso, en un excelente artículo publicado en 1995, que el caso de la fusión fría y sus consecuencias posteriores para la investigación científica se podían analizar a través de cuatro períodos bien diferenciados <sup>43</sup>. El primero correspondía precisamente a los dos meses de caos, desde la rueda de prensa de Fleischmann y Pons, hasta las primeras decisiones serias de cortar la financiación para ese tipo de investigación. Sólo dos meses después de la famosa y controvertida rueda de prensa, en mayo de 1989, la comunidad científica se había dividido entre seguidores y escépticos. Hasta que la reunión anual de la American Physical Society expresó públicamente su desacuerdo con el trabajo de Fleischmann y Pons, los medios no empezaron a perder interés en el tema. Finalmente, en otoño del mismo año, el Departamento de Energía decidió dejar de subvencionar cualquier nuevo proyecto de investigación relacionado con la fusión fría. Éste fue, sin embargo, un primer período de gran confusión, en el que aparecían informaciones contradictorias a diario en la prensa, radio y televisión. No obstante, en el segundo período, a lo largo del verano y el otoño de 1989, la sensación de caos remitió, y se ordenaron algunas ideas. Se elaboraron informes rigurosos que se encargaron a determinados grupos de expertos, y el problema desapareció poco a poco de los medios.

En el tercer período, a lo largo de 1990, la división entre los escépticos y los entusiastas se agudizó. La revista *Nature*, que había tomado una posición crítica desde el inicio, publicó un artículo demoledor con motivo del primer aniversario de la rueda de prensa de Fleischmann y Pons <sup>44</sup>, mientras que los defensores de la fusión fría se reu-

nieron esa misma semana en un congreso subvencionado por la propia Universidad de Utah. La revista *Science* publicó unos meses más tarde un artículo en el que prácticamente acusaba de fraude a los defensores del fenómeno. Como había ocurrido en otros campos de esa ciencia mediática que venimos analizando a lo largo del capítulo, en 1991, la división entre los dos bandos se reflejó en la publicación de dos libros de divulgación: uno muy crítico con Fleischmann y Pons, el del físico Frank Close, *Too Hot to Handle* (1991), y otro defensor de la fusión fría, el de Eugene Mallove, *Fire From Ice* (1991). Lewenstein define un cuarto y último período del problema, en el que, curiosamente, mientras los críticos han abandonado progresivamente su campaña de hostilidad tanto en las revistas especializadas como en los medios, y se han desmovilizado progresivamente, los defensores de la fusión fría continúan organizando conferencias y defendiendo su causa —ahora ya no en los medios—, pero su continua actividad habría propiciado, a pesar las duras controversias, la emergencia de una nueva especialidad.

Desde una reflexión algo más serena como la de Lewenstein y la de otros autores que han analizado esa controversia científica con una cierta perspectiva y profundidad, se deducen interesantes conclusiones. Como ocurrió en los dos primeros meses de confusión y explosión mediática, la excesiva presencia en los medios de una nueva teoría o experimento científico parece perjudicar su desarrollo, e incluso perturbar la supuesta «tranquilidad» que requiere la investigación. Como hemos visto, en su obsesión por reforzar su autoridad y aumentar su legitimación social, los científicos usan a menudo los medios como un instrumento útil, como un campo de batalla adicional, más allá de los estrictos círculos académicos, para dirimir sus propias controversias. No obstante, el problema empieza para ellos precisamente cuando su propio conocimiento experto no consensuado entre sus pares es expuesto a la esfera pública <sup>45</sup>. Entran entonces en una partida en la que pueden obtener algunos beneficios (*de facto* la fusión fría se ha convertido a pesar de todo en una nueva subespecialidad científica), pero también ver minada su credibilidad ante la opinión pública, contribuyendo así como un perverso bumerán a reforzar en vez de suavizar el malestar de la cultura científica. La cuestión es, sin embargo, más profunda, ya que probablemente no existe ninguna membrana impermeable que aisle *de facto* el mundo académico de la actividad mediática del científico.

## El cambio climático

Probablemente ningún otro tema científico ha ocupado en los últimos años los medios de comunicación de masas como el estudio de las causas y consecuencias del cambio climático, así como el debate sobre la gravedad del problema y los medios para combatirlo. Aunque las evidencias científicas del calentamiento global del planeta y su relación con el crecimiento de las emisiones de dióxido de carbono tienen ya algunas décadas, uno de los momentos estelares ha sido la aparición en 2006 del libro y del documental *An inconvenient truth*, del exvicepresidente de Estados Unidos Al Gore, en un momento en el que el problema del cambio climático estaba llegando de manera seria a las agendas de los líderes políticos mundiales. Su impacto se vio además reforzado por la concesión al propio Al Gore del premio Nobel de la paz al año siguiente, en 2007.

Gore reconocía ya en la introducción de su libro la influencia que había ejercido en su interés por los problemas ambientales, un éxito de ventas de 1962: *Silent Spring*, el famoso libro de la bióloga marina Rachel Carson (1907-1964), cuya denuncia de la contaminación de plantas y animales (incluidos los humanos) con pesticidas químicos, en particular con DDT, se ha convertido con el tiempo en un libro fundacional de los movimientos ecologistas. A pesar de que los debates académicos sobre el DDT habían estado presentes en la comunidad científica desde la década de 1940 —en 1942 Paul Müller obtuvo el premio Nobel de medicina por su estudio de los efectos de esa sustancia en la salud humana—, *Silent Spring* vendió 100.000 ejemplares en tres meses, y sigue reeditándose en la actualidad, como texto emblemático del giro medioambiental de las últimas décadas del siglo xx <sup>46</sup>. Representa otro buen ejemplo de cómo determinada controversia científica, en este caso los efectos negativos de los pesticidas para la salud y el equilibrio de los ecosistemas, trasciende el estricto ámbito de la ciencia experta para proyectarse a través de los medios con gran fuerza en la opinión pública, influyendo a corto y largo plazo en determinadas políticas y actuaciones colectivas. Carson abundaba además en una idea pionera en su momento, pero asumida en gran medida hoy en día, respecto al factor global y a la interrelación de todos los problemas medioambientales, que requieren por tanto de complejas negociaciones —con frecuencia fallidas— entre los diferentes grupos de intereses, los públicos

del medio ambiente, en las que el concepto de opinión pública global cobra una especial relevancia.

En este sentido, Gore ha utilizado la referencia de lo que había significado *Silent Spring* en los años sesenta como otro síntoma de ese malestar de la cultura científica, para extrapolarlo al problema del calentamiento global del planeta, al análisis de sus causas, consecuencias y posibles soluciones. Gore se presenta ante los medios como un ambientalista convencido, defensor del programa del Partido Demócrata, y muy crítico con el programa republicano que ha ignorado el problema del cambio climático en los ocho años del mandato del presidente Georges W. Bush. No obstante, Gore, no es un científico, y en su estrategia comunicativa reclama la autoridad de los científicos para reforzar su propia posición. En sus propias palabras: «dos mil científicos, en cien países, trabajando durante más de veinte años en la colaboración científica más elaborada y bien organizada de la historia de la humanidad han forjado un consenso excepcionalmente fuerte que todas las naciones de la Tierra deben trabajar juntas para resolver la crisis del calentamiento global»<sup>47</sup>.

Gore dedica en su libro un sentido homenaje al profesor Roger Revelle (1909-1991), a quien considera uno de los pioneros en las medidas de la concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera hace ahora medio siglo. Es un síntoma más de la necesidad de reforzar su discurso mediático y propagandístico con aportaciones de expertos para legitimar su discurso ante su público. Ésta es una estrategia central en el libro de Gore y también en el film realizado con gran sensibilidad didáctica, y con gráficos e imágenes realmente impactantes (de nuevo la intersección entre cine documental y ciencia, ya comentado en el capítulo segundo). Representa además una reacción ante lo que él considera como la politización del calentamiento global. Según su tesis, este problema representa una verdad incómoda para muchos intereses políticos y económicos, de manera que incluso algunas corporaciones estarían utilizando sus propios medios de comunicación para crear una cierta confusión ante la opinión pública. Se habrían encargado también determinados informes a determinados expertos para desacreditar el supuesto consenso científico.

Se trata, sin duda, de un tema controvertido, con un fuerte factor mediático. Aunque el consenso es prácticamente general sobre el aumento de emisiones de dióxido de carbono, y el consiguiente aumento de la temperatura del planeta, existen algunas discrepancias a la hora de atribuir únicamente causas humanas a este fenómeno.

La controversia se extiende además a la prioridad que debemos asignar al problema del cambio climático con relación a los otros problemas que tiene planteados actualmente la humanidad. Así, sectores de pensamiento conservador cultivan también sus propios expertos con la intención de debilitar el consenso científico, pero también para legitimar el crecimiento económico ilimitado como fuente de progreso y riqueza aún a costa de un cambio climático de una gravedad que se considera relativa.

Para expertos de este bando, como el danés Bjorn Lomborg, el discurso mediático de Gore no es más que una letanía pesimista y apocalíptica que nos obligará a invertir miles de millones en un problema que no se considera prioritario ante demandas más urgentes como la mejora de la educación, la salud, las infraestructuras o el aumento del nivel de vida de la población en el tercer mundo. Para Lomborg, la verdad incómoda de Gore entroncaría con una antigua tradición de pesimismo cultural que ha viajado a través de los siglos desde la literatura al cine, desde el *Frankenstein* de Mary Shelley (1797-1851) al de Boris Karloff (1887-1969), al *Jurassic Park* de Crichton o Spielberg. En su controvertido pero mediático libro, *The Skeptical Environmentalist* <sup>48</sup>, Lomborg intenta demostrar con abundantes datos estadísticos e indicadores diversos, que vivimos en un mundo mejor que el de nuestros antepasados, discusión ésta poco rigurosa entre historiadores, y que nos remitiría a especulaciones antiguas sobre el mismo problema. Algunos de esos datos han sido criticados, sin embargo, por expertos de diversos campos por su falta de rigor, y la controversia se ha convertido en el «Lomborg affair».

El libro fue publicado en 2001 con el subtítulo «Midiendo el estado real del mundo», pero muchos acusan a Lomborg de haber usado datos de organizaciones como Naciones Unidas, el Banco Mundial o el Foro Mundial de forma sesgada. A pesar de que rectificó algunos datos, un buen número de expertos le denunció ante el Danish Committee of Scientific Dishonesty (DCSD), con la acusación de citas selectivas, mal uso de determinadas estadísticas, plagio, o interpretación errónea de otros resultados. La resolución un tanto ambigua del DCSD (los cargos fueron posteriormente retirados) no ha cerrado, sin embargo, la controversia, y Lomborg es invitado habitualmente para contrarrestar los discursos de raíz ecologista más o menos moderados que siguen ocupando un papel importantes en nuestras sociedades contemporáneas. En 2001, el *World Economic Forum* le consideró una de los líderes globales del futuro. En 2004, el *Time magazine* lo

nominó como una de las cien personas más influyentes del mundo. En 2008, *The Guardian* lo describía como una de las cincuenta personas que podían salvar el planeta <sup>49</sup>. En la controversia pública alrededor del cambio climático, y en particular ante el espectáculo mediático de Gore y Lomborg, parece reducirse dramáticamente el espacio para la supuesta autoridad científica de los expertos.

Algunas posiciones conservadoras han celebrado como una victoria la falta de acuerdos concretos de la reciente cumbre sobre el clima de Copenhague. El senador republicano James Sensenbrenner ha denunciado recientemente la existencia de un grupo importante de científicos interesados en silenciar evidencias contrarias a la tesis del cambio climático. Representante, junto con otros senadores republicanos, de potentes *lobbies* petroleros y de la industria del automóvil estadounidense, Sensenbrenner intenta difundir en los medios la idea de que la comunidad científica no tiene credibilidad suficiente ante este problema, a pesar de los importantes espacios de consenso ya existentes <sup>50</sup>. De nuevo, como en el caso de la fusión fría, la proyección mediática del problema, y la polifonía de voces, debilita la autoridad del experto. No obstante, en este caso el problema tiene seguramente otros matices.

En las últimas décadas, el calentamiento global y el cambio climático han pasado de ser una cuestión estrictamente científica, discutida en reducidos círculos, a convertirse en un problema de dimensión social, con percepciones divergentes sobre el riesgo, el bienestar o el progreso técnico, que incluye factores políticos, económicos, culturales o éticos, todos ellos interconectados entre sí a través de los medios de comunicación de masas. Tal como ha afirmado recientemente Mike Hulme en su ya famoso libro sobre las causas de las actuales divergencias sobre el cambio climático, sólo a través del análisis riguroso de los diversos discursos de los públicos del cambio climático podremos avanzar en una posible solución del problema. Los acuerdos de mínimos a los que han llegado los expertos no parecen ser suficientes. Hulme describe con todo lujo de detalles esas percepciones plurales del problema como causa fundamental de la dificultad para llegar a un acuerdo. En primer lugar, los propios expertos lo utilizan para dirimir sus propias controversias y discrepancias sobre las conclusiones o la metodología utilizada. Otros justifican la mercantilización del CO<sub>2</sub> como estrategia de negocio. No obstante, desde la perspectiva del activismo ecologista, el cambio climático estaría desempeñando un papel similar al de la energía nuclear en los años

sesenta, es decir una fuente de inspiración y cohesión de movimientos críticos con el desarrollo industrial y contrarios al precio ambiental que estaríamos pagando por nuestro actual estilo de vida <sup>51</sup>.

En medio de esta polifonía, Hulme considera que los expertos han llegado a un acuerdo de mínimos en dos aspectos fundamentales. El incremento de temperatura del planeta estaría causado por la propia actividad humana, y trascendería, por tanto, las oscilaciones naturales del planeta. Y en consecuencia, ese aumento de temperatura provocaría a corto y medio plazo cambios significativos en la atmósfera y en el clima de la Tierra. La forma de gestionar el problema sería, sin embargo, equivocada, empezando por ese catastrofismo mediático al estilo Gore o a través de esas reuniones internacionales organizadas por las Naciones Unidas de eficacia más que discutible. Estaríamos ante un problema especialmente complejo, en el que cada vez que buscamos una solución, cambia nuestra propia percepción del mismo, en una especie de círculo perverso en el que se realimentan de manera caótica las posiciones de los diversos grupos implicados.

Precisamente, ante los pobres resultados de la cumbre de Copenhague, el editorial la revista *Nature* expresaba su opinión respecto en los siguientes términos:

«La divulgación eficaz de la investigación sobre el cambio climático —en formatos tradicionales o en la blogosfera— será en los próximos años un reto crucial para los científicos. Los resultados deben ser comprensibles, claros y rigurosos; deben aceptar la incertidumbre del problema, y mantener un alto nivel de rigor, ante la mala información y la propaganda, así como proporcionando respuestas rápidas ante debates inesperados que surjan. Pero son los gobiernos los que tienen la máxima responsabilidad. Ante las grandes amenazas a largo plazo para sus países, se deben comprometer en tratados internacionales y deben estimular las ansias de cambio desde abajo. Deben fortalecer a sus ciudadanos con más información, no sólo sobre lo que dice la ciencia, sino también sobre la contribución de los propios ciudadanos al problema» <sup>52</sup>.

\* \* \*

Ante esas reminiscencias de malestar, incluso ya entrado el siglo XXI, la tradicional receta del déficit, incluso maquillada en su versión mediática, parece insuficiente sin una participación creciente de nuevos públicos ciudadanos a la hora de afrontar problemas como el

del cambio climático. Analizaremos con más detalle algunas de estas posibles soluciones en el próximo capítulo, pero veamos ahora algún ejemplo más a modo de conclusión.

Un estudio sociológico demostró hace unos años que una determinada investigación publicada en el *New England Journal of Medicine* recibía una mayor a menor consideración en las páginas de esta revista especializada en función del impacto que el tema había tenido previamente en medios de comunicación como el *New York Times*. Algunos estudios sobre recientes controversias geológicas relacionadas con el problema de las catástrofes y las extinciones de especies han mostrado también la gran influencia de los medios en el propio desarrollo del debate entre los expertos <sup>53</sup>. Estos ejemplos no hacen más que reforzar algunas de las conclusiones que ya se pueden extraer de los casos presentados en este capítulo. La batalla por la autoridad científica se libra cada vez más los medios, con una gran pluralidad de voces e intereses, que pueden incluso proyectar una imagen excesivamente relativista del conocimiento. Existen fronteras permeables entre los artículos académicos, los resultados preliminares de investigación (*preprints*), la correspondencia entre científicos, los manuales docentes, las apariciones en los medios escritos y audiovisuales, y otros foros de debate <sup>54</sup>.

La información científica aparecida en los medios, que aparentemente podría ser considerada como demasiado simplificada o «vulgar», puede tener influencia de forma variada y sutil en la investigación de los propios expertos. La mediatización puede propiciar que determinados autores o teorías sean incluidas o excluidas del discurso público; puede proporcionar un espacio de debate para nuevas interpretaciones, libre de las restricciones y las convenciones de la discusión estrictamente académica; o conferir un estatus diferente a modelos interpretativos ya existentes <sup>55</sup>. Parece claro que las noticias científicas en los medios no son sólo simplificaciones del trabajo de los expertos, sino que contribuyen a reforzar o debilitar la autoridad de determinados grupos y temas de investigación, y pueden incluso contribuir de manera constructiva a generar nuevos consensos o a cerrar determinadas controversias. Aunque a veces un exceso de información puede dificultar el acuerdo, una controversia científica no suele cerrarse solamente a partir de las evidencias experimentales. Su *entourage* cultural (y mediático) tiene un papel fundamental <sup>56</sup>. Según el teórico de la comunicación Bart Simon, los medios no sólo actúan como puentes entre expertos y profanos; estimulan la relación entre los propios expertos e influyen epistemológicamente

en su trabajo privado en el laboratorio. Los científicos implicados en una controversia determinada usan a menudo los propios medios, y éstos acaban afectando su propia toma de decisiones en el curso de la investigación <sup>57</sup>.

Si a estas alturas del libro todavía le queda al lector alguna baza a favor de esa imagen tradicional de la divulgación científica como un proceso de simplificación neutra y de contenidos objetivos y autónomos, espero que los ejemplos presentados en este capítulo hayan decantando la balanza hacia el otro lado. A pesar de la inquietud que estas tesis pueden causar, parece cada vez más claro que el papel de los medios globales de nuestro presente a la hora de dirimir la autoridad científica de un determinado ámbito del saber será cada vez más importante. El experto debe, por tanto, fijar con nuevos parámetros los límites de sus círculos de influencia. He aquí uno de los grandes retos de la nueva sociedad tecnocientífica que ya estamos viviendo, y cuyas claves intentaremos explicar en el próximo capítulo.

## Capítulo 7

# LA CIENCIA DEMOCRÁTICA

«Un grupo de activistas protestan contra los organismos modificados genéticamente ante un instituto de investigación en biotecnología. Los ciudadanos de una región votan en un referéndum sobre la instalación de una nueva planta de tratamiento de residuos. Una asociación de pacientes prepara una base de datos sobre los síntomas y la evolución clínica de una rara enfermedad de origen genético. Un grupo de ciudadanos es invitado a discutir el problema de la utilización de células madre y a escribir un documento que será entregado a los responsables de la política científica. ¿Qué tienen todos estos ejemplos en común? Son todos ellos a su manera expresiones de un cambio profundo en los términos y condiciones en los que el conocimiento científico se produce, se discute y se legitima» (Massiminiano Bucchi y Federico Neresini, 2007) <sup>1</sup>.

En la política o en el arte asumimos sin problemas la existencia de la crítica y la influencia de la opinión pública. Sin embargo, ¿podemos aceptar una cierta crítica de la ciencia? Si el poder político refuerza la autoridad de unos determinados expertos con la intención de imponer sus criterios al resto de la población —pensemos, por ejemplo, en proyectos tecnológicos, sanitarios o medioambientales—, ¿hasta qué punto no está debilitando la calidad democrática de una determinada sociedad? ¿Debemos aceptar que el conocimiento experto es superior al del público en general para justificar esa ausencia de control democrático? <sup>2</sup> No se trata obviamente de someter a referéndum la ley de la gravedad, pero sí de repensar algunos mecanismos de legitimación de la autoridad científica. Como demuestran numerosos ejemplos históricos presentados a lo largo del libro, no parece posible comprender del todo las claves de una controversia, de una pugna por la delimitación de las fronteras del saber sin tener en cuenta la esfera pública en mayor o menor medida <sup>3</sup>.

A pesar de la presencia continuada de expertos en juicios, prensa diaria, radio, televisión, museos, exposiciones, conmemoraciones, etc., su autoridad parece haberse debilitado en las últimas déca-

das <sup>4</sup>. Para muchos observadores se ha producido, de hecho, una crisis considerable del modelo del déficit y del programa del Public Understanding of Science (PUS), ambos asociados a la visión tradicional de la divulgación científica <sup>5</sup>. El ambicioso programa del PUS no parece haber conseguido eliminar el malestar de la cultura científica que, como hemos visto, ha impregnado buena parte del siglo xx. A pesar de los numerosos esfuerzos de divulgación, los recelos y el escepticismo ante las aplicaciones de las nuevas tecnologías (nano o bio), o ante los peligros medioambientales o sanitarios, han cobrado más fuerza. La construcción por parte de los propios expertos de esa supuesta estulticia de los profanos (en el núcleo del discurso del modelo de déficit) parece cada vez más difícil de sostener.

Para ser justos no debemos, sin embargo, ignorar que el propio PUS ha derivado también en las últimas décadas hacia algunas lecturas e interpretaciones nuevas, hacia nuevos intentos por comprender desde de posiciones más flexibles y menos hegemónicas la naturaleza del conocimiento de los profanos. De ahí el auge reciente de la llamada etnociencia, o antropología del conocimiento en la vida cotidiana, o de los análisis críticos de la propia construcción del público por parte de los expertos <sup>6</sup>. Seguramente estos nuevos planteamientos apuntan en la buena dirección. Parece claro que, en las raíces del malestar de nuestra cultura científica hay algo más que un déficit de información. Probablemente se trata un problema cultural más profundo.

El conocimiento profano se conforma a través de juicios de valor, confianza en las instituciones científicas, percepción individual de la aplicabilidad de determinado conocimiento, etc. Acaba formando un corpus no menos sofisticado que el del experto especialista, con quien comparte una importante intersección en un conjunto de lugares comunes, hasta ahora poco explorados, pero también disiente en otros ámbitos <sup>7</sup>. Participación, democracia, riesgo, tecnociencia, etc., parecen ser palabras clave que configuran una supuesta nueva época de los públicos de la ciencia. Debemos analizar críticamente el significado de estos términos a lo largo de este capítulo.

### **El giro participativo**

Parece que algo ha cambiado desde que en 1994 Norman Levitt y Paul Gross advirtieran de los peligros de la democratización de la ciencia, con su demoledor ataque contra sociólogos, ecologistas, de-

ensores de la medicina alternativa, feministas, críticos literarios, etc., contra todo aquel que supuestamente se alejara de la ciencia «ortodoxa» y de la razón de raíz ilustrada<sup>8</sup>. Se trataba probablemente de un intento desesperado por reconstruir el muro o la fosa que separaba expertos de profanos, que tuvo su utilidad en las décadas de la Guerra Fría, pero que se muestra poco operativo en el cambio de milenio<sup>9</sup>. De las críticas que propiciaron en buena medida el malestar de la cultura científica, y de los ataques del mundo humanístico, de la llamada izquierda académica, hemos pasado a otros modelos que han intentado reintegrar de nuevo la ciencia en la cultura. De este modo, habría emergido un nuevo modelo de participación ciudadana, que podría llegar a superar la antigua visión vertical y unidireccional de la divulgación. Diversos autores han teorizado sobre el llamado «giro participativo» (*participatory turn*)<sup>10</sup>, en el que una investigación científica, más «incrustada» en la sociedad, se vería influida por procesos más democráticos de toma de decisiones conjuntas<sup>11</sup>. Ante las evidentes insuficiencias del programa de los años ochenta, se habría dado paso progresivamente a un nuevo modelo, algo utópico y tampoco exento de controversia, que percibiría al público como ciudadano activo en la propia construcción del conocimiento. No obstante, los resultados de ese supuesto nuevo modelo son todavía una incógnita, con frecuencia atrapados en la retórica de lo políticamente correcto que inunda nuestra contemporaneidad<sup>12</sup>.

Aunque un número importante de expertos sigue anclado de manera más o menos explícita en los postulados del PUS (hablamos de ligeros cambios de tendencia y no de revoluciones), debemos reconocer que se ha desarrollado progresivamente un ambiente intelectual proclive a abrir nuevos debates y lidiar con opiniones diversas, a veces contrapuestas. El público, hasta hace poco considerado como ignorante en conocimientos científicos, se interesa cada vez más por las consecuencias políticas, sociales o morales de la propia investigación científica, e interroga abiertamente en esos términos a los expertos. Cobra así un protagonismo que resultaba hasta hace poco inconcebible, y que obviamente incomoda a los científicos profesionales, educados y acostumbrados a moverse con facilidad dentro del modelo del déficit<sup>13</sup>. Se habría iniciado así un proceso de renegociación importante de las relaciones entre ciencia y sociedad, una nueva etapa de «foros híbridos», en los que el conocimiento experto y el profano no se producen en estancos separados sino en nuevos espacios en los que especialistas y no especialistas pueden interactuar de manera activa<sup>14</sup>.

En esos nuevos públicos de la ciencia podemos incluir representantes de organizaciones no gubernamentales, comunidades locales, grupos de activistas, asociaciones culturales, empresas y corporaciones, y también, ¿por qué no?, ciudadanos individuales desde su perspectiva de consumidores, usuarios, pacientes o clientes <sup>15</sup>. Científicos profesionales, empresarios, entusiastas del progreso, suelen estar al lado de los alimentos transgénicos, la clonación, los nuevos nano-materiales o la búsqueda de vida artificial; mientras que ecologistas, altermundialistas, militantes de grupos antisistema o simplemente defensores de un cierto principio de precaución suelen ser sus detractores. En cualquier caso, los nuevos ingenieros parecen sometidos a vivos debates sobre esos nuevos cambios tecnológicos, que no pueden ignorar a los nuevos usuarios mejor informados y más activos, algunos de ellos incluso activistas radicales <sup>16</sup>.

Existen además indicios para pensar que los años dorados de la inversión pública en investigación científica tocan a su fin —si es que alguna vez han existido—. Los escándalos alimentarios, sanitarios y medioambientales han deteriorado la confianza pública en la ciencia académica, un factor importante a la hora de explicar ese sutil malestar de la cultura científica. En un principio, centrado en temas sanitarios y en la implicación progresiva de los pacientes, el nuevo modelo participativo se ha extendido a las telecomunicaciones, la genética, la investigación sobre el cambio climático o la nanotecnología. La antigua tradición de la ciencia neutral languidece, así como una concepción demasiado simplista del experto. El sistema de «peer review» académico se vuelve insuficiente sino se acompaña de consideraciones sociales y éticas que además suelen discutirse en los medios, como hemos visto en el capítulo anterior. Los usuarios de *software* libre, los movimientos en defensa del medio ambiente, las asociaciones de pacientes que discuten la investigación con células madre, los ciudadanos que protestan ante la instalación de una determinada planta de residuos, los consumidores que reclaman un etiquetaje riguroso y claro en alimentos o medicamentos, los activistas que se oponen a los alimentos transgénicos, los usuarios de las nuevas y las viejas tecnologías, etc., se convierten, desde esta perspectiva, en «co-productores» de conocimiento <sup>17</sup>.

Desde esta perspectiva, los mecanismos de definición de la ciencia como actividad normativa se modifican de manera notable en complejas interacciones entre expertos y profanos, cuyas opiniones sobre la ciencia formarían parte intrínseca de la propia sociedad. Ahí reside

en buena parte el núcleo del nuevo paradigma, el nuevo régimen de saber de la tecnociencia, entendida ésta no como una simple reorientación entre ciencia y técnica, o como una subordinación del conocimiento a los intereses prácticos y económicos, sino como un proceso histórico nuevo que transforma la naturaleza y la sociedad en su conjunto de manera indistinguible. En este contexto, la ciencia pasa a ser parte integral de la sociedad y de la política, y se convierte así de manera irreversible en un asunto de interés público<sup>18</sup>. Y es precisamente a través de la conexión con el mundo natural y las modificaciones de su entorno que la política moderna define el significado de ciudadanía y responsabilidad cívica, la solidaridad entre naciones y grupos de intereses, las fronteras entre lo público y lo privado, las ansias de libertad y la necesidad de control<sup>19</sup>.

De un régimen de saber basado en la primacía de la investigación académica, centrado en finalidades cognitivas, hemos pasado a otro donde se desdibuja la distinción entre la investigación fundamental y la aplicada, y donde el protagonismo del público es cada vez más importante<sup>20</sup>. Las tecnologías de la información (tic) de la vida (bio) y de los nuevos materiales (nano) serían precisamente ejemplos de esos nuevos poderes que escapan a los espacios de soberanía y a los esquemas tradicionales de la política clásica<sup>21</sup>. Quizás un síntoma significativo de los nuevos tiempos que se avecinan sea el proyecto de una nueva exposición temporal en el Science Museum de Londres para celebrar su centenario, que se pretende organizar a partir de conceptos como «creencia», «poder» y «confianza», además de proporcionar una amplia cobertura de la ciencia no occidental, en un intento renovado, según sus propios diseñadores, de promover esa nueva «ciudadanía científica»<sup>22</sup>.

Pero se habla también de movimientos de democratización de la ciencia (DSM), capaces de abordar un gran número de temas en nuestras sociedades contemporáneas: los impactos sanitarios de la nanotecnología, las incongruencias de los planes urbanísticos, la reducción de la contaminación, el cambio climático, los desastres ecológicos, las epidemias, etc.<sup>23</sup> Desde una perspectiva activa, estos grupos controlan y contestan las opiniones de los expertos, así como reorientan las prioridades de la propia investigación científica, hasta el punto que los gobiernos intentan cooptarlos para evitar en algunos casos la confrontación directa<sup>24</sup>. Algunos hablan incluso de «neoludditas» en recuerdo a los heroicos resistentes a los cambios tecnológicos y la mecanización industrial en el siglo XIX. Ahí estarían los críticos de las

nuevas tecnologías de la información que podrían llegar a la violencia, como en el caso del matemático californiano Theodor Kaczynski; los activistas en contra de la producción de alimentos transgénicos, y en particular los opositores a la compañía Monsanto; o los eco activistas como Dave Foreman, líder del movimiento «Earth First», que legitiman algunas acciones violentas desde planteamientos ecológicos radicales (la llamada *deep ecology*), para la defensa de una naturaleza en la que todos sus miembros tengan igualdad de derechos<sup>25</sup>. Obviamente, los defensores de un progreso unidireccional e indiscutible, amantes de un inevitable determinismo tecnológico, se oponen a esos nuevos movimientos, pero compiten con ellos por la autoridad y la legitimación de sus posiciones en la esfera pública.

Conviene, sin embargo, no idealizar este tipo de movimientos, y aproximarse a los procesos de participación de una manera crítica. No basta con contabilizar la presencia de nuevos actores en la toma de decisiones, sino que debemos analizar hasta qué punto el proceso participativo se cierra correctamente, más allá de una cierta retórica vacía. No olvidemos que la simple adscripción a un determinado grupo y su participación más o menos formal en determinados debates no implica que la relación con los expertos sea suficientemente simétrica e igualitaria como para considerar a los profanos epistemológicamente activos en el proceso. Obviamente, las relaciones de poder y autoridad científica no desaparecen con facilidad.

No obstante, a pesar de sus limitaciones, podemos identificar diversos mecanismos de participación que han cambiado en buena medida las relaciones entre expertos y profanos en las últimas décadas. Ahí encontramos referéndums locales, o a veces incluso nacionales, sobre el trazado de determinada carretera o sobre las características de determinada obra pública; audiencias públicas en las que se piden opinión a un número limitado de ciudadanos sobre un determinado tema; encuestas y conferencias de consenso, en las que la administración pública o una determinada empresa privada forma un jurado de profanos para una consulta en determinados temas. Los variados mecanismos de participación dependen de los diferentes niveles de implicación de determinados públicos, pero también de las iniciativas institucionales o corporativas y de la capacidad de sus expertos por tejer nuevos canales de diálogo con sectores hasta hace poco ignorados desde el modelo del déficit<sup>26</sup>.

No es, por ejemplo, evidente que los vecinos de una determinada calle tengan realmente algo sustancial que decir desde el punto de

vista «técnico» respecto a la construcción de un túnel. Pero, en los últimos años, numerosos observadores de nuestra cultura científica abonan cada vez con más fuerza la idea de que los profanos, los ciudadanos en general, pueden comprender aspectos fundamentales de conceptos y métodos científicos aparentemente difíciles e inasequibles (recordemos aquí el debate sobre la capacidad de comprensión por parte del público de la relatividad de Einstein ahora hace un siglo). Los obstáculos a la verdadera democratización de la ciencia pueden provenir en parte de las reacciones corporativas de los propios expertos anclados todavía en el modelo del déficit, pero sobre todo se explican por las desigualdades sociales y económicas, que a menudo conllevan la excesiva sumisión del público a la autoridad. La discusión sobre la naturaleza democrática del conocimiento científico está inevitablemente ligada a la discusión de la propia naturaleza de la democracia, con sus luces y sus sombras, en las sociedades contemporáneas <sup>27</sup>.

Las reacciones a la energía nuclear para usos militares y civiles en especial durante la Guerra Fría contribuyeron en buena medida a la génesis y el desarrollo de los movimientos ecologistas, defensores del medio ambiente y de una revisión crítica del crecimiento tecnológico occidental. Las raíces históricas de ese giro participativo se hallan, por lo tanto, muy probablemente en las décadas anteriores a la gran eclosión del PUS. En los años sesenta, aparecieron movimientos pioneros que ya entroncaban con esas nuevas tendencias. En el contexto de creciente contestación a la escalada nuclear y la Guerra Fría, surgieron proyectos como «Science for the people», «Science workers for social action», «Aerospaced», «Computer professionals for peace» o «National Coalition for responsible genetic research», mientras proliferaban por doquier nuevas organizaciones medioambientales. Numerosos científicos profesionales actuaron como activistas en favor de la paz, el desarme y la utilización pacífica de la ciencia (recordemos, por ejemplo, los casos emblemáticos de Einstein y Pauling) <sup>28</sup>.

En la década de 1970 tuvieron lugar las primeras conferencias que intentaban hallar nuevos consensos en el campo de la biotecnología e incorporar progresivamente en su desarrollo las opiniones de diversos grupos de profanos <sup>29</sup>. La nueva capacidad de la biología molecular por cortar y recombinar el ADN de diferentes especies abrió un abanico enorme de posibilidades terapéuticas, pero también una gran preocupación por la salud pública y los límites éticos, en especial si la ingeniería genética se aplicaba en humanos. En ese contexto,

en Estados Unidos, la National Academy of Sciences encargó al premio Nobel de química Paul Berg la organización de I Congreso Internacional sobre moléculas de ADN recombinado, que tuvo lugar en febrero de 1975, en el Asilomar Conference Center, en Pacific Grove (California). Unos 140 participantes, la mayoría biólogos moleculares y físicos, pero también algunos abogados y periodistas, decidieron discutir primero las cuestiones relacionadas con la seguridad, y dejar las cuestiones éticas para más adelante. Se acordó finalmente que en la investigación con ADN recombinado se usarían sólo bacterias que no pudieran sobrevivir fuera del laboratorio <sup>30</sup>.

En los años setenta surgieron en Holanda los llamados Science Shops (SS), como iniciativa pionera de un grupo de estudiantes de química que decidieron ofrecer sin ánimo de lucro sus conocimientos científicos a la ciudadanía. El fenómeno se extendió después a otros países. Se trataba de organizaciones locales que ofrecían a los ciudadanos acceso gratuito al conocimiento científico, en particular en aspectos relacionados con el medio ambiente, la salud o la educación. Más adelante esas primeras iniciativas fueron apropiadas por universidades, centros de investigación y organizaciones no gubernamentales con el objetivo de reorientar la investigación científica hacia determinadas necesidades sociales. Obviamente, el éxito o fracaso de los SS dependía en buena parte del voluntarismo y la generosidad de sus protagonistas, de su capacidad por conectar los grandes temas de la ciencia contemporánea con los intereses de los ciudadanos y también del interés de estos últimos por acceder al conocimiento científico más allá de los medios y los sistemas educativos. En el proceso ideal, en los SS, se producen en teoría interesantes realimentaciones de información y conocimiento que refuerzan un estilo más participativo, alejado de las inercias del modelo del déficit: recibir propuestas y preguntas de los miembros de la comunidad local; analizar problemas concretos; mantener la comunicación con la sociedad civil durante todo el proceso; difundir los resultados; ayudar a la comunidad local a aplicarlos; diseñar acciones de seguimiento; evaluar los resultados <sup>31</sup>.

El accidente de la central nuclear de Chernobyl en abril de 1986 se convirtió en un caso paradigmático para los detractores de ese tipo de energía, pero las sucesivas crisis derivadas del uso masivo de combustibles fósiles, el problema del cambio climático o la necesidad de nuevas energías limpias y renovables siguen poniendo el tema nuclear en el centro del debate. Los consumidores han ido adquiriendo un

papel cada vez más importante en las decisiones energéticas que toman los agentes públicos o privados tanto a nivel local como global. Recordemos, por ejemplo, el conocimiento aparentemente profano de los campesinos ingleses de la región de Cumbria sobre los suelos agrícolas contaminados con radioactividad después del accidente de Chernobyl. A pesar de que los expertos les aseguraron que la contaminación iba a desaparecer rápidamente, al cabo de los años, los contadores Geiger todavía medían radiación e inhabilitaron las cosechas para su comercialización<sup>32</sup>. En el contexto de ese nuevo modelo de participación, este ejemplo demuestra cómo el público no asimila la ciencia académica de los expertos separada de otras formas de conocimiento, juicio o consejo. Una determinada situación práctica requiere casi siempre de conocimientos suplementarios para la validación del propio conocimiento científico, que en el fondo refuerzan la posición del ciudadano en su batalla democrática por el saber<sup>33</sup>.

En los últimos años han proliferado también otros proyectos de participación, como los llamados PATH (Participatory Approaches in Science and Technology), que pretenden poner a trabajar de manera conjunta a científicos profesionales, usuarios, miembros de las administraciones públicas y representantes de empresas privadas. Se ha experimentado su funcionamiento en tres grandes áreas especialmente controvertidas para nuestras opiniones públicas contemporáneas: los alimentos transgénicos, la conservación de la biodiversidad y la nanotecnología. Del intercambio de ideas entre los diferentes grupos de actores se pretende que surjan determinadas direcciones de investigación pura y aplicada, sin descartar una amplia difusión de los resultados de estos grupos de trabajo al público en general<sup>34</sup>.

En el caso de la nanotecnología, sabemos que, en el año 2000, el 10 por 100 del presupuesto en investigación en este campo se invirtió en estudios sobre su impacto en la salud, el medio ambiente y la sociedad, como respuesta a actitudes públicas tecnofóbicas. En 2004, después de una rigurosa y extensa consulta pública en la que participaron incluso organizaciones ecologistas, un informe de la Royal Society detallaba las nano-oportunidades, pero también las nano-incertezas. El informe tenía muy presente el hecho de que si ya es difícil predecir la dirección futura de la nanotecnología y la escala de tiempo en la que se llevarán a cabo determinados desarrollos, lo es todavía más saber qué tipo de reacciones sociales y éticas suscitará. Pero a corto y medio plazo las preocupaciones principales se centran en dos cuestiones fundamentales: ¿quién controla el uso de la na-

notecnología? y ¿quién se beneficia de su uso? <sup>35</sup> En reuniones con pequeños grupos de usuarios se identificaron aspectos positivos de la nanotecnología: aplicaciones en medicina, nuevos materiales, pero también negativos: efectos secundarios a largo plazo, poca fiabilidad de las nuevas aplicaciones, de la financiación y el control de las mismas. Debido a su potencial convergencia con otras tecnologías punta como la robótica, la inteligencia artificial, la biotecnología o las neurociencias, el debate público sobre las luces y las sombras de la nanotecnología, y sobre los mecanismos de esas tomas de decisiones, parece más que necesario. Éste no es sólo un proceso de *marketing*, o de aceptación o rechazo del producto final por parte del público, cliente, consumidor o usuario, sino que la participación de los diferentes actores, en el propio diseño de una nueva línea de investigación o en la consiguiente toma de decisiones, puede acarrear consecuencias epistemológicas <sup>36</sup>.

De hecho, el debate público sobre la tecnociencia comenzó en el período 1980-1990 en un momento de crisis (catástrofes nucleares, epidemia de vacas locas, alimentos transgénicos, etc.). Los mecanismos de toma de decisión de los expertos penetraron progresivamente en la esfera pública. Los procesos de evaluación de nuevas tecnologías, los comités de ética, el principio de precaución y el estudio del riesgo se convirtieron en supuestos instrumentos de regulación y control, con la intención de adaptar las innovaciones técnicas a los valores e ideales de los ciudadanos. Contribuyeron así, al menos en parte, a crear un estado de opinión más favorable a la idea de que la ciencia pertenece a toda la sociedad, «es nuestra», y que temas de esta importancia no podían dejarse en manos de grupos reducidos de expertos. Su eficacia a largo plazo requiere, sin embargo, de una evaluación más reposada para la que no tenemos todavía suficiente perspectiva histórica.

Con relación al pensamiento medioambiental, algunos de sus teóricos sugieren que estaríamos experimentando una transformación desde las viejas cuestiones de carácter social, pero con tintes dominantes y autoritarios, en los que primaba la jerarquía, la eficiencia, el mercado, la competencia, el materialismo y los cambios acelerados de estilo de vida, hacia un nuevo paradigma ecológico, más abierto, participativo, con más presencia en la esfera pública, basado en la cooperación, la simplicidad y un cierto postmaterialismo <sup>37</sup>. Para teóricos de este pensamiento ecologista radical como Murray Bookchin, la palabra «pueblo» ya no significa hoy ni el proletariado deshumanizado

zado de la tradición marxista, ni los consumidores manipulados y homogeneizados por el mercado capitalista, sino que se ha convertido en una comunidad de individuos responsables, autónomos en sus decisiones y socialmente activos <sup>38</sup>. Éstas son seguramente percepciones demasiado utópicas y merecerían una discusión en profundidad que supera los objetivos de este libro, pero parece claro que la sociedad civil ya no puede ser considerada como una instancia inmutable garante de la democracia frente a una racionalidad científica que le sería ajena. La propia definición de ciudadanía se vería modificada por las normas de carácter científico que impregnan sutilmente a todos los individuos. Ya no hace falta dictar normas desde una supuesta autoridad política, ya que los propios mecanismos de la tecnociencia regulan tácitamente los comportamientos y el orden social <sup>39</sup>.

En las últimas décadas, no sólo los profanos en un sentido amplio, sino también importantes grupos de expertos se han sentido concernidos por las implicaciones de la nueva tecnociencia. Las demandas de participación pública en temas de naturaleza científica se pueden analizar como un síntoma más de la crítica a las democracias tradicionales a la hora de canalizar las inquietudes de la población ante nuevos retos globales. La ciencia no sería extraña a ese déficit democrático, y desempeñaría un papel cada vez más relevante en los procesos de inclusión y exclusión de la ciudadanía en determinada toma de decisiones <sup>40</sup>. Aunque el supuesto giro participativo sigue teniendo aspectos controvertidos, todo parece indicar que la rígida separación entre expertos y profanos, heredera de la visión tradicional de la divulgación científica, y asumida en buena parte por el PUS, se está reemplazando por ensamblajes inestables y heterogéneos de expertos, ciudadanos, pacientes, clientes, usuarios, accionistas, de nuevos públicos de la ciencia en un sentido amplio, quienes, con sus discursos y sus objetos a cuestas, están en negociación permanente <sup>41</sup>.

Dorothy Nelkin ha teorizado en los últimos años sobre el incremento considerable de controversias científicas que, desde su punto de vista, se dirimen cada vez más en la esfera pública, y en las que están en juego valores, ideas, poder y autoridad. Se convierten así en una cuestión política, en la que el factor democrático no puede dejarse de lado en aras de una supuesta objetividad tecnocrática del experto. Los ejemplos utilizados por Nelkin completan muy bien los presentados al inicio del capítulo y nos ayudan a comprender mejor las características de ese giro participativo en constante ebullición.

ción. En 1976, activistas a favor de los derechos de los animales se manifestaron delante del American Museum of Natural History en Nueva York para tratar de impedir experimentos que causaban, en su opinión, un sufrimiento innecesario a los animales. Una década más tarde, esos mismos activistas recorrían diversos laboratorios para robar todos los animales posibles de sus dependencias y reivindicar el final de ese tipo de experimentación. Grupos antiabortistas norteamericanos consiguieron acabar con la financiación de la investigación con fetos humanos desde 1981 hasta 1994. Como veremos en el siguiente apartado, activistas homosexuales han discutido e influido en los protocolos de los tests de detección del virus del SIDA. Ganaderos, agricultores y otros grupos concernidos se han movilizado a diferentes niveles para impedir determinadas aplicaciones biotecnológicas. Grupos religiosos han impedido la enseñanza de la teoría de la evolución de Darwin en determinados Estados norteamericanos. Grupos ecologistas han protestado contra determinadas decisiones de explotación de recursos naturales por parte de las grandes corporaciones, mientras estas últimas han cuestionado con frecuencia determinadas comisiones de expertos académicos ante el peligro de imposición de determinadas regulaciones (recordemos por ejemplos los *lobbies* anti-cambio climático que hemos discutido en el capítulo anterior). Para Nelkin, ese conjunto de conflictos, entre muchos otros, son una muestra del vigor de ese nuevo giro participativo, pero al mismo tiempo un nuevo síntoma de malestar social ante los valores hegemónicos de la ciencia oficial <sup>42</sup>.

### **Salud, resistencias y apropiaciones**

La salud ha sido en los últimos años uno de los terrenos más fértiles con relación al desarrollo de ese giro participativo, y merece por tanto una atención especial en este capítulo. Desde una aproximación más tradicional, cercana al modelo del déficit, sería sencillo constatar cómo los médicos, sus portavoces y los programas de salud de los medios de comunicación bombardean al público con información y educación sanitaria, mientras el ciudadano común se convierte en un ávido consumidor de consejos e instrucciones emitidas por los profesionales. Todos los padres han invertido en libros de medicina doméstica o de consejos prácticos de pediatría; los periódicos y revistas suelen publicar con frecuencia artículos en los que aparece un

doctor, un experto dispuesto a contestar las dudas del lector; las televisiones y las radios tienen programas de consejos de salud en los que explican los últimos avances en medicina, con la intervención frecuente de pacientes, oyentes o espectadores <sup>43</sup>.

Pero, obviamente, éste no es un recorrido en una sola dirección. Sabemos de numerosas resistencias y apropiaciones a determinados tratamientos. Por buscar sólo algunas raíces históricas a lo largo del siglo xx, tenemos evidencias, por ejemplo, de que, en los años veinte, en Estados Unidos, un conglomerado heterogéneo de individuos articuló un discurso científico, político y filosófico en contra de las vacunas, y se enfrentó a las élites médicas por el control de la esfera pública en una dura batalla mediática por la propaganda. En un país de fuertes iniciativas de la sociedad civil, algunos consideraban las campañas de vacunación como una intromisión del Estado en el cuidado de los hijos.

Gracias a la participación de algunos activistas, la liga anti-vacunación tuvo una influencia notable en la opinión pública hasta finales de esa década. Estaba fundamentalmente constituida por «profanos» de la medicina (abogados, empresarios, curanderos, etc.), pero, más allá de atribuir a esos grupos una determinada irracionalidad anticientífica (como en el caso de los luditas en el siglo xix), es interesante constatar cómo sus argumentos llegaron a convencer a amplios sectores de la ciudadanía norteamericana de la época. Utilizaban datos «científicos» publicados sobre la seguridad y la eficacia de la vacunación, junto a argumentos críticos que cuestionaban la legitimidad de unas determinadas formas de conocimiento sobre otras posibles, y en definitiva sobre la autoridad de la ciencia a la hora de tomar decisiones sobre la salud del propio cuerpo <sup>44</sup>.

Esa fuerza de determinados públicos de la medicina para hacer frente a una determinada autoridad científica se ha intensificado a lo largo del siglo xx, entre otras razones fruto del reforzamiento del modelo del déficit que han comportado determinados procesos de medicalización. En los años setenta, en un estudio que pretendía valorar los niveles de comunicación entre médicos y pacientes en Canadá, se pasó un cuestionario a cada enfermo para evaluar su cultura médica, mientras se pedía a cada doctor su propia opinión sobre los conocimientos del enfermo. Los resultados fueron bastante sorprendentes. La mayoría de pacientes parecía conocer bastante bien los detalles de su enfermedad, pero menos de la mitad de los doctores llegó a estimar correctamente los conocimientos que tenían sus pa-

cientes, sin que a pesar de ello se plantearan modificar sus estrategias de comunicación con los enfermos. Asumían así tácitamente buena parte de la tesis del modelo de déficit y daban por supuesta la ignorancia del profano <sup>45</sup>.

No obstante, en las últimas décadas esta tendencia ha empezado a cambiar. Se ha producido una crisis progresiva de la hegemonía del modelo hospitalario y con el reforzamiento del Estado del bienestar, al menos en Europa occidental, los pacientes han ganado protagonismo. Por analogía con los consumidores y usuarios, los pacientes se han asociado para reivindicar sus propios derechos. Se han producido protestas de estudiantes contra los planes de estudio de la medicina oficial; ha crecido el activismo femenino, pero también el de pacientes de otros grupos hasta ahora discriminados en busca de un tratamiento adecuado a sus características, y se han fundado nuevas asociaciones de enfermos. La American Academy for Communication in Healthcare (AACH) proclama, por ejemplo, que una mejor comunicación redundará en un mejor resultado clínico, una mayor satisfacción por parte del paciente y del personal sanitario y un menor número de malas prácticas. Recomienda a los doctores un curso *on-line*, Doc.com, para mejorar su relación con los pacientes, y su capacidad de proporcionarles los cuidados más adecuados y sensibles <sup>46</sup>.

En una línea parecida, y bajo el patrocinio de la AACH, se publica desde hace años *Patient Education and Counseling*. Con el objetivo de mejorar la eficacia de los tratamientos, la revista intenta promover la educación, la investigación y la práctica médica en comunicación permanente con los pacientes, sus familiares y el personal sanitario (otro público importante de la medicina). El *Journal of American Medical Association* (JAMA) dedica cada vez más espacio a la voz de los pacientes, y en los últimos años ha avanzado hacia una medicina más «narrativa», que recupera algunos valores positivos de la antigua oralidad. Se trata de una medicina más «reflexiva», en la que el propio profesional intenta desarrollar una autocrítica de su praxis e introducir opiniones de otros públicos a la hora de tomar una determinada decisión. Los suplementos semanales de salud o las nuevas webs 2.0 en las que los enfermos comparten experiencias de manera abierta y dinámica son algunas de las manifestaciones de ese nuevo régimen de participación activa de los públicos de la medicina (y de la ciencia en general), que estamos viviendo en la actualidad <sup>47</sup>.

Un nuevo espíritu de «ciudadanía biológica», en la que se exhorta a cada individuo a ejercer de manera responsable el control

de su salud, representa en buena medida una reacción al llamado «biopoder» (término acuñado por Foucault en los años setenta), resultado del proceso de medicalización y del control jerárquico ejercido sobre el enfermo. Así, el paciente como individuo, los comités de ética, las ya mencionadas asociaciones de pacientes o las compañías de seguros ganan capacidad de influencia como públicos de la medicina <sup>48</sup>.

Tenemos además numerosas evidencias de participación activa de grupos de pacientes, no sólo en la aplicación de una determinada terapia, sino también durante el proceso de diseño e investigación de un determinado fármaco o tratamiento <sup>49</sup>. En Estados Unidos, grupos de activistas contra el SIDA llegaron a poner en cuestión algunos criterios de los propios investigadores así como de las políticas públicas de salud. Lograron incluso influir en las modificaciones de los tests clínicos que se llevaron a cabo en los años noventa <sup>50</sup>. En la década de 1980, los pacientes de SIDA participaron en pruebas del AZT, un fármaco que se consideraba en esa época el más útil para combatir la enfermedad, y contribuyeron con sus opiniones a la evolución de su estudio experimental <sup>51</sup>.

Se ha extendido la tendencia a exigir de los profesionales de la medicina actitudes más acorde con una sociedad democrática, junto con una mayor responsabilidad de los pacientes a la hora de evaluar los riesgos para la salud y actuar en consecuencia <sup>52</sup>. Muy probablemente, los expertos académicos y los grupos empresariales, en particular las grandes corporaciones farmacéuticas, tienen mucho más poder que determinados grupos de activistas, pero en el momento en que estos últimos llegan a influir en la esfera pública y determinan, aunque sólo sea ligeramente, los comportamientos de pacientes y consumidores, las cosas empiezan a cambiar.

Entrevistas con pacientes y profesionales de la salud por parte del *British Committee on the Safety of Medicines and the Medicines Commission* han demostrado que ambos grupos tienen percepciones diferentes y no siempre coincidentes sobre la enfermedad y el dolor. Si el testimonio de los pacientes y sus familiares es escuchado con atención y amplitud de miras por parte de la clase médica, emerge un conjunto de datos e informaciones que pueden ser de gran importancia en el propio estudio científico de una determinada dolencia: síntomas, fotografías, participación activa en tests clínicos, acumulación de datos genéticos, etc. De este modo, el trabajo experto en biomedicina se desarrolla más cerca del paciente, en un proceso de

aprendizaje colectivo que potencialmente puede enriquecer a todas las partes. Para el éxito de muchos de estos procesos es necesaria, obviamente, una alta capacidad de organización de esas asociaciones de pacientes, o grupos de personas concernidas por un determinado problema sanitario.

Hasta la década de 1980, el cáncer de mama, una de las enfermedades de mayor incidencia entre las mujeres, estaba rodeado de un gran secretismo, y las pacientes los sufrían en silencio, a veces escondiendo el diagnóstico incluso a familiares y amigos próximos. La progresiva organización y movilización de las pacientes ha permitido poco a poco la presentación de las estadísticas y detalles de la enfermedad de una forma más abierta al público en general; ha estimulado cambios legislativos y políticas de prevención a lo largo de la década de 1990, y ha conseguido implicar progresivamente en el problema a expertos, administraciones públicas y empresas privadas <sup>53</sup>.

En esta misma dirección encontramos, por ejemplo, en Estados Unidos el Environmental Breast Cancer Movement (EBCM), que ha trabajado en las últimas décadas en la identificación y prevención de los riesgos ambientales asociados al cáncer de mama. Al contrario de los objetivos de otros movimientos a favor de la lucha contra el cáncer, que se preocupan fundamentalmente de recaudar fondos para invertirlos en su curación, el EBCM se ha centrado en la prevención y en la necesidad de identificar los agentes contaminantes que son potenciales causantes de la enfermedad. Pero su campaña no es sólo de agitación y de protesta, todo lo contrario. Destacados miembros del EBCM trabajan conjuntamente con expertos en universidades y hospitales e influyen de manera decisiva tanto en las líneas de investigación como en las políticas preventivas concretas que deben tomarse <sup>54</sup>.

Los pacientes de la asociación francesa contra las miopatías, y su capacidad para esponsorizar la investigación biomédica, representa también un ejemplo excelente de coordinación de los intereses de los pacientes, de capacidad de influencia en el contenido de la propia investigación, pero al mismo tiempo de reconocimiento social de ese tipo de pacientes. La Asociación se fundó en 1958, en un momento en el que esa enfermedad estaba considerada como una dolencia rara de origen genético de poco interés para los especialistas. Su objetivo era almacenar el mayor número posible de datos clínicos, recabar toda la información posible de los pacientes, y llegar incluso a construir un banco de datos genéticos al servicio de los expertos interesa-

dos en investigar la enfermedad, pero también hacer llegar la información a la opinión pública en general <sup>55</sup>.

En el caso de los comités de bioética, conocemos algunos estudios que demuestran cómo sus juicios de valor y posiciones no siempre coinciden con determinadas percepciones públicas del problema. En este sentido, estos comités corren el riesgo de actuar como nuevos expertos, interpuestos entre el médico profesional y el paciente, que en buena medida dificultan una verdadera participación del público en determinadas decisiones sanitarias. Los comités son, de hecho, espacios estables pero flexibles, en los que los expertos, pero también los profanos de la medicina interesados en un determinado tema (aborto, eutanasia, investigación con células madre, fecundación *in vitro*, etc.) establecen una pugna sin descanso por la hegemonía; en consecuencia, su éxito se basa en su capacidad de integrar las percepciones plurales de los diferentes públicos respecto a un determinado problema sanitario <sup>56</sup>.

Desde la perspectiva del giro participativo, podríamos decir que, en el caso de la salud, hemos pasado progresivamente de una visión poco sensible a la opinión del paciente, a otra en la que se discuten abiertamente las inevitables discrepancias entre expertos y profanos a la hora de administrar un determinado medicamento; discrepancias que están a menudo fundamentadas en los diferentes valores y creencias de cada grupo, y no tanto, como parecería a primera vista, en determinados déficits de información técnica sobre el fármaco. Todos somos lectores de prospectos de medicamentos, cuyo contenido apropiamos en función de factores muy diversos que trascienden el estricto campo de la farmacología <sup>57</sup>.

### **Tecnociencia, riesgo e incertidumbre**

Tal como analizó hace unas décadas el sociólogo alemán Ulrich Beck, nuestro desarrollo científico está íntimamente asociado al riesgo y el azar, factores que hasta hace relativamente poco tiempo no habían sido sometidos a consideración rigurosa. Los peligros que nos acechan no tienen un límite temporal, ya que pueden afectar a las generaciones futuras (pensemos, por ejemplo, en los alimentos transgénicos, en la concertación de DDT en nuestra sangre o en la radioactividad); pero tampoco pueden delimitarse espacialmente en un mundo cada vez más globalizado, en el que riesgos como el del au-

mento de la temperatura del planeta a causa del incremento de emisiones de dióxido de carbono trasciende claramente ciudades, Estados y continentes. La cuantificación y estandarización de esos riesgos es además difícil y controvertida; depende en buena medida de los intereses y la ubicación de cada individuo o institución en la sociedad. Pero, para nuestra discusión, quizás lo más interesante del análisis de Beck reside en la relevancia creciente que están tomando las opiniones públicas, y el público en general, ante este nuevo problema de enormes dimensiones. Así, si una de las características principales de la sociedad industrial es la distribución de bienes de consumo, la nueva sociedad del riesgo distribuye peligros a toda la población<sup>58</sup>. Desde esta perspectiva, la sociedad del riesgo habría sustituido la admiración por la productividad y el progreso por el escepticismo ante los supuestos beneficios de la ciencia (de nuevo el malestar) y por la ansiedad permanente por las consecuencias de sus actos<sup>59</sup>.

Vivimos en una sociedad con múltiples riesgos que debemos racionalizar con estrategias diversificadas. Sin la institucionalización de un discurso experto sobre los peligros medioambientales, alimentarios o tecnológicos, nuestra vida sería muy difícil de soportar. Así, expertos y riesgo parecen conceptos íntimamente ligados, pilares básicos para una cierta estabilidad social, aunque su función no está desligada de los públicos receptores de esos discursos. De hecho, la percepción y la evaluación del riesgo se convierten fácilmente en un lugar común entre los diferentes protagonistas, aunque con discursos no necesariamente coincidentes<sup>60</sup>. Temas controvertidos como la enfermedad de las vacas locas (BSE), los alimentos modificados genéticamente, los aditivos alimentarios, los problemas medioambientales, la gripe A, etc., suelen generar importantes discrepancias y diferentes percepciones del riesgo, que deben ser analizadas en función de la identidad social de cada grupo.

En general, los expertos suelen minimizar el riesgo de algunas actividades que los profanos ven como muy peligrosas, mientras que estos últimos cuestionan la autoridad y la legitimidad de los propios expertos. Ésta es una problemática seria, que difícilmente se puede superar desde las posiciones tradicionales asociadas al modelo de déficit, sin una actitud más «humilde» y abierta al diálogo<sup>61</sup>. Desde una perspectiva tradicional, cuando se discute el potencial azaroso de nuestra civilización y los riesgos que este hecho conlleva, la racionalidad científica y la social suelen estar separadas. Diferentes grupos de profanos, con actitudes activas y participativas, suelen hacer pre-

guntas que nunca son contestadas por los expertos en riesgos, y si hay respuesta, ésta suele expresarse en términos alejados de las preguntas iniciales y de la verdadera ansiedad del público <sup>62</sup>.

No existe, en consecuencia, consenso sobre cuáles deben ser las mejores soluciones para un determinado problema medioambiental, desde el tratamiento de emergencia de un vertido de petróleo en el mar, hasta los límites de velocidad necesarios para reducir la contaminación atmosférica en las grandes ciudades. Representantes del poder político local y nacional, profesores universitarios e investigadores de prestigio (expertos oficiales), empresas privadas, asociaciones profesionales, grupos en defensa de la naturaleza, propietarios rurales, administraciones locales, entidades culturales, etc., suelen crear una polifonía que diluye las supuestas «verdades» del problema. Por otro lado, los activistas medioambientales son acusados, con frecuencia, de difundir una crítica demasiado ácida contra la ciencia de los expertos y su responsabilidad en la degradación del planeta. En los años noventa, por ejemplo, defensores de una revolución «verde» como John Young destilaban pensamientos envenenados de malestar. Young consideraba que la ciencia había minado la democracia, y que el conocimiento en manos de una minoría de expertos se había convertido en un instrumento de poder sin participación del público. Denunciaba además la inmoralidad de la objetividad científica que llevaba a los expertos a presentarse con frecuencia como neutrales desde el punto de vista político <sup>63</sup>.

El problema tiene además otras derivadas. Como ya discutimos en el capítulo anterior, el riesgo se convierte en un tema apetecible para los medios de comunicación a la hora de captar la atención de la audiencia ante el miedo de un peligro inminente o ante el dolor y la consternación de una catástrofe natural o accidente consumado. No obstante, a pesar de los informes y recomendaciones de los supuestos expertos, el público toma unas determinadas decisiones ante situaciones de riesgo que no coinciden necesariamente con ellos, un hecho éste que complica todavía más la supuesta «objetividad» científica. Sin una suficiente sensibilidad del experto por las percepciones del público, difícilmente la comunicación de situaciones de riesgo y las consiguientes recomendaciones para evitar sus perjuicios surgirán efecto.

Si analizamos, por ejemplo, algunos problemas medioambientales, es fácil detectar cómo la supuesta autoridad e independencia de los expertos se ve cuestionada por la manera como se presenta el

problema a la opinión pública —vertidos tóxicos, accidentes industriales, intereses enfrentados, etc.—. El énfasis en la controversia, en las emociones, en la fascinación por los límites del saber, parece primar con frecuencia sobre la supuesta objetividad <sup>64</sup>. Al estudiar con una cierta profundidad la actitud del público ante un determinado reto tecnológico o medioambiental, suele aparecer una cierta desconfianza remanente hacia el experto, hacia la autoridad científica o política. Quizás no se expresa de manera abierta, y muchos guardan un discreto silencio, que esconde a menudo sentimientos de resentimiento o desconfianza <sup>65</sup>. El ruido producido por los grupos ecologistas o por los movimientos en defensa de un determinado trazado de una carretera no deja de ser un fenómeno minoritario.

Steven Yearley teorizó hace unos años sobre la influencia de los problemas medioambientales en la progresiva debilidad de la autoridad científica. Desde su acertado punto de vista, problemas como el calentamiento global, la reducción de la capa de ozono, los residuos del uso de pesticidas o los organismos modificados genéticamente son ejemplos claros de la crisis de esa autoridad. Se convierten además en instrumentos de crítica contra aspectos importantes de nuestra sociedad industrial y de la ciencia oficial o institucionalizada <sup>66</sup>. El propio Beck considera que buena parte de las protestas de los ciudadanos ante determinados problemas ambientales forma parte intrínseca de un nuevo proceso de modernidad en el que las discrepancias respecto al riesgo son ya parte intrínseca del modelo. La propia ecología como disciplina académica o sus versiones más heterodoxas como la comentada teoría Gaia, o la interpretación feminista de la naturaleza, proponen, de hecho, metodologías científicas alternativas que son también fuentes de tensión. Su capacidad interdisciplinaria, en el contexto de la nueva tecnociencia, cuestiona además la tradicional organización disciplinar de la ciencia académica, fruto en buena medida del modelo universitario del siglo XIX, y en estos momentos, en proceso de profunda transformación.

A pesar de los esfuerzos de la industria del petróleo por legitimar su contribución al progreso a través de la fabricación de objetos para el hogar, aditivos alimentarios, medicinas, pesticidas, etc., el impacto público del famoso *Silent Spring* (1962) de Rachel Carson en 1962 contribuyó a la construcción de una imagen recelosa y crítica de la artificialidad a la que supuestamente nos ha llevado la industria química. En respuesta a esas denuncias de contaminación medioambiental, la industria suele contraatacar con discursos públicos y textos pu-

blicitarios en los medios para legitimar socialmente sus productos <sup>67</sup>. Esos generadores de riesgo intentan buscar una cierta «contra-ciencia» (en términos de Beck), es decir un conjunto de argumentos y explicaciones presentadas formalmente desde el rigor académico, que puedan competir en la esfera pública con los argumentos considerados demasiado pesimistas de los supuestos profanos. En estos casos, el acceso a los medios deviene crucial, y los argumentos para convencer al público en general (incluimos aquí la publicidad y el *marketing*) son una condición casi imprescindible para el éxito de una determinada empresa o negocio <sup>68</sup>.

Una lista de temas inciertos, que producen ansiedad en el público en nuestro presente (residuos nucleares, transgénicos, asbesto, tabaco, terapias genéticas, gripe aviar, torres de teléfonos móviles, etc.), sería un ejemplo paradigmático de cómo la división tradicional entre expertos y profanos ha quedado desfasada. En la nueva época del riesgo y la incertidumbre, estos nuevos problemas requieren de nuevos lugares de debate en los que las decisiones tecnocráticas y a menudo autoritarias de la práctica política tradicional dejen de ser habituales. De la democracia representativa tradicional, con todas sus limitaciones (especialmente graves cuando abordamos problemas científicos), debemos pasar a una democracia dialógica, en la que esos nuevos foros híbridos pueden dar voz a un gran número de autores que hasta hace poco permanecían sin voz. Los ejemplos presentados son numerosos y contundentes: el tratamiento de los residuos nucleares en Francia, las deformaciones en recién nacidos en Japón, la leucemia infantil en Massachusetts o la enfermedad de las vacas locas en el Reino Unido <sup>69</sup>.

Sabemos, por ejemplo, de las opiniones de un grupo de trabajadores electricistas de la central nuclear de Sellafield en el Reino Unido en los años noventa sobre los riesgos de radiación. Desde una posición escéptica, los electricistas consideraban que toda la información sobre radiación nuclear que les podían proporcionar los expertos a través de charlas, panfletos, etc., les llevaría inevitablemente a una cierta confusión. Rechazaban en buena parte la retórica de la estimación riesgo o del cálculo de probabilidades, ya que no lo sentían como parte de sus propios valores, sino como el discurso de los expertos en energía nuclear a quienes delegaban en buena parte la toma de decisiones sobre su propia protección. Aunque las actitudes resistentes de los electricistas podrían ser consideradas como atrapadas en la ignorancia, es significativo constatar cómo, en este caso y en

muchos otros, se produce un choque de culturas técnicas diferentes, pero ambas relevantes <sup>70</sup>.

Incluso aceptando las recetas más tradicionales sobre el control y la evaluación del riesgo (*risk assessment*), y siguiendo de manera disciplinada todos sus protocolos de actuación, no eliminaremos nunca un cierto espacio de incertidumbre en los medicamentos que tomamos, el aire que respiramos o los medios de transporte en los que nos desplazamos. En los complejos sistemas tecnocientíficos del presente debemos convivir ineludiblemente con esa sensación de vulnerabilidad, que puede incluso hacer al propio sistema y a sus actores más flexibles y creativos. Existen, por ejemplo, todavía muchas incertezas sobre el cambio climático, pero tenemos ya un mínimo consenso internacional sobre el aumento de la temperatura del planeta en unos 2,5 grados a mitad del siglo XXI. Este calentamiento tendrá diversos impactos sobre la actividad humana y puede ser catastrófico para plantas y animales. Como hemos visto en el capítulo anterior, el problema no está, sin embargo, constreñido a una cuestión meramente científica, sino que plantea importantes retos políticos, éticos y sociales respecto a los valores con que debemos compartir en el futuro <sup>71</sup>.

Los expertos de un determinado proceso ya no tienen un papel central. Con frecuencia, son las actividades económicas concretas y las coyunturas políticas las que definen en la práctica la noción de riesgo <sup>72</sup>. El riesgo no es, por lo tanto, un problema de probabilidades que se pueda calcular de manera objetiva y racional en una estimación fría de coste-beneficio, sino que está íntimamente ligado a la moderna condición humana, a nuestras sociedades contemporáneas en las que debemos asumir desde todos los niveles la convivencia con la incertidumbre <sup>73</sup>. En este contexto, el nuevo modelo participativo se fortalece día a día por oposición al modelo del déficit, y los lugares comunes, las intersecciones, los espacios de discusión compartidos cobran un nuevo protagonismo.

\* \* \*

En 1983, en un texto ya canónico, el sociólogo Thomas F. Gieryn se refirió a las fluidas fronteras entre diferentes disciplinas científicas, entre el experto y el profano. Esas fronteras no constituyen categorías inmutables y atemporales, sino que están precisamente construidas por los propios protagonistas en un determinado

tiempo y espacio histórico<sup>74</sup>. Este modelo puede, por tanto, extenderse a un buen número de problemas presentados a lo largo del libro, de manera que serían los propios actores históricos los que habrían construido de manera compleja los límites entre disciplinas científicas, profesionales y *amateurs*, ciencia académica y ciencia popular, ciencia ortodoxa y heterodoxa conocimiento experto y divulgación científica, enseñanza reglada y aprendizajes informales, etc. En una línea parecida, el giro participativo y la nueva tecnociencia requieren de una aproximación a la ciencia en proceso en evolución conjunta con la sociedad, para poder así comprender mejor las aristas de un presente complejo, impredecible, volátil e irregular, en el que la autoridad académica y cognitiva de una ciencia aparentemente no problemática, anclada en el modelo del déficit, parece estar llegando a su fin<sup>75</sup>.

En los últimos años, algunos autores han intentado describir desde una cierta perspectiva la amplitud y las características de estas transformaciones. El sociólogo Michel Callon proponía, por ejemplo, un marco teórico que a grandes rasgos pretendía explicar tres niveles de relación entre expertos y profanos, que conviven en buena parte en el presente, y que se han manifestado en diferentes grados a lo largo de la historia<sup>76</sup>. El primer modelo, que Callon llama de «educación» del público, es bastante parecido al descrito en la introducción de este libro a la hora de diagnosticar algunas de las causas del discutido malestar de la cultura científica. Está basado de nuevo en la irreductible oposición entre el conocimiento experto y el profano. En este contexto, el objetivo fundamental de los expertos, protegidos en sus instituciones, es erradicar del todo los conocimientos de los profanos, considerados siempre inferiores y prescindibles, de modo que se descarta cualquier participación activa de estos últimos. Para esa erradicación, es, sin embargo, necesario crear una relación de confianza, que supuestamente sólo se conseguirá a través de la educación y la información, de ahí la gran importancia del comunicador y de la divulgación científica.

Alternativamente, o de manera complementaria —no podemos descartar la coexistencia de aspectos de los diferentes modelos cuando analizamos determinados casos históricos o problemas del presente— existiría el segundo modelo, o modelo del «debate» público, en el que la relación entre expertos y profanos sería algo más enriquecedora. En este contexto, los expertos serían conscientes de la necesidad de definir y diferenciar a sus públicos potenciales en

función de su profesión, localidad, edad, sexo, etc., asignando a cada grupo, como en un estudio de *marketing*, determinadas competencias y conocimientos. Los expertos reconocerían aquí que su capacidad de influencia, cuando abordan problemas éticos, económicos o de cualquier otra índole que escapa a su especialidad, no es superior a la de los profanos. De ahí la necesidad de escuchar la versión del otro, por ejemplo en problemas de tratamiento de residuos, riesgos industriales, gestión del agua, problemas medioambientales, etc., y propiciar foros de debate, conferencias y reuniones para intentar encontrar consensos mínimos entre los diferentes grupos de intereses. El problema crucial aquí es quién debe ser incluido o excluido de este tipo de debates. De nuevo son los expertos los que, desde una posición que podríamos considerar algo más generosa y abierta, han escogido el perfil y las características de sus públicos.

Más cercano al espíritu de la ciencia democrática presentado en este capítulo, el tercer modelo es probablemente el más controvertido, pero al mismo tiempo el más sugerente. Se trata aquí de involucrar a los profanos no sólo en debates más o menos abiertos, que habitualmente no escapan de la retórica de un cierto «despotismo ilustrado» de los expertos, sino en el mismo proceso de construcción de conocimiento científico. De este modo, expertos y profanos trabajarían en estrecha colaboración desde el inicio de un determinado proyecto sanitario, medioambiental o tecnológico. Al final se llegaría, supuestamente, a un consenso razonablemente equilibrado en el que todas las partes se sintieran tratadas con dignidad y respetadas en sus planteamientos, superando los estrictos intereses de cada grupo. Para Callon, en nuestras sociedades contemporáneas, no existe un problema de crisis de confianza en la ciencia, sino una crisis de los mecanismos de participación de los profanos, del público en general, en un determinado proyecto. Ahí subyace para él la principal causa del malestar de nuestra cultura científica. Si mantenemos elementos fundamentales de los modelos primero y segundo, los expertos preservan su hegemonía sin demasiados problemas. En el modelo tercero, que parece atisbar en el futuro próximo, se produce un cambio del régimen epistémico-cognitivo dominante por otro nuevo.

Como en cualquier otro momento histórico de cambios profundos, es difícil analizar hoy las claves de estas transformaciones, y otros autores habrán de afinar los argumentos que sucintamente he presentado aquí. No obstante, incluso desde una posición escéptica ante estos nuevos modelos teóricos y ante palabras hasta cierto punto

nuevas para la historia de la ciencia, como riesgo, humildad, giro participativo o coproducción, parece evidente que difícilmente educaremos a las próximas generaciones en una sólida cultura científica que les permita gestionar su propio presente con las disciplinas académicas tradicionales del siglo XIX; quizás porque, entre otras razones, las dos culturas de Snow, la humanística, pero también la científica, se nos han hecho viejas. Responden a esquemas intelectuales de hace medio siglo, que han sido fuente de inspiración de muchos problemas, pero que ahora requieren una revisión profunda ante los nuevos tiempos de la tecnociencia, de la quizás inevitable democratización del saber y del protagonismo renovado del público.

## CONCLUSIÓN

«A medida que las ciencias naturales empíricas ganaron prestigio y capacidad de control de recursos fundamentales, sus patrones intelectuales consiguieron dominar concepciones generales del conocimiento y de la verdad. De igual modo, al separar la producción del conocimiento científico del público culto, la investigación se convirtió en una actividad esotérica. La divulgación del conocimiento científico se transformó entonces en un medio de legitimación para muchos movimientos sociales y grupos de poder, pero también formó parte de las reivindicaciones de los científicos, en búsqueda de su reconocimiento social como grupo autónomo de intelectuales. A través de la divulgación, los científicos combinaron con éxito argumentos en favor de la universalidad y la utilidad social de la ciencia, y pusieron las bases de su actual dominio y expansión» (Richard Whitley, 1985) <sup>1</sup>.

Las palabras del sociólogo Richard Whitley aquí citadas nos proporcionan una imagen muy crítica de la visión tradicional de la divulgación científica, en la que cualquier atisbo de filantropía, generosidad, o interpretación más benévola e ingenua parece no tener lugar. Este libro se adscribe en buena medida a la tesis de Whitley, que nos invita a aproximarnos críticamente al problema de la divulgación como mecanismo complejo de comunicación en un determinado contexto histórico, integrando las razones y los intereses de sus diferentes actores. No obstante, estas frases contundentes de Whitley, y con ellas algunas de las principales ideas expresadas a lo largo de los anteriores capítulos, serán seguramente criticadas por introducir elementos demasiado relativistas, demasiado críticos con los expertos, por otorgar demasiado protagonismo a la sociedad en general, o a los profanos en particular, en el proceso de construcción del conocimiento en determinadas etapas de la historia. La reacción es comprensible. Nuestra cultura científica ha primado una visión elitista, de grandes ideas y figuras, presentista y legitimadora del *statu quo* de la ciencia de nuestros días como instrumento de análisis y selección del pasado, anclada sutilmente, de manera no explícita en la visión domi-

nante de la divulgación planteada por Hilgartner y no demasiado alejada del pensamiento de Whitley.

En un excelente libro sobre la oralidad y el saber, la historiadora francesa Françoise Waquet ha identificado diversos ejemplos históricos que demuestran cómo determinados actos académicos públicos «turban» o «corrompen» al experto. Lo hemos visto en el capítulo tercero, en el debate Arago-Biot con relación a la entrada de la prensa en las sesiones de la Académie des sciences de París en el siglo XIX, pero lo podríamos extender, por ejemplo, a los rituales públicos de defensa de tesis doctorales u oposiciones. Expertos de la talla de Georges Duby, Michel Foucault o Roland Barthes han dejado testimonio de su incomodidad a la hora de exponer su pensamiento ante una audiencia demasiado numerosa y profana, su temor a una cierta rebelión de las masas y, en consecuencia, la necesidad de blindar su autoridad en un contexto más íntimo, con unos límites previamente fijados <sup>2</sup>. Se trata de objeciones razonables. Incluso algunos de mis estudiantes defienden con vehemencia la visión tradicional de la divulgación científica sin compartir las críticas a la misma que acabamos de comentar. No se resignan, de entrada, a debilitar la autoridad y la autonomía del experto como creador del conocimiento, mientras otorgan a la divulgación del mismo un papel subsidiario. Se incomodan ante el supuesto peligro de una negociación abierta, una especie de mercado persa, en el que el conocimiento se compra o se vende en función del mejor postor sin verdades ni expertos que le trasciendan y fijen sus reglas de juego. De ahí que mi propia autoridad como experto (y aquí entramos en el interesante problema de la reflexividad) pueda ser cuestionada por mi propio público: mis estudiantes, mis lectores, mis colegas.

No voy a negar a estas alturas la influencia que algunos autores han tenido en la elaboración de este libro y en el programa de investigación y docencia que lo ha sustentado en los últimos años. No por casualidad, uno de los artículos canónicos sobre la historia de la divulgación científica, «Science and its Publics», fue publicado en 1990 por Steven Shapin, y sigue siendo hoy un texto citado y usado como introducción a esa nueva mirada del problema. Shapin ha publicado además una interpretación crítica sobre la revolución científica, una historia «social» de la verdad, en coherencia con el llamado «programa fuerte» de la Escuela de Edimburgo de los años 1980 <sup>3</sup>. La autoridad conferida a los distinguidos públicos del famoso experimento de la bomba de vacío de Robert Boyle en la Royal Society,

en su libro publicado conjuntamente con Simon Schaffer, ha contribuido a la revisión de la ciencia de los siglos XVI y XVII, un objetivo que de igual modo hemos perseguido aquí desde perspectivas diversas <sup>4</sup>. Aunque este libro bebe también de otras tradiciones historiográficas, es evidente que una buena parte de los ejemplos históricos presentados han sido investigados e interpretados en las últimas décadas, bajo la influencia académica de la nueva historia social y cultural de la ciencia. La crítica a la antigua historia de la grandes figuras y las grandes ideas; el énfasis en la relevancia de todo tipo de actores en el devenir histórico en aras de una aproximación más simétrica al pasado; la importancia de las prácticas cotidianas, los objetos, el conocimiento tácito, así como el papel crucial de la seducción de determinadas audiencias para legitimar teorías y experimentos, son argumentos de peso y de renovación historiográfica <sup>5</sup>.

No obstante, una de las paradojas de mi aventura intelectual ha sido la constatación de que algunas de las ideas que sustentan el presente libro se remontan a autores anteriores. Buena parte de las preguntas planteadas aquí se inspiran en pensadores que, en las primeras décadas del siglo XX, cuestionaron aspectos importantes del marco conceptual de esa visión tradicional de la que hemos ido tomando progresiva distancia. Con la descripción breve de algunos aspectos del pensamiento de Ludwik Fleck (1896-1961) y de Antonio Gramsci (1891-1937), intentaré convencer al lector de que sería posible plantear una visión renovada del problema, parecida a la descrita a lo largo del libro, a partir de esos dos autores y de sus propuestas desarrolladas en los años treinta, que entroncan en buena medida con reelaboraciones posteriores. De hecho, el programa de investigación que he presentado es una combinación de la vieja y la nueva historiografía, en una especie de bricolaje intelectual, de aproximación ecléctica, que espero sea útil, aunque polémico, a la hora de impregnar el trabajo académico con una determinada impronta personal. Veamos a continuación algunos detalles.

### **Ciencia esotérica y exotérica**

Ludwik Fleck estudió medicina en la Universidad de Lwów o Lviv (actualmente en Ucrania), para después impartir clases de biología en esa misma institución. Trabajó posteriormente en un hospital y en un laboratorio de bacteriología de esa misma ciudad. De origen

judío, con la invasión nazi, fue deportado con toda su familia a diversos campos de concentración en los que participó de manera forzada en proyectos de investigación médica. La liberación de 1945 le llevó finalmente a Varsovia, donde continuó su carrera científica. En 1954 fue elegido miembro de la Academia Polaca de Ciencias. En 1956 emigró a Israel para trabajar en el Israel Institute for Biological Research. Murió allí en 1961 <sup>6</sup>.

Fleck estudió el descubrimiento de un test serológico para la sífilis, desarrollado al inicio del siglo xx por el médico alemán August von Wassermann (1866-1925). Este ejemplo histórico le inspiró su replanteamiento del concepto de enfermedad, que en su caso tomaba en consideración una combinación de elementos materiales y culturales: síntomas clínicos, respuestas terapéuticas, resultados experimentales en el laboratorio y su impacto social <sup>7</sup>. No fue, por tanto, una casualidad que, en 1935, el mismo año en que había publicado sus relevantes contribuciones al problema de la sífilis, apareciera su *Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache* (*Génesis y desarrollo de un hecho científico*). En esa obra canónica, sólo traducida y publicada en inglés en 1979, casi medio siglo más tarde, se encontraban algunas ideas fundamentales relacionadas con la importancia de las audiencias y los procesos de negociación y adquisición de autoridad y legitimidad de los expertos, que habrían de inspirar más adelante destacadas propuestas sociológicas <sup>8</sup>.

Fleck estaba convencido de la naturaleza social del propio conocimiento científico, que se producía bajo unas determinadas circunstancias de pensamiento colectivo (*Denkkolektiv*), que a su vez proporcionaba un determinado estilo (*Denkstil*). La práctica científica cotidiana, el conocimiento tácito y la capacidad por compartir determinadas actividades constituían una parte fundamental de la cohesión del grupo. Para Fleck, un experimento o trabajo científico desarrollado en un determinado contexto local sólo podía cobrar una cierta naturaleza universal si ese pensamiento colectivo era transferido a otros contextos y comunicado con éxito a la sociedad en general <sup>9</sup>.

En los años treinta, Fleck fue considerado, sin embargo, como un *amateur* en sus reflexiones filosóficas y sociológicas sobre la ciencia, alejado del pedigrí y del prestigio de los grandes nombres del positivismo lógico del famoso Círculo de Viena (Karl Popper, Rudolph Carnap, etc.), o posteriormente de la conocida Escuela de Frankfurt (Adorno, Horkheimer, y más tarde el propio Habermas). Durante décadas, su pensamiento sobre la ciencia y el hecho científico fue

considerado marginal, alejado e incluso opuesto a la tradición positivista que rechazaba cualquier asociación del conocimiento científico con factores sociológicos, y sólo en los últimos años ha cobrado un interés renovado. Desde su soledad académica, sus pensamientos, aunque discutidos y criticados, siguen siendo una magnífica fuente de inspiración y reinterpretación. Lejos de la supuesta estabilidad de la ciencia normal de Kuhn, ese oasis del conocimiento que desde la perspectiva kuhniana reflejaba en los libros de texto el consenso de los expertos, los estilos de pensamiento de Fleck son el resultado de múltiples interacciones dinámicas entre expertos y profanos.

Desde una posición que podemos calificar como crítica de la visión tradicional de la divulgación científica, Fleck pensaba que cada miembro de un determinado *Denkkolektiv* era simultáneamente miembro de otros muchos colectivos de «dentro» y de «fuera» de la ciencia. Cada individuo es diferente en la adscripción a esos colectivos (por ejemplo, miembro de un departamento universitario, una sociedad científica *amateur* o de una biblioteca pública de barrio), y, por tanto, cada persona realiza una síntesis particular de conocimientos que influyen a la larga en la configuración de un determinado estilo de pensamiento. De este modo, los diversos roles sociales de cada individuo, a veces como experto, otras como profano, constituyen un factor significativo en la construcción del propio conocimiento científico <sup>10</sup>.

Fleck dividía su pensamiento científico colectivo en cuatro círculos concéntricos: los dos primeros denominados «esotéricos», y el tercero y cuarto «exotéricos». En el primero se encontraba un reducido grupo de los mejores expertos investigadores, rodeado por un segundo círculo de profesionales. El tercero contenía un amplio grupo de profanos en términos científicos, aunque con notables habilidades prácticas, mientras que el cuarto nivel estaba reservado al público en general <sup>11</sup>. Para comprender mejor la naturaleza de cada círculo, se puede atribuir a cada uno de ellos un tipo de publicación. Así, una revista de investigación se podría asimilar al núcleo central de conocimiento esotérico, es decir al primer círculo; un vademécum o manual al segundo círculo, el de los profesionales en general; un manual o libro de texto representaría bien a los miembros del tercer círculo, exotérico, pero, con habilidades prácticas; mientras que un libro de ciencia popular representaría un vehículo de iniciación al conocimiento científico para los profanos o público en general del cuarto círculo. En este esquema, un individuo sólo podía pasar desde la zona exotérica a la esotérica a través de un proceso de iniciación en

forma de educación científica. Además, para Fleck, la característica operacional más importante es el intercambio democrático de ideas y experiencias, desde el círculo esotérico hacia el exotérico, y entonces realimentando de nuevo al primero. Sólo a través de esas idas y venidas de información convenientemente apropiada, filtrada y reenviada, el trabajo intelectual resultante se consolidaba para convertirse en un «hecho» científico <sup>12</sup>.

De este modo, analizado como sistema de pensamiento colectivo, no había para Fleck una clara frontera entre lo esotérico y lo exotérico, y el público en general representa un actor fundamental en el proceso de realimentación entre los círculos, necesario para la propia consolidación y aceptación de las teorías científicas. Si no existiera esta realimentación desde los círculos exotéricos a los esotéricos, como ocurría a menudo, según Fleck, con la religión, las élites esotéricas ejercerían una influencia abusiva y dictatorial sobre el público.

Así, la obra de Fleck representa un germen importante en los años treinta, el cual, a parte de inspirar planteamientos posteriores que se han desarrollado con fuerza en las últimas décadas, proponía una primera ruptura de la frontera expertos-profanos, y destacaba la necesidad de realimentación entre los miembros de los cuatro círculos. Es decir, una teoría científica sólo podría estar bien asentada y consensuada en una época y lugar determinado si detalles sobre su contenido habían circulado previamente desde las élites de la investigación básica al ciudadano anónimo de la calle. Esas realimentaciones entre los círculos esotéricos y exotéricos se producían además de formas sutiles, a veces poco «racionales», a través de lugares comunes, metáforas, elementos más o menos explícitos de la cultura popular exotérica, ante la que los expertos reaccionaban y se definían sin cesar en esa continua red de información que configuraba poco a poco el *Denkkolektiv* <sup>13</sup>.

Fleck ha inspirado además buena parte de la renovación de la historia de la enseñanza científica de las últimas décadas (cuyos detalles hemos analizado en el capítulo cuarto). Fleck describía el proceso de aprendizaje en tres etapas: experiencia, sensación y cognición. La experiencia no podía estar nunca libre de supuestos previos; la sensación requería inevitablemente de un aprendizaje previo; y, finalmente, la cognición constituía, desde su punto de vista, una actividad social y colectiva, es decir, una manifestación más del *Denkkolektiv*, en el que ahora los círculos esotéricos y exotéricos se adaptaban al contexto educativo <sup>14</sup>. Fleck estaba además

convencido de que la iniciación al conocimiento científico para cualquier persona, también para las grandes figuras, se fundamentaba en la enseñanza recibida, en el papel clave de los maestros de ciencias y de los métodos de aprendizaje de la propia ciencia. ¿Hasta qué punto los maestros que han marcado el itinerario intelectual de los grandes nombres de la ciencia occidental han resultado claves en la capacidad de sus brillantes alumnos para navegar con éxito entre los círculos? La pregunta es de difícil respuesta, pero no cabe duda de que el modelo de Fleck permite que actores del proceso educativo como los estudiantes, con frecuencia considerados como secundarios e incluso irrelevantes desde el punto de vista epistemológico, cobren ahora un nuevo protagonismo.

La idea de la circulación del conocimiento científico entre los círculos esotéricos y exotéricos, sugerente y todavía hoy controvertida, tiene además algunas analogías con el desarrollo que hizo Habermas en los años sesenta del siglo pasado sobre el concepto de esfera pública, y que ha sido de gran utilidad como herramienta analítica de muchos de los ejemplos históricos utilizados a lo largo de estas páginas. Como ya hemos comentado, Habermas abundaba en esa necesidad de contrastar el conocimiento, y el conocimiento científico en particular, en nuevos espacios de sociabilidad que trascendían los estrictos círculos de los expertos, y que se habrían desarrollado en las sociedades occidentales a partir del siglo XVIII, o incluso en épocas anteriores. Más adelante, al final de la década de 1970 (quizás no por casualidad la época en la que Fleck llegó al mundo académico de habla inglesa), los sociólogos empezaron a criticar el hecho de considerar la ciencia como una actividad normativa, generadora de un tipo genuino y privilegiado de conocimiento, diferente de los demás. A partir de la reconstrucción de las prácticas cotidianas de los científicos, se cuestionó seriamente la idea de que la creación y la difusión del conocimiento científico pertenecieran a esferas separadas.

Unos años más tarde, una interpretación más próxima a la propuesta de Fleck, aunque reelaborada en el ambiente intelectual de la nueva sociología de los años ochenta, fue precisamente el libro de Richard Whitley, en colaboración con el historiador de la ciencia Terry Shinn, *Expository Science. Forms and Functions of Popularization* (1985). Desde su punto de vista, el conocimiento científico no existe de manera abstracta, sino que sólo cobra forma cuando es presentado o expuesto en un contexto específico y ante determinadas audiencias. Se trata de una «ciencia expositiva» (*expository science*), que permite

explicar por qué un artículo especializado resultado de una investigación de primer nivel y presentado en un congreso de especialistas no es más «ciencia» que una aventura cinematográfica con contenidos científicos dirigida al gran público. Sólo se trata de discursos sobre el mundo natural dirigidos a públicos diferentes <sup>15</sup>. Desde este presupuesto, los expertos aprenden de las actitudes y opiniones de los profanos, y estas últimas influyen en sus actitudes respecto a los contenidos y valores de la ciencia. Los científicos expresan sus pensamientos y los resultados de su investigación a través de actividades tan variadas como cartas, seminarios, artículos especializados, ensayos, manuales, conferencias de divulgación, informes para la industria, asesorías técnicas, asesorías para el Gobierno, informes de seguridad, informes legales, participación en comités científicos, conferencias de prensa, entrevistas con periodistas, dossieres de prensa, artículos de divulgación, programas de radio o televisión, etc. <sup>16</sup> Y en cada uno de estos actos comunicativos se enfrentan a una determinada audiencia cuyas reacciones influyen en su propio itinerario intelectual y en sus decisiones a corto y largo plazo. Las críticas de algunos colegas en un congreso, los aplausos en una conferencia de divulgación, la indiferencia de los estudiantes o sus preguntas a veces motivadoras, el rechazo de un artículo para su publicación en una revista académica prestigiosa, la obtención de financiación para un determinado proyecto de investigación, entre otras muchas repuestas, no son más que complejos viajes a través de los círculos esotéricos y exotéricos de Fleck, piezas fundamentales de esa dimensión colectiva del conocimiento científico que este libro ha intentado defender.

Los especialistas dirigen sus proyectos de investigación y comunican sus resultados dentro y fuera de su ámbito disciplinario; los profesores forman a los estudiantes; los científicos o los periodistas se dirigen al público en general, o incluso los funcionarios o los empresarios cuestionan algunos aspectos de la ciencia. Conceptos como «contexto», «interpretación», «negociación», «ideología» o «hegemonía» cobran una relevancia especial por encima de la simple comunicación entre expertos y profanos. Se pone así en cuestión la existencia de una separación clara entre los objetivos y las estrategias de la divulgación científica, y las formas cómo los científicos articulan sus resultados de investigación, sus ideas o sus objetivos en sus escritos profesionales <sup>17</sup>. Se define una especie de *continuum* de métodos y prácticas con la intención de transferir información científica, sea ésta el resultado de la investigación básica, un programa docente

o una reflexión sobre sus implicaciones sociales o económicas<sup>18</sup>. De este modo se diluye la demarcación estricta entre ciencia y pseudociencia, y nos alejamos de los postulados que defienden la existencia de diferencias epistemológicas entre el contenido de los discursos de comunicación y los de la propia ciencia<sup>19</sup>.

En este contexto, a través de un complejo proceso de realimentación, la estabilidad de los paradigmas se extiende más allá del consenso estricto de los expertos. Mientras que para Kuhn, en la década de 1960, su estabilidad dependía básicamente del acuerdo de una restringida comunidad de unos pocos, ahora se abre la puerta a un complejo conjunto de prácticas en las que tanto expertos como profanos pueden desempeñar un papel relevante, y así formar parte intrínseca de la construcción del conocimiento científico en un determinado contexto histórico. Desde esta perspectiva se puede comprender el papel relevante de los públicos del newtonianismo o de los de la química en la legitimación de una determinada teoría. Se entiende mejor el fenómeno reciente de la mediatización de la ciencia, y la influencia creciente de círculos aparentemente exotéricos como la prensa o la televisión en la propia elaboración del conocimiento. Apelando a Fleck, parece más sencillo encajar a los *amateurs* o a los divulgadores en su capacidad de influencia en los círculos esotéricos de la ciencia académica, o la contribución de los estudiantes o de los pacientes en la elaboración de determinados consensos. Se acomoda con más facilidad la tesis del *continuum* de géneros entre el manual, el libro de divulgación, de ciencia ficción y la novela. Se potencian los lugares comunes de la ciencia, a menudo asociados a su cultura material y visual, como lugar de encuentro, como vehículos de interpenetración de los diferentes círculos fleckianos.

Curiosamente, en 1992, la Society for Social Studies of Science, uno de los principales portavoces académicos de la nueva historia social y cultural de la ciencia, instituyó el premio «Ludwik Fleck» al mejor trabajo de investigación anual. Tardío homenaje, pero sin duda merecido, a sus pioneras y brillantes ideas.

### **Expertos, profanos y hegemonía**

Quizás para los lectores más jóvenes la referencia al pensador italiano Antonio Gramsci sea casi desconocida, y a los más entrados en años les parecerá seguramente una idea trasnochada. Gramsci ha

sido a veces asociado de manera superficial al pensamiento marxista visto como algo homogéneo como un bloque monolítico, que, al igual que el muro de Berlín, se desmoronó a finales del siglo XX, dejando al pensamiento progresista huérfano de ideas e incapaz de construir un relato suficientemente atractivo y alternativo al pensamiento liberal conservador. No obstante, desde una posición constructiva y algo más optimista, he intentado rescatar en los últimos años algunas de las ideas de Gramsci, como fuente potencial de inspiración a la hora de analizar de nuevo el problema de los expertos y profanos y el conocimiento científico. La lectura de algunos de sus textos me ha conmovido profundamente, y a estas alturas del libro querría compartir mis impresiones sobre esta cuestión con el lector <sup>20</sup>.

Hijo de un modesto funcionario, Antonio Gramsci nació en 1891 en Ales, un pequeño pueblo de Cerdeña. En 1911, una vez superados los estudios secundarios, consiguió una beca para entrar en la Facultad de Letras de la Universidad de Turín, donde empezó a publicar artículos políticos de inspiración socialista. En 1922, la llegada al poder del dictador Benito Mussolini (1883-1945) provocó el exilio de Gramsci a la Unión Soviética. En 1924, elegido diputado en representación del Partido Comunista (PCI) —que había nacido en 1921 como escisión del Partido Socialista—, Gramsci volvió a Italia, y desempeñó un papel político muy activo, hasta que, en 1926, a pesar de su inmunidad parlamentaria, fue detenido por la policía de Mussolini y condenado a veinte años de prisión. Si hasta aquel momento Gramsci había sido un activista, e incansable escritor de artículos breves de carácter periodístico, ahora se iniciaba una etapa dramática desde el punto de vista personal, que si bien tenía que acabar finalmente con su vida, resultó de una creatividad extraordinaria. Gramsci escribió desde su ostracismo 32 cuadernos con más de 3.000 páginas manuscritas, los famosos *Quaderni del carcere* (*Cuadernos de la cárcel*). Una vez publicados, ya después de la Segunda Guerra Mundial, los *Quaderni* causaron un enorme impacto en Italia, y posteriormente en todo el mundo.

Las circunstancias dramáticas de su elaboración, la épica de la propia vida de Gramsci, su agudeza y profundidad, así como su capacidad para elaborar un pensamiento con sensibilidad hacia las características peculiares de la sociedad civil de los países occidentales, confirieron a Gramsci unas características singulares en la historia de pensamiento político occidental. No obstante, de manera análoga a lo ocurrido en el caso de Fleck, la asimilación de su pensamiento en

el mundo académico anglosajón no llegó hasta la década de 1970. En los *Quaderni*, esos textos escritos de manera algo caótica y desordenada, se encuentran reflexiones diversas de una extraordinaria agudeza y sensibilidad sobre la cultura, la política, la educación, el poder, la historia, etc. Entre otras muchas ideas, conceptos como el de *hegemonía* o el tratamiento del problema de los *intelectuales* siguen cautivando hoy en día el interés de muchos lectores desde perspectivas diversas <sup>21</sup>.

*Hegemonía* es una de las grandes ideas gramscianas <sup>22</sup>. Para Gramsci, el control que establecen las élites en un determinado momento histórico a través del Estado (la llamada sociedad política), a través de las leyes, la policía, el ejército, es decir, fundamentalmente con la aplicación de la fuerza, resulta insuficiente para comprender la estabilidad de nuestras sociedades. Para ello debemos tener en cuenta el papel de la llamada sociedad civil, en la que instituciones como la escuela, la familia, la Iglesia o incluso multitud de prácticas de nuestra vida cotidiana contribuyen a la producción continua de significados y valores que mantienen el consentimiento y la aceptación más o menos espontánea de un determinado *statu quo* <sup>23</sup>. Pero la *hegemonía* no es simplemente la cruda defensa de las opiniones dominantes, ni la simple manipulación de las cosas desde arriba. Es mucho más que eso: abarca la totalidad de nuestra realidad, todos nuestros hábitos y esperanzas; es nuestra percepción de la realidad, nuestro absoluto <sup>24</sup>.

Gramsci se interesó en sus *Quaderni* por la literatura popular, el folclore, por los grupos sociales que llamaba subalternos. Intentaba conocer su identidad y sus valores, como punto de partida para construir una nueva contrahegemonía, más o menos utópica, que pudiera a la larga sustituir los valores dominantes de la Italia de principios del siglo xx. Pero Gramsci dedicó también un número considerable de páginas a los protagonistas de la *hegemonía: los intelectuales*. Si en el mundo rural, preindustrial y feudal del Antiguo Régimen, los clérigos habían monopolizado fundamentalmente la construcción de una determinada hegemonía, en el mundo industrial capitalista de los Estados-nación contemporáneos, otros habrían tomado el relevo: jueces, altos funcionarios, profesores, o científicos; todos ellos al servicio de unas determinadas élites.

Según Gramsci, cada grupo social emergente que desempeña un papel importante en el mundo de la producción económica crea por sí mismo, orgánicamente, uno o más niveles de intelectuales que proporcionan al grupo homogeneidad y control de su función en el ám-

bito social y político <sup>25</sup>. De este modo, la estrecha relación entre saber y poder de inspiración foucaultiana, trasciende aquí el análisis estructural, anónimo y poco historicista, para poner nombres a cada protagonista en su ejercicio de intelectual en contextos históricos bien definidos. Podríamos pensar, en consecuencia, que expertos y profanos, como intelectuales orgánicos representantes de determinados intereses, se baten y se batían en el pasado precisamente por esa hegemonía cultural, por la autoridad científica, el control institucional, el prestigio social, o el poder académico, y que las estrategias de muchos de los protagonistas aparecidos a lo largo del libro responden probablemente a una lógica parecida. Qué mejor prevención contra las interpretaciones excesivamente ingenuas de la divulgación científica que el concepto de hegemonía de Gramsci y el análisis del papel de expertos y profanos como intelectuales orgánicos; y qué mejor ejemplo que el legado de Gramsci para analizar con suficiente distancia crítica fenómenos como la ciencia popular, la enseñanza de la ciencia, la ciencia espectáculo o la tensión entre entretenimiento, instrucción y control, que hemos descrito en espacios como los teatros, los museos o las exposiciones.

Por oposición a la visión dominante de la divulgación científica, en su obsesión por la construcción de una contrahegemonía, Gramsci y otros pensadores de inspiración marxista (por ejemplo Edward P. Thompson (1924-1993) y su «historia desde abajo») llevaron quizás demasiado lejos la glorificación de una cultura popular, supuestamente autónoma e independiente de los intentos de dominación por parte de las élites. En las últimas décadas, y como reacción a algunos de estos planteamientos, historiadores culturales como Roger Chartier y el propio Robert Darnton han criticado precisamente la posible existencia de una cultura popular (profana) autónoma, independiente de la cultura «experta». Para Chartier se debe sustituir el estudio de entidades culturales hasta ahora consideradas como puras socialmente, por una nueva aproximación que las analice como mezcla de elementos diversos (elitistas y populares).

Se debe escribir una historia de la gente corriente, desde su posición activa, desde su capacidad para adaptar, transmitir y subvertir todo conocimiento dirigido hacia ellos <sup>26</sup>. De este modo, la supuesta esencia de «lo popular» no se halla en un conjunto de textos acabados que sólo requieren su identificación y catalogación correspondiente, como una especie de biblioteca de la cultura popular, sino que «lo popular» se refiere a un determinado tipo de relación, una forma

de apropiarse activamente del conocimiento o de la cultura en general, una manera original de usar productos culturales, legitimar ideas o actitudes. Así, lo popular no es una cultura creada desde arriba para el pueblo (los de abajo) —aunque, como hemos visto, la historia está llena de estrategias de hegemonía cultural por parte de las élites dominantes— y tampoco es cultura enraizada en el pueblo, se trata simplemente de una determinada relación dinámica con determinados objetos culturales <sup>27</sup>.

Darnton ha insistido reiteradamente en sus obras sobre la importancia de analizar cómo la gente ordinaria consigue dar sentido al mundo, con su peculiar manera de pensar, su cosmología o sus actitudes. En su famoso libro sobre la gran masacre de gatos en la Francia del siglo XVIII y otros episodios de la historia cultural francesa, Darnton consideraba que al tratar conjuntamente a Diderot y D'Alembert, los editores de la *Encyclopédie* y distinguidos *philosophes*, junto a los campesinos que cuentan cuentos y los plebeyos asesinos de gatos, abandonaba la distinción tradicional entre la cultura popular y la de la élite, y mostraba cómo los intelectuales y la gente corriente compartían los mismos problemas <sup>28</sup>.

En los últimos años, algunos historiadores de la ciencia han fijado su atención en la circulación dinámica de conocimientos entre expertos y profanos, pero han rebajado el término «popular» de carga política o ideológica, relegándolo así a la utilización que los propios actores históricos hicieron del mismo en el pasado <sup>29</sup>. Éste es, por ejemplo, el modelo del historiador británico James Secord, con su definición de «conocimiento en tránsito» a través de prácticas comunicativas como la divulgación o la enseñanza <sup>30</sup>; o la definición de «ciencia en el mercado», que reduce en buena parte la ciencia a un objeto más de intercambio económico, simétrico y no problemático, entre la oferta y la demanda <sup>31</sup>. Si bien estas aproximaciones contribuyen a reforzar los lugares comunes, reconstruyen con fidelidad los términos y los discursos usados por los correspondientes actores en cada momento histórico, y ponen un énfasis especial en la naturaleza dinámica del propio conocimiento científico, son en parte prisioneras del discurso de lo políticamente correcto.

Si volvemos a Gramsci, y de ahí su principal virtud como fuente de inspiración del problema que tenemos entre manos, no deberíamos olvidar que, en esa batalla incesante por la hegemonía y por la autoridad científica, no es ingenua la necesidad de recuperar una cantidad enorme de fuentes primarias de testimonios que han te-

nido hasta hora poca voz en la historia de la ciencia. Aunque integrados en su relación con protagonistas más habituales de la narración histórica: profesores, inventores, científicos —expertos en un sentido amplio—, actores subalternos como los lectores, visitantes, espectadores, *amateurs*, estudiantes, artesanos, obreros, usuarios, pacientes, etc., han poblado los capítulos de este libro, y merecen sin duda una mayor atención en futuras investigaciones. La hegemonía y los intelectuales de Gramsci nos ayudan, por tanto, a no descuidar nuestra sensibilidad hacia los testimonios más débiles de la historia de la ciencia.

Según el historiador británico Roger Cooter, cuyo trabajo sobre frenología en la Inglaterra del siglo xx fue influido hace unas décadas por el pensamiento de Gramsci, el conocimiento científico «popular» contiene su propia percepción de la naturaleza. A pesar de los complejos procesos de comunicación y realimentación antes discutidos, de ese incesante conocimiento en tránsito, lo profano se opone al menos en parte a lo experto, de manera que no coincide exactamente con el saber de las élites <sup>32</sup>. Desde esta perspectiva, suscrita también por otros pensadores, el conocimiento profano no es una versión empobrecida o cuantitativamente inferior al conocimiento experto, sino que es cualitativamente diferente <sup>33</sup>. Así, para Cooter el impacto de la divulgación científica en los públicos de la ciencia no se ha medido todavía en ningún lugar con suficiente precisión, una buena razón para intentar avanzar (como hemos visto en el capítulo octavo), en el modelo participativo y las llamadas a la democratización de la ciencia en nuestras sociedades de ciudadanía global.

Todos los actores desempeñan un papel epistemológicamente activo, aunque con diferentes intensidades. La cuestión es bastante más compleja que el simple diagnóstico del modelo de déficit del PUS. La pluralidad de significados de la actividad científica, de sus prácticas, rituales, espacios, imágenes y representaciones, nos invita a pensar en la dignidad intelectual de todos sus protagonistas, en sus resistencias y mecanismos de apropiación. Bajo la inspiración de la hegemonía y los intelectuales de Gramsci, podemos afinar el análisis crítico de la divulgación científica que este libro ha pretendido desarrollar, para desenmascarar así las razones e intereses que yacen ocultos con frecuencia en los continuos intercambios de conocimiento que se han producido a lo largo de la historia <sup>34</sup>. A través de numerosos ejemplos, hemos intentado demostrar la dificultad enorme que representa intentar trazar una línea de separación nítida entre expertos y profanos, o presentar

una historia autónoma del conocimiento científico restringida a sus expertos, incluso en épocas históricas que nuestra acelerada contemporaneidad nos hace parecer remotas. Después de este largo recorrido histórico, este libro nos ha llevado además a considerar la divulgación científica, con todos sus registros y actores, no como una actividad periférica o marginal respecto al conocimiento científico, no como algo inferior, sino como una función más, plenamente integrada en todos los niveles en la práctica científica cotidiana <sup>35</sup>, ubicada en primera línea de la batalla por la hegemonía, la autoridad y el poder.

### **Epílogo: hacia una nueva cultura científica**

A partir de las anteriores fuentes de inspiración y de todo el conjunto de ejemplos históricos, deberíamos estar en condiciones de reevaluar la visión tradicional de la divulgación científica que hemos expuesto al inicio. Al hacerlo estaremos al menos en parte proporcionando algunas posibles soluciones para paliar el malestar de la cultura científica, desarrollado y ejemplificado a lo largo de estas páginas <sup>36</sup>. La idea de exclusividad del conocimiento de la naturaleza por parte de los científicos, o de los expertos en general, es relativamente reciente, y la separación entre las ciencias naturales experimentales y las otras áreas de conocimiento se ha producido fundamentalmente en los siglos XIX y XX. Incluso en ese período de profesionalización creciente, hemos visto cómo las fronteras del saber siguen siendo sutiles y están sujetas a permanentes negociaciones, que sólo se pueden comprender en determinados espacios y tiempos concretos. Diferentes disciplinas, prácticas, actores o temas pueden hacer más o menos permeables los círculos esotéricos y exotéricos del saber. Aparece entonces una imagen más dinámica y flexible de los mecanismos de transmisión de conocimiento científico, más acorde con las diferentes contingencias históricas y la pluralidad de actores <sup>37</sup>.

Otra de las conclusiones evidentes es que el conocimiento científico es y ha sido en general a lo largo de la historia más horizontal y flexible de lo que podríamos pensar a primera vista. Los expertos se convierten a menudo en profanos cuando se hallan fuera de su especialidad, con lo que ambas categorías son siempre cambiantes. Además, más allá del texto, la cultura material de la ciencia ha tejido numerosos puentes, lugares comunes y espacios de intersección. Una vez criticado el modelo del déficit y los aspectos principales del PUS,

parece razonable además aceptar que el público nunca es totalmente pasivo, aun admitiendo que, en el momento en que cuestiona la autoridad del experto, el público suele tener poco poder. La divulgación científica nunca es neutra, como tampoco la ciencia es neutral desde el punto de vista ideológico.

Los días de la divulgación vertical, textual y ahistórica, de un conocimiento científico en dos etapas discontinuas, creado primero en la intimidad del laboratorio y posteriormente divulgado a la sociedad, parecen contados. Este libro ha intentado precisamente derribar barreras, o al menos comprender en qué términos las construyen los actores de cada época histórica y mostrar además una variada gama de espacios de intersección: entre Copérnico y Mennochio, Darwin y Chambers, Verne y Flammarion; entre Fontenelle y su distinguida dama, entre Aldrovandi y sus visitantes, entre los jurados y los premiados en las exposiciones, entre los naturalistas y sus públicos, entre Faraday y los jóvenes alrededor de una vela, o entre Crichton y Spielberg y los espectadores del séptimo arte.

En ese contexto, las voces de *amateurs*, estudiantes, lectores, visitantes, espectadores, artesanos, activistas, etc., han dignificado su papel frente a los actores tradicionales, más estudiados desde la visión dominante de la divulgación: médicos, ingenieros, escritores, propietarios de colecciones, organizadores de exposiciones universales, científicos, profesores universitarios, investigadores, funcionarios, maestros, asesores y divulgadores. El papel de estos últimos como intelectuales orgánicos, en términos de Gramsci, es bastante conocido, aunque uno de los objetivos del libro ha sido, obviamente, revisar los mecanismos de su autoridad científica en diversos momentos. La historia de los primeros, de los intelectuales orgánicos asociados a la mayoría de los públicos de la ciencia, está todavía en buena parte por escribir, y otros historiadores de la ciencia deben rescatar nuevos autores y actores del olvido del pasado. Emulando quizás a Cels Gomis, ese ingeniero catalán que recopilaba refranes populares pueblo a pueblo sobre meteorología, astronomía o botánica, queda todavía mucho por hacer para construir una etnografía histórica de la ciencia «popular», no aislada en sí misma, sino en constante interacción con las élites de cada época.

Nuevos actores emergen, pero también nuevas formas de circulación del conocimiento se reivindican. Ésta es también una historia de verbos, de prácticas científicas como: escribir, leer, imprimir, coleccionar, exponer, representar, enseñar, aprender, experimentar, demostrar, controlar, hacer, organizar, construir, medir, divulgar,

apropiar, protestar, resistir y criticar<sup>38</sup>. Es una visión dinámica del conocimiento científico, una aproximación a la continua permeabilidad de los círculos esotéricos y exotéricos de Fleck, membranas de presión osmótica variable capaces de dejar pasar información codificada en ambas direcciones. Es una contribución a la simetría histórica, a recuperar voces de los de arriba y de los de abajo, de los ortodoxos y de los heterodoxos.

Una vez sumergidos en esa simetría de actores diversos, espacios de intersección y autoridades científicas de geometría variable, las verdades de la ciencia objetiva y neutral se desvanecen, tanto en el pasado —pensemos por ejemplo en los libros de la revolución científica, o en los filósofos naturales de la Ilustración y sus audiencias—, como en el presente, con el impacto mediático de la tecnociencia, la vulnerabilidad de la autoridad del experto ante las controversias públicas, o los grupos de activistas y pacientes capaces de influir en determinadas decisiones médicas o técnicas. Como hemos visto en el capítulo anterior, lo científico, lo político o lo social no se distinguen con claridad, para disgusto de los defensores de la divulgación tradicional y entusiasmo de sus críticos. Existen obviamente posiciones encontradas, y el debate académico y público sobre estas cuestiones parece difícil de evitar en las próximas décadas.

He comentado al inicio de este capítulo que algunos de mis estudiantes se sienten incómodos con esa nueva aproximación a la cultura científica, y preferirían refugiarse en una visión más tradicional. La idea fuerza de que el conocimiento se crea primero en privado, y sólo más tarde se hace público, se mantiene casi intacta en las jóvenes generaciones. Como cualquier otro resultado de investigación, este libro es consecuencia de mi propio itinerario intelectual (ya Edward Said defendía en su famoso *Orientalismo* (1978) la necesidad de que el historiador o el humanista en general explicara su propia biografía para comprender su propia obra); es resultado de mis propios procesos de exposición (*expository science*) con mis estudiantes, pero también con mis maestros, colegas y otras personas supuestamente profanas que me rodean, y que me han permitido a lo largo de mi vida entrar y salir en incontables ocasiones de los círculos de Fleck.

Quizás sólo desde una decidida inmersión, individual y colectiva, en ese nuevo magma fluido del conocimiento, contribuiremos a suavizar, al menos en parte, ese viejo malestar, y a dignificar así, desde una mirada renovada, a todos los públicos de la ciencia sin distinciones.

## NOTAS

### *Entradilla (p. 7)*

<sup>1</sup> «Do only the astronomer and the botanist [learn] [...] from the stars or the flowers? Has none but the physician ever relieved pain? Do none but priests soothe the death-bed pillow? [...] Think of these things, and speak not contemptuously of the “common people”», S. T. HALL, *Mesmeric Experiences*, Londres, 1845, p. 24. Citado por WINTER (1994), p. 317. De aquí en adelante, la traducción al castellano de las citas textuales es mía.

### *Prólogo*

<sup>1</sup> COOTER y PUMPHREY (1994).

<sup>2</sup> BRAIN (1994).

<sup>3</sup> WARNER (2002b).

<sup>4</sup> SECORD (2000), TOPHAM (2000), KNIGHT (2006) y FYFE y LIGHTMAN (2007).

<sup>5</sup> BENSAUDE-VINCENT y RASMUSSEN (1997).

<sup>6</sup> DAUM (1998).

<sup>7</sup> GOVONI (2002).

<sup>8</sup> ORDÓÑEZ y ELENA (1990) y PAPANELOPOULOU, NIETO-GALAN y PERDIGUERO (2009).

<sup>9</sup> BENSAUDE-VINCENT y BLONDEL (2008).

<sup>10</sup> SHINN y WHITLEY (1995), HILGARTNER (1990) y BENSAUDE-VINCENT (2000).

<sup>11</sup> RAICHVARG y JACQUES (1991), GOVONI (2002) y TOPHAM (2009).

<sup>12</sup> Agradezco a Oliver Hochadel su interés por encontrar elementos unificados sobre el problema de la divulgación científica a lo largo de diferentes épocas.

<sup>13</sup> BENSAUDE-VINCENT y BLONDEL (2008).

<sup>14</sup> *Ibid.*, pp. 1-10.

<sup>15</sup> RAICHVARG y JACQUES (1991).

<sup>16</sup> JASANOFF (2004).

<sup>17</sup> SNOW (1959).

*Introducción. El malestar de la cultura científica*

- <sup>1</sup> AGASSI (2003), pp. vii-viii.
- <sup>2</sup> FREUD (1930).
- <sup>3</sup> FREUD (1991), pp. 31-32.
- <sup>4</sup> ADORNO y HORKHEIMER (1947).
- <sup>5</sup> MARX (1992) y SMITH y MARX (1994).
- <sup>6</sup> «The progress of natural sciences took place against a background glow of suspicion and fear [...] fuelled by four feelings: that science was incomprehensible; that (both) its practical (and moral) consequences were unpredictable and probably catastrophic; and that it underlined the helplessness of the individual and undermined authority...», HOBBSAWN (1994), p. 530.
- <sup>7</sup> GREGORY y MILLER (1998), p. 118.
- <sup>8</sup> En la década de 1960, en un estudio sobre comunidades científicas, John Ziman definía la ciencia como «conocimiento público», ZIMAN (1968) y LEWENSTEIN (1995).
- <sup>9</sup> GREGORY y MILLER (1998), p. 18, y WYNNE (1995).
- <sup>10</sup> DURANT, EVANS y THOMAS (1989); *Public Understanding of Science*, 16 (2007) (*special issue*), y HOLTON (1992).
- <sup>11</sup> «Finally, there is the question of the relationship between public understanding and public support for science [...] Preliminary analysis of results on these measures indicates that there are important relationships between public understanding and public attitudes, with a tendency for better-informed respondents to have a more positive general attitude towards science and scientists; [...] The results we have provided indicate that although the public is largely uninformed, it is also largely interested in science», DURANT, EVANS y THOMAS (1989), p. 14.
- <sup>12</sup> HANDLIN (1965), p. 184.
- <sup>13</sup> *Ibid.*, p. 191.
- <sup>14</sup> HOLTON y BLANPIED (1976), p. ix.
- <sup>15</sup> *Science and its Public* fue editado en colaboración con William A. Blanpied, quien ese mismo año había sido contratado por la *National Science Foundation* norteamericana como *Program Manager for Ethics and Human Values in Science and Technology*. HOLTON y BANPLIED (1976).
- <sup>16</sup> Citado por HOLTON (2002).
- <sup>17</sup> SNOW (1959).
- <sup>18</sup> Me refiero a ese tiempo histórico «lento», esa «longue durée» definida por el historiador Fernand Braudel, que impregna sutilmente una determinada cultura a lo largo de generaciones, y que se distingue de otros tiempos históricos más «rápidos» asociados a revoluciones o transformaciones radicales.
- <sup>19</sup> GREGORY y MILLER (1998), pp. 214-219, y FRIEDMAN (1995).
- <sup>20</sup> RAMSEY (1999), pp. 316-317.
- <sup>21</sup> Para una historia del cientifismo, véase OLSON (2008).
- <sup>22</sup> SOKAL (1996) y HILGARTNER (1997).
- <sup>23</sup> KLEINMANN (2000), p. 2.
- <sup>24</sup> HILGARTNER (1997).
- <sup>25</sup> GROSS y LEVITT (1994).
- <sup>26</sup> KLEINMANN (2000), p. 3, y SOKAL y BRICMONT (1998).
- <sup>27</sup> GREGORY y MILLER (1998), pp. 56-57. Se pueden tener en cuenta los trabajos de Stanley Aronowitz, Sandra Harding, Judy Wajcman, Rachel Carson, etc.
- <sup>28</sup> RAVETZ (1990).

<sup>29</sup> Steven Shapin, Harry Collins, Bruno Latour, Simon Schaffer, entre otros, han estimulado el debate académico sobre la ciencia en las últimas décadas. GOLINSKI (1999).

<sup>30</sup> NOWOTNY y PESTRE (2005), pp. 1-27.

<sup>31</sup> BENSUADE-VINCENT (2009), pp. 19 y 34.

<sup>32</sup> NOWOTNY y PESTRE (2005), p. 193.

<sup>33</sup> LYOTARD (1984) y MICHAEL (1992).

<sup>34</sup> WEINGART (2007).

<sup>35</sup> Para textos representativos de la visión tradicional de la divulgación científica, véase, por ejemplo, *Royal Society of London* (1985), citado por MYERS (2003). Véase también GRUNDMANN y CAVAILLÉ (2000).

<sup>36</sup> GIERYN (1983).

<sup>37</sup> En 1990, el prestigioso historiador de la ciencia Steven Shapin resumía en buena parte el espíritu de la visión tradicional de la divulgación científica en los siguientes términos: «Where science [...] was once influenced or interfered with the public and other institutions, the scientific community controls its own proceedings, stipulates the nature of proper relations between itself and the public, and even extends its influence importantly into the arena of public affairs», SHAPIN (1990), p. 999.

<sup>38</sup> BROCKS (1996), p. 52.

<sup>39</sup> BENSUADE-VINCENT (2000), p. 135.

<sup>40</sup> HILGARTNER (1990).

<sup>41</sup> *Ibid.*, p. 534.

<sup>42</sup> DICKSON (2000).

<sup>43</sup> «... an effective science journalism is that one allows individuals to challenge the way that decisions about the development and applications of science are made». *Ibid.*, p. 921.

<sup>44</sup> *Ibid.*, p. 920.

<sup>45</sup> WITHERS (1998), pp. 47-50; HABERMAS (1989), y GOLINSKI (1992).

<sup>46</sup> WHITE (1995), p. 13.

<sup>47</sup> CALHOUN (1992), p. 3, y BROMAN (1998).

<sup>48</sup> Usamos, en general, a lo largo del libro el término «técnica» con preferencia al término «tecnología». Este último, más ligado a la tradición anglosajona, se usa en castellano sobre todo para denominar técnicas más recientes como las bio, nano, informática, etc. Se primará, en cualquier caso, la denominación de los propios protagonistas de un determinado hecho técnico en cada momento histórico.

## Capítulo 1. La ciencia impresa

<sup>1</sup> «[We should] distance ourselves from the apparent stability of our print culture, with its uniform editions, mass reproduction, and typographical fixity [...] “Do books make revolutions?” [...] books themselves do not, but the ways they are made, used, and read just might». Johns se inspira en Roger Chartier en estos comentarios. JOHNS (1998), pp. 28 y 57.

<sup>2</sup> En el primer proceso de la Inquisición al que fue sometido Menocchio se mencionaban los siguientes libros: *La Bibbia*, *Il Fioretto della Bibbia*, *Il Lucidario della Madonna*, *Il Lucendario de santi*, *Historia del Giudicio*, *Il cavallier Zuanne de Mandavilla* y *Il sogno dil Caravia*. En el segundo proceso se añadieron: *Il Supplimento delle cronache*, *Lunario al modo di Italia*, *Il Decameron* y una supuesta traducción italiana del *Corán*. GINZBURG (1976), pp. 35-36.

- <sup>3</sup> LE GOFF (1993).
- <sup>4</sup> PARDO-TOMÁS (2003-2004), p. 17.
- <sup>5</sup> KUHN (1962).
- <sup>6</sup> DARNTON (1982) y TOPHAM (2000), p. 568.
- <sup>7</sup> EISENSTEIN (1979).
- <sup>8</sup> FRASCA-SPADA y JARDINE (2000), p. 3, y JOHNS (1998).
- <sup>9</sup> BURKE (2000).
- <sup>10</sup> Para una revisión historiográfica de la revolución científica, véase COHEN (1994).
- <sup>11</sup> BUTTERFIELD (1949).
- <sup>12</sup> Dos visiones opuestas del problema se pueden identificar a través de la lectura de HALL (1954) y SHAPIN (1996).
- <sup>13</sup> KUSUKAWA y MACLEAN (2006).
- <sup>14</sup> HOSKIN (1997).
- <sup>15</sup> PYENSON y SHEETS-PYENSON (1999), pp. 216-217.
- <sup>16</sup> EAMON (1994).
- <sup>17</sup> *I Secreti del reverendo donno Alessio Piemontese*, Venecia, 1555. EAMON (1994), pp. 140 y 252.
- <sup>18</sup> EAMON (1994).
- <sup>19</sup> *Ibid.*, p. 194.
- <sup>20</sup> *Beschreibung, aller fürnemisten mineralischen Ertzt und Bergwercksarten* (Descripción de los principales procesos de extracción de menas y métodos mineros), Praga, 1574.
- <sup>21</sup> LONG (1991).
- <sup>22</sup> EAMON (1998), ZILSEL (1941-1942) y ROSSI (1970).
- <sup>23</sup> «I do not mean to suggest that the Scientific Revolution was a “revolution from below”. But I do believe that any discussion of the “foundations” of the Scientific Revolution must consider a much broader base for it than historians of science have so far attempted», EAMON (1994), p. 11.
- <sup>24</sup> CHARTIER (1995).
- <sup>25</sup> WAQUET (2003).
- <sup>26</sup> DASTON (1991).
- <sup>27</sup> PORTER (1992).
- <sup>28</sup> *Ibid.*, pp. 1-2.
- <sup>29</sup> PARDO-TOMÁS (2006).
- <sup>30</sup> REY (1991), p. 412.
- <sup>31</sup> GILLISPIE (1959), p. xxiii.
- <sup>32</sup> HANKINS (1995) e *Isis Focus*, «Science and Visual Culture» (2006).
- <sup>33</sup> AARON DENNIS (1989) y ROSSI (1998).
- <sup>34</sup> Para introducirse en la obra de Newton, véase, por ejemplo, WESTFALL (1980). Una de las obras pioneras de la difusión de las ideas de Newton en Gran Bretaña es STEWART (1992).
- <sup>35</sup> STEWART (1992).
- <sup>36</sup> TERRAL (2000).
- <sup>37</sup> SECORD (1985).
- <sup>38</sup> HANKINS (1985) y PIMENTEL (2003).
- <sup>39</sup> STEWART (1992).
- <sup>40</sup> Según la historiadora Benedetta Craveri: «... en el siglo XVIII, hombres y mujeres del mundo elegante coleccionarán minerales y fósiles, montarán en sus casas ga-

binetos de química y laboratorios astronómicos, se apasionarán con los experimentos de Mesmer y aplaudirán el lanzamiento del primer globo aerostático...», CRAVERI (2003), p. 271, y WAQUET (2003).

<sup>41</sup> FONTENELLE (1724).

<sup>42</sup> «Je dois avertir ceux qui liront ce livre, et qui ont quelque connaissance de la physique, que je n'ai point du tout prétendu les instruire, mais seulement les divertir, en leur présentant d'une manière un peu plus agréable, et un peu plus égayée, ce qu'ils savent déjà plus solidement et j'avertis ceux à qui ces matières sont nouvelles, que j'ai crû pouvoir les instruire et les divertir tout ensemble. Les premiers iront contre mon intention s'ils cherchent ici de l'utilité, et les seconds s'ils n'y cherchent que de l'agrément», FONTENELLE (1734), p. 3.

<sup>43</sup> El título completo de la versión francesa era *Le spectacle de la nature, ou Entretiens sur les particularités de l'histoire naturelle, qui ont paru les plus propres à rendre les jeunes-gens curieux, et à former l'esprit*. La versión castellana, traducida por el jesuita Esteban de Terreros, se publicó entre 1753 y 1755 con el título *El Espectáculo de la Naturaleza o conversaciones acerca de las particularidades de la Historia Natural que han parecido más a propósito para excitar a una curiosidad útil y formarles la razón a los jóvenes lectores*.

<sup>44</sup> SERRANO (2008).

<sup>45</sup> REY (1991), p. 413.

<sup>46</sup> PERDIGUERO (1992), p. 173.

<sup>47</sup> *Ibid.*

<sup>48</sup> BLAKE (1977), p. 12.

<sup>49</sup> A medida que la población empezó a concentrarse en las ciudades y disminuyó el aislamiento rural, los libros de medicina doméstica perdieron influencia y mercado. La medicina moderna especializada y de laboratorio había de imponerse progresivamente a lo largo de los siglos XIX y XX. El paciente hablador se convirtió poco a poco en silencioso objeto de estudio estandarizado a través de la cuantificación de registros objetivos, grafías, nuevas nosologías, instrumentos, la medicina experimental y el crecimiento del mercado de la medicina. RISSE (1977), p. 12.

<sup>50</sup> ZARZOSO (2001).

<sup>51</sup> YEO (1991), pp. 43-49.

<sup>52</sup> YEO (2001), p. 76.

<sup>53</sup> De la misma manera que la *Encyclopédie* era una fuente excelente para identificar los conflictos ideológicos de la segunda mitad del siglo XVIII, las enciclopedias británicas de las primeras décadas del siglo XIX nos proporcionan una información detallada de las técnicas de transporte que competían en esa época (carros de tracción animal, canales navegables y ferrocarriles), con sus puntos fuertes y débiles, y nos demuestran la complejidad de los cambios técnicos, llenos de coexistencias, resistencias y aparentes contradicciones. EVANS (1997).

<sup>54</sup> DARNTON (1979). Volveremos más adelante (en el capítulo quinto) al análisis del factor visual de las artes y manufacturas a través de sus grabados.

<sup>55</sup> DARNTON (1985), p. 6.

<sup>56</sup> «... the formation of bodies in space is still and at present in progress. We live at a time when many have been formed, and many are still forming. Our own solar system is to be regarded as completed, supposing its perfection to consist in the formation of a series of planets, for there are mathematical reasons for concluding that Mercury is the nearest planet to the sun, which can, according to the laws of the system, exist. But there are other solar systems within our astral system, which are as

yet in a less advanced state, and even some quantities of nebulous matter which have scarcely begun to advance towards the stellar form», CHAMBERS (1844), p. 21. Citado por NIETO-GALAN (2010b).

<sup>57</sup> «In pursuing the progress of the development of both plants and animals upon the globe, we have seen an advance in both cases, along the line leading to the higher forms of organization», CHAMBERS (1844), p. 148. Citado por NIETO-GALAN (2010b).

<sup>58</sup> «I have read this week - *Vestiges of the Natural History of Creation*- a most remarkable work - which has made a great noise - [...] In spite of the allusions to the creative will of God the cosmogony is atheistic - at least the introduction of an author of all things seems very like a formality for the sake of saving appearances - it is not a necessary part of the scheme-». Citado por SECORD (2000), p. 176.

<sup>59</sup> *Ibid.*, p. 234.

<sup>60</sup> «Suppose we admit the theory contended for by the author of the work entitled *Vestiges of the Natural History of Creation*, namely that mankind sprang from an inferior order of animals, such as the monkey or the orang-outang [...] how should it happen, that monkey parents produce offspring so widely from themselves - do vastly superior to themselves in so many respects, yet so greatly inferior to themselves in so many respects [...] The theory of the author of *Vestiges* in incredible». Citado *ibid.*, pp. 319-320.

<sup>61</sup> *Ibid.*, p. 481.

<sup>62</sup> SECORD (2007).

<sup>63</sup> SECORD (2002).

<sup>64</sup> COOTER (2001), p. xv.

<sup>65</sup> VAN WYHE (2002).

<sup>66</sup> NOFRE (2006a).

<sup>67</sup> COOTER (2001).

<sup>68</sup> NOFRE (2006a y 2006b) y NIETO-GALAN (2010b).

<sup>69</sup> COOTER (1984) y NOFRE (2006a).

<sup>70</sup> COOTER (1984), p. 101.

<sup>71</sup> *Ibid.*, p. 20.

<sup>72</sup> FIGUIER (1881), pp. 380-381.

<sup>73</sup> *Ibid.*, p. 387.

<sup>74</sup> Citado por YEO (2001), p. 76, y VAN WYE (2007).

<sup>75</sup> COOTER (1984).

<sup>76</sup> BENSUADE-VINCENT (2000) y BENSUADE-VINCENT y BLONDEL (2008).

<sup>77</sup> TOPHAM (2000), p. 560.

<sup>78</sup> PYENSON y SHEETS-PYENSON (1999), pp. 226-227.

<sup>79</sup> SHEETS-PYENSON (1985), p. 550.

<sup>80</sup> BENSUADE-VINCENT y RASMUSSEN (1997).

<sup>81</sup> SHEETS-PYENSON (1985).

<sup>82</sup> GONZÁLEZ-SILVA y HERRÁN (2009).

<sup>83</sup> *Ibid.* Agradezco a Néstor Herrán la información que me ha proporcionado sobre este tema. Sobre Comas Solá, véase ROCA-ROSELL (2004).

<sup>84</sup> FLAMMARION (1912).

<sup>85</sup> COTARDIÈRE y FUENTES (1994), y BENSUADE-VINCENT (1989).

<sup>86</sup> El caso de Darwin es sobradamente conocido. John Tyndall (1820-1893) fue uno de los grandes divulgadores británicos en el siglo XIX. Angelo Secchi (1818-1878) fue un importante astrónomo y jesuita de gran influencia en las décadas centrales del siglo.

<sup>87</sup> *El Porvenir de la industria*, 31 de marzo de 1876, p. 243.

<sup>88</sup> TISSANDIER (2003), p. 2. *Recreaciones científicas* se tradujo al castellano, inglés, alemán, italiano, sueco, noruego, danés y ruso. En 1918, el pedagogo catalán Josep Estalella publicó *Ciencia recreativa*, en una línea parecida a la de Tissandier. ESTALELLA (1918).

<sup>89</sup> Barcelona, Fons Montaner y Simón, Biblioteca de Catalunya.

<sup>90</sup> DE BUEN (1891-1895).

<sup>91</sup> Barcelona, Fons Montaner y Simón, Caixa II, 1902, Fons Borràs, Biblioteca de Catalunya. NIETO-GALAN (2011b).

<sup>92</sup> DE BUEN (1896).

<sup>93</sup> *Ibid.*, contraportada.

<sup>94</sup> CASTELLANO (2000).

<sup>95</sup> NIETO-GALAN (2004b).

<sup>96</sup> Eugeni d'ORS, «La cuestión de la biblioteca», *La Cataluña*, 24 de septiembre de 1910, pp. 603-604. COMAS (2001).

<sup>97</sup> *La Cataluña*, 1 de octubre de 1910, p. 625.

<sup>98</sup> *La Cataluña*, 8 de octubre de 1910, p. 644.

<sup>99</sup> FONTANALS (2006 y 2007).

<sup>100</sup> LEVINE (1987), p. vii; NAUMANN (2005); GIERYN (1983); JORDANOVA (1986), y MYERS (1985).

<sup>101</sup> NICOLSON (1956), pp. v-viii.

<sup>102</sup> LAFUENTE y PIMENTEL (2002), p. 118.

<sup>103</sup> CHAPPLE (1986), p. 4.

<sup>104</sup> BEER (1990), p. 787.

<sup>105</sup> Para el caso de la termodinámica del siglo XIX como lugar común entre ciencia y literatura, véanse: MYERS (1985) y POHL (2009). Para el darwinismo, BOWLER (1993).

<sup>106</sup> «Je n'aurai à faire ici qu'un travail d'adaptation, car la méthode expérimentale a été établie avec une force et une clarté merveilleuse par Claude Bernard dans son *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale*. Ce livre d'un savant dont l'autorité est décisive va me servir de base solide [...] Le plus souvent, il me suffira de remplacer le mot "médecin" par le mot "romancier" pour rendre ma pensée claire et lui apporter la rigueur d'une vérité scientifique [...] Je vais tâcher de prouver à mon tour que, si la méthode expérimentale conduit à la connaissance de la vie physique, elle doit conduire aussi à la connaissance de la vie passionnelle et intellectuelle. C'est n'est là qu'une question de degrés dans la même voie, de la chimie à la physiologie, puis de la physiologie à l'anthropologie et à la sociologie. Le roman expérimental est au bout», ZOLA (1881), pp. 1-2. CHABRÁN (1998).

<sup>107</sup> SANTIÁNEZ-TICÓ (1995), p. 9, y MYERS (2003).

<sup>108</sup> ALKON (1994), p. 2.

<sup>109</sup> SHELLEY (2006), p. 6.

<sup>110</sup> «Writing a story that preserves something like the effects of a disturbing dream, while grounding those effects in plots that do not depend on supernatural events», ALKON (1994), p. 5.

<sup>111</sup> *Ibid.*, pp. 18-20.

<sup>112</sup> VERNE (1865), pp. 22-23, de la versión facsímil en castellano, Barcelona, Gráficas G. M. S., 1990.

<sup>113</sup> SUVIN (1979), p. vii.

<sup>114</sup> ALKON (1994).

<sup>115</sup> LAFUENTE y ELENA (1996), p. 51.

<sup>116</sup> FLAMMARION (1903), p. 15.

<sup>117</sup> CHABRÁN (1998).

<sup>118</sup> DARNTON (1982).

## Capítulo 2. La ciencia espectáculo

<sup>1</sup> *Diario de Barcelona*, 22 de octubre de 1803, p. 1359, y BRET (2004).

<sup>2</sup> LYNN (2006), pp. 29-32.

<sup>3</sup> «Under the heading of audience, it is argued here that experimental natural philosophy can be analysed in terms of a practice of public display, and its rhetoric interpreted as a set of claims about the putative effect on an audience of the experience of the production of active powers from matter», SCHAFFER (1983), p. 1.

<sup>4</sup> MORUS (2007).

<sup>5</sup> MORUS (1996). Más recientemente Aileen Fyfe y Bernard Lightman han insistido en la idea de la ciencia y su divulgación como un objeto más de consumo en el mercado, FYFE y LIGHTMAN (2007).

<sup>6</sup> MAZZOLINI (1993), pp. viii-xix.

<sup>7</sup> DASTON (2004).

<sup>8</sup> MYERS (2003), *Isis Focus*, «Science and visual culture» (2006).

<sup>9</sup> *Isis Focus*, «Science and visual culture» (2006).

<sup>10</sup> WISE (2006), p. 75.

<sup>11</sup> OLMÍ (1976 y 1992) e IMPEY y MACGREGOR (1985).

<sup>12</sup> OLMÍ (2008), PIMENTEL (2003) y PARDO-TOMÁS (2006).

<sup>13</sup> OLMÍ (1992) y BENEDICT (2001).

<sup>14</sup> VINCENT (1719).

<sup>15</sup> WHITAKER (1996), p. 75.

<sup>16</sup> SMITH y FINDLEN (2002), p. 299.

<sup>17</sup> EVELYN (1901).

<sup>18</sup> TISSANDIER (2003), pp. 283-284, y GROLLIER DE SERVIÈRE (1719).

<sup>19</sup> PYENSON y SHEETS-PYENSON (1999), pp. 126-128. Para las colecciones del noble aragonés Vincencio Juan de Lastanosa (1607-1681), véase RUIZ CASTELL (2007).

<sup>20</sup> KOHLER (2007).

<sup>21</sup> GRÉGOIRE (1794), p. 8.

<sup>22</sup> PICKSTONE (2000).

<sup>23</sup> SCHROEDER-GUDEHUS y RASMUSSEN (1992).

<sup>24</sup> BRAIN (1993).

<sup>25</sup> GREENHALGH (1988), pp. 18-19.

<sup>26</sup> «Fairs were held around the world, in cities ranging from Saint Petersburg and Brussels to Rio de Janeiro and Hanoi. These fairs were linked to imperialist expansion in Asia, Africa and Latin America, and to the massive industrial developments in the Western World», RYDELL (1984), p. 8. SCHROEDER-GUDEHUS y RASMUSSEN (1992). Con ficha técnica de las exposiciones más importantes.

<sup>27</sup> «... was anxious to see the machinery-room, which everybody spoke of with such enthusiasm. There was the monster pump, with its two mouths, pouring out its river of water, -he wanted to see the steam printing-press, and the carding and spinning-machines, and the power-looms, of which he had heard such marvels», MAYHEW (1851), p. 149. Citado por SASTRE (2008).

<sup>28</sup> SASTRE (2008).

<sup>29</sup> CARRE (1989), p. 38.

<sup>30</sup> GREENHALGH, p. 22, y MACKENZIE (1986).

<sup>31</sup> BRAIN (1994).

<sup>32</sup> GURNEY (2001).

<sup>33</sup> *El Productor*, 20 de abril de 1888.

<sup>34</sup> ALBERTI (2007).

<sup>35</sup> «An industrial museum is intended to be a repository for all the objects of useful art, including the raw materials with which each art deals, the finished products into which it converts them, drawings and diagrams explanatory of the processes through which it puts those materials, models or examples of the machinery with which it prepares and fashion them, and the tools which specially belong to it, as particular craft. Such a museum should also include illustrations of the progress of each industrial art form age to age; [...] of its relation to good morals, and the service which it can render the State by employing the needy, increasing the comforts of the poor, advancing the civilization of all classes, adding to the material, intellectual, and moral prosperity of the whole nation, and, through it, more or less to the entire world». Citado por ANDERSON (1992), p. 170.

<sup>36</sup> La relación con las exposiciones universales se hace evidente en otros casos. La fundación del Technische Museum de Viena estuvo estrechamente asociada a la iniciativa del ingeniero Wilhelm Franz Exner (1840-1931), que había hallado inspiración durante su visita a la Exposición de París de 1867. En la Exposición Universal de Viena de 1873, se organizó una exposición de la industria y los inventos austriacos, que Exner pensó que se podría convertir en la futura base del Museo. FERGUSON (1965).

<sup>37</sup> MORRIS (2007), pp. 289-300.

<sup>38</sup> PICKSTONE (2000).

<sup>39</sup> YANNI (1996).

<sup>40</sup> FORGAN y GOODAY (1996), LAFUENTE y SARAVIA (2004), y FORGAN (2005).

<sup>41</sup> YANNI (1996).

<sup>42</sup> PYENSON y SHEETS-PYENSON (1999), pp. 132-133.

<sup>43</sup> Clementina JAQUINET, «Nuestros Museos de Historia Natural», *Boletín de la Escuela Moderna*, 9 (1903), pp. 101-102.

<sup>44</sup> CUNNINGHAM (1996), pp. 51-52.

<sup>45</sup> PYENSON y SHEETS-PYENSON (1999), pp. 158-159.

<sup>46</sup> FINDLEN (1994), pp. 256-261.

<sup>47</sup> OSBORNE (1994).

<sup>48</sup> PYENSON y SHEETS-PYENSON (1999), p. 169.

<sup>49</sup> CASANOVA (1999).

<sup>50</sup> WESSELY (2008).

<sup>51</sup> HOCHADEL (2010). En la prensa cotidiana de finales del siglo XIX era habitual encontrar anuncios como el publicado en *La Vanguardia*, anunciando un espectáculo en el Teatro Principal de Barcelona en los términos siguientes: «El sensacional chimpancé Moritz y su hermano Max. La empresa ha conseguido que este maravilloso número quede por tres días más en Barcelona, haciendo representación en matiné a las 5 y media y por la noche a las 10. Rebaja de precios a beneficio del público: Butaca, 1 pta. Entrada todos los pisos, 50 céntimos. Domingo, sección especial de 11 a 1 mañana», *La Vanguardia*, 16 de julio de 1901, p. 11.

<sup>52</sup> PYENSON y SHEETS-PYENSON (1999), pp. 134-135.

<sup>53</sup> «The have come from all parts of the United States and from every corner of the World, impelled by the universal human desire to see what makes the wheels of everyday life go around. These are the people —the man in the street, the women in

the home, the child in the school, vitally interested in the marvellous achievements of modern science and eager to understand where these fit into the pattern of their own daily routine—for whom the Museum was primarily designed», *New York Museum of Science and Industry* (1938). *Science in Action*, Philadelphia, Ruth Murray Miller, p. 1. Agradezco a Jaume Sastre esta información.

<sup>54</sup> EIDELMAN (1985) y (1992), pp. 161-170.

<sup>55</sup> J. BENNETT (1995).

<sup>56</sup> TAUB (1998).

<sup>57</sup> PANDORA y RADER (2008), pp. 357-360.

<sup>58</sup> GREGORY y MILLER (1998), cap. 8, y GRINELL (1992).

<sup>59</sup> FOX (2006).

<sup>60</sup> SCHROEDER-GUDEHUS, RASMUSSEN y BOLENZ (1992b), introducción.

<sup>61</sup> HILGARTNER (1990).

<sup>62</sup> MACDONALD y SILVERSTONE (1992).

<sup>63</sup> MACDONALD (1996) y MORANTA *et al* (2003), p. 155.

<sup>64</sup> Pensemos, por ejemplo, en problemas medioambientales, compuestos transgénicos o debates sobre las luces o las sombras de las nuevas tecnologías de la información o la nanotecnología. BENSUADE-VINCENT (2009b).

<sup>65</sup> DASTON (2004).

<sup>66</sup> ALBERTI, (2005), p. 569.

<sup>67</sup> GREGORY y MILLER (1998), pp. 210-214.

<sup>68</sup> «When people enter museums they do not leave their cultures and identities in the coatroom. Nor do they respond passively to museum displays. They interpret museum exhibitions through their prior experiences and through the culturally learned beliefs, values, and perceptual skills that they gain through membership in multiple communities», SCOTT (2005), p. 3.

<sup>69</sup> SCOTT y GIUSTI (2006).

<sup>70</sup> T. BENNETT (1995), pp. 5-6, y FARA (1995).

<sup>71</sup> T. BENNETT (1995). «... linked to the well-acknowledge fact that museums were places for civilizing the working classes by diverting restless minds into acceptable forms of learning and encouraging a reverential frame of mind at the magnificence of a God-created world», FORGAN (2005), p. 581.

<sup>72</sup> GIERYN (1998).

<sup>73</sup> GOLDBERG (1999).

<sup>74</sup> Peter Morris ha estudiado en particular las salas de química en el Science Museum en 1906, 1926, 1977 y 1999. MORRIS (2007).

<sup>75</sup> ALBERTI (2007), p. 393.

<sup>76</sup> SHIELE y KOSTER (1998).

<sup>77</sup> PARDO-TOMÁS y MARTÍNEZ-VIDAL (2005), y RIPPA BONATI y PARDO-TOMÁS (2004).

<sup>78</sup> PARDO-TOMÁS y MARTÍNEZ-VIDAL (2005).

<sup>79</sup> «... I went to Padua, to be present at the famous anatomy lecture, celebrated here with extraordinary apparatus, lasting almost a whole month. During this time, I saw a woman, a child, and a man dissected with all the manual operations of the surgeon on the human body», EVELYN (1901), I, p. 214.

<sup>80</sup> PARDO-TOMÁS y MARTÍNEZ-VIDAL (1996), p. 10, y ZARZOSO (2004).

<sup>81</sup> Teatros, cámaras de maravillas, reboticas, salones, cafés, gabinetes de máquinas, jardines botánicos, observatorios astronómicos, anfiteatros, manufacturas, etc., cada uno de estos espacios condicionaba de forma significativa la relación entre los

expertos y los profanos. La topografía de cada uno de esos sitios en un contexto urbano nos indica con frecuencia la jerarquía de cada una de esas prácticas científicas en una sociedad determinada. LIVINSTONE (2003) y FORGAN (2005). Para el caso de Madrid, véanse LAFUENTE y PIMENTEL (2002) y LAFUENTE y SARAVIA (2004).

<sup>82</sup> El éxito enorme de la exposición itinerante «Bodies» y los comentarios polémicos que ha suscitado en los medios y en las opiniones públicas actuales explicaría quizás una cierta nostalgia de esa familiaridad con el cadáver que la cultura de los teatros de anatomía había proporcionado durante siglos y que hoy hemos perdido de forma irreversible. Para más detalles sobre «Bodies», véase [www.bodiestheexhibition.com](http://www.bodiestheexhibition.com) (7 de enero de 2010).

<sup>83</sup> LYNN (2006), p. 32.

<sup>84</sup> BLONDEL y DÖRRIES (1994).

<sup>85</sup> LYNN (2006), p. 8.

<sup>86</sup> GUIJARRO MORA (2002), p. 185.

<sup>87</sup> *Diario de Barcelona*, 22 de octubre de 1803, y BRET (2004).

<sup>88</sup> GOLINSKI (1992).

<sup>89</sup> GOLINSKI (2008), p. 118.

<sup>90</sup> JAMES (2000) y KNIGHT (2002).

<sup>91</sup> MEADOWS (1986), p. 399.

<sup>92</sup> En 1801, ante el éxito de las conferencias públicas de Davy, y la avalancha de carruajes que llegaban a Albermale Street, la calle que conducía a la RI fue la primera de Londres en considerarse de sentido único. JAMES (2000).

<sup>93</sup> «And, before proceeding, let me say this also: that, though our subject be so great, and our intention that of treating it honestly, seriously, and philosophically, yet I mean to pass away from all those who are seniors among us. I claim the privilege of speaking to juveniles as a juvenile myself. I have done so on former occasions, and, if you please, I shall do so again. And, though I stand here with the knowledge of having the words I utter given to the world, yet that shall not deter me from speaking in the same familiar way to those whom I esteem nearest to me on this occasion [...] And now, my boys and girls, I must first tell you of what candles are made», FARADAY (1860), Lecture I, p. 2.

<sup>94</sup> JAMES (2002), pp. 226-227.

<sup>95</sup> LIGHTMAN (2007).

<sup>96</sup> BERMAN (1978).

<sup>97</sup> HESSENBRUCH (2000).

<sup>98</sup> CARDOT (1989).

<sup>99</sup> ELENA (1989), p. 6.

<sup>100</sup> APPLE AND APPLE (1993).

<sup>101</sup> SHORTLAND (1987) y REINGOLD (1985).

<sup>102</sup> DICKSON (1986).

<sup>103</sup> WEINGART (2007).

<sup>104</sup> SERRANO (2003), p. 10.

<sup>105</sup> ELENA (2002), pp. 8-9.

<sup>106</sup> GREGORY y MILLER (1998), pp. 121-124.

<sup>107</sup> BOON (2008).

<sup>108</sup> MEDINA-DOMÈNECH y MENÉNDEZ NAVARRO (2005).

<sup>109</sup> TABERNERO (2006).

<sup>110</sup> FRIEDMAN (2004) y BOON (2008).

<sup>111</sup> BENJAMIN (1969).

<sup>112</sup> HILGARTNER (1990).

Capítulo 3. *La ciencia heterodoxa*

<sup>1</sup> «Les seuls témoins qu'on doit croire sur les faits extraordinaires sont ceux qui en sont les juges compétents. Il [existe], dit-on, un fluide universel dont les effets s'étendent depuis les astres les plus éloignés jusqu'à la terre. Et bien, je n'y puis croire que sur l'autorité des physiciens [...] parce que je dois me défier alors de l'imagination et l'imposture. Ce fluide guérit les malades sans les toucher ou en les touchant, alors j'ai besoin que les médecins m'attestent la maladie et la guérison», CONDORCET, «Raisons qui m'ont empêché jusqu'ici de croire au magnétisme animal», Institut de France, ms. 883, fols. 231-247 (1784-1785). Citado por DARTON (1995), pp. 199-200.

<sup>2</sup> DARTON (1968), p. 21.

<sup>3</sup> *Ibid.*

<sup>4</sup> FIGUIER (1881), p. 334.

<sup>5</sup> «Que le charlatan Mesmer/Avec un autre frater/Guérisse mainte femelle/Qu'il en tourne la cervelle/En les tâtant ne sais où/C'est fou/Très fou/Et je n'y crois pas du tout/Vieilles, jeunes, laides, belles/Toutes aiment le docteur/ Et toutes lui sont fidèles». Citado por DARTON (1968), p. 58.

<sup>6</sup> «... jamais les effets du magnétisme ne m'ont autant frappé; si quelque chose achève de me confirmer l'existence d'un fluide universel, agent unique par les diverses modifications de tant de phénomènes divers, ce sera ma machine électrique. Elle me parle le même langage que Mesmer sur la nature, et je l'écoute avec ravissement». Citado por DARTON (1968), p. 61.

<sup>7</sup> GILLIESPIE (1990). El médico y revolucionario Jean-Paul Marat (1743-1793) también había tenido problemas con la autoridad de la Académie a causa de su interés por los fluidos imponderables, el alma, el espíritu y la irracionalidad. Ésta es una prueba más de la coherencia del magnetismo animal de Mesmer en la cultura científica de finales del siglo XVIII, no necesariamente en concordancia, con los criterios de la ciencia oficial.

<sup>8</sup> WINTER (1994), p. 317.

<sup>9</sup> VAN WYHE (2007).

<sup>10</sup> DINGES (2002).

<sup>11</sup> DEBUS (1987) y WALLIS (1979).

<sup>12</sup> GIERYN (1983).

<sup>13</sup> JASANOFF (2005).

<sup>14</sup> COHEN y DROUIN (1989), pp. 7-10.

<sup>15</sup> BERMAN (1975) y DESMOND (2001).

<sup>16</sup> NUMBERS (1977), pp. 56-62.

<sup>17</sup> *Ibid.*, p. 55.

<sup>18</sup> *Ibid.*, pp. 62-68.

<sup>19</sup> POIRIER y LANGLOIS (1992), p. 10.

<sup>20</sup> Entre las obras científicas publicadas en su primera época destacan: *Essai de chimie microscopique* (1830), *Nouveau Système de chimie organique* (1833) y *Nouveau Système de physiologie végétale* (1837).

<sup>21</sup> RASPAIL (1847).

<sup>22</sup> RASPAIL (1876), pp. 30 y 35.

<sup>23</sup> El propio *Manuel de la santé*, en su versión castellana, contenía un largo pero indicativo título de las últimas intenciones del propio Raspail: «Medicina y Farmacia domésticas, conteniendo todos los conocimientos teórico prácticos necesari-

rios para preparar y emplear por sí mismo los medicamentos, precaver o curar con prontitud, y a poca costa, la mayor parte de las enfermedades curables, y proporcionarse un alivio casi equivalente a la salud en las enfermedades incurables o crónicas», RASPAIL (1847).

<sup>24</sup> DERMIER (1992), p. 40.

<sup>25</sup> RAMSEY (1999), pp. 99 y 287-288.

<sup>26</sup> *Ibid.*, p. 290.

<sup>27</sup> «... it has often been hard to draw a clear external boundary between professionals and laity battling it out in the medical marketplace [...] Official medicine is a social and cultural construction [...] within the public sphere», *ibid.*, p. 289.

<sup>28</sup> WINTER (1991).

<sup>29</sup> FOX (1988).

<sup>30</sup> NICHOLLS (1988 y 2001).

<sup>31</sup> *Cuatro métodos curativos* (1857).

<sup>32</sup> CASSEDY (1977), p. 42.

<sup>33</sup> TIMMERMANN (2001).

<sup>34</sup> LUGO (2008).

<sup>35</sup> ANDRIES (1992).

<sup>36</sup> LENOIR (1997).

<sup>37</sup> COOTER (1994), p. 251.

<sup>38</sup> NIETO-GALAN (2009a).

<sup>39</sup> GIERYN (1983).

<sup>40</sup> NIETO-GALAN (2009a).

<sup>41</sup> Fons Salvador Raurich, ms. 3943, Biblioteca de Catalunya, Barcelona. Véase NIETO-GALAN (2009a).

<sup>42</sup> KARGON (1997), p. 11.

<sup>43</sup> JAMES (2002), p. 251.

<sup>44</sup> SHEETS-PYENSON (1985).

<sup>45</sup> LANKFORD (1981a-b).

<sup>46</sup> NIETO-GALAN (2009c).

<sup>47</sup> BENSUADE (1991), pp. 58-59.

<sup>48</sup> RUIZ-CASTELL (2008) y NIETO-GALAN (2009a).

<sup>49</sup> Salvador RAURICH, «Cómo se construye un antejo astronómico por 15 pesetas», *Boletín de la Sociedad Astronómica de Barcelona (BSAB)*, 2 (1910), p. 57.

<sup>50</sup> MYERS (2003).

<sup>51</sup> GOLINSKI (1999).

<sup>52</sup> Salvador RAURICH, «Las grandes lluvias de junio de 1915», *BSAB*, 53 (1915), pp. 171-177, p. 177.

<sup>53</sup> GOMIS (1888).

<sup>54</sup> TISSANDIER (2003), pp. 283-332.

<sup>55</sup> *Ibid.*, p. 310.

<sup>56</sup> Francisco PALENCIA, «La prensa como factor de vulgarización astronómica», *BSAB*, 6 (1911), pp. 184-185.

<sup>57</sup> RUIZ-CASTELL (2008).

<sup>58</sup> LANKFORD (1981a).

<sup>59</sup> SECORD (1994).

<sup>60</sup> SECORD (1996), p. 380. Al otro lado del Canal de la Mancha, la historia natural era considerada durante la revolución francesa como una ciencia igualitaria y democrática de fácil acceso para el nuevo ciudadano libre. Así, mientras la revolución

cerró la Académie des sciences por su estrecha vinculación con la aristocracia del Antiguo Régimen, en 1793 se fundó el nuevo Musée d'histoire naturelle con la finalidad de extender a la población el conocimiento de los tres reinos de la naturaleza.

DROUIN y BENSAUDE-VINCENT (1996).

<sup>61</sup> SHTEIR (1997 y 1998).

<sup>62</sup> PYENSON y SHEETS-PYENSON (1999), p. 159.

<sup>63</sup> *Ibid.*, p. 336.

<sup>64</sup> HIGGIT y WHITERS (2008).

<sup>65</sup> PYENSON y SHEETS-PYENSON (1999), pp. 337 y 347-349.

<sup>66</sup> DROUIN y BENSAUDE-VINCENT (1996), pp. 417-418.

<sup>67</sup> *Ibid.*

<sup>68</sup> Sobre taxidermistas, véanse, por ejemplo, MORRIS (2003) y NYHART (2009).

<sup>69</sup> HOCHADEL (2010).

<sup>70</sup> STAR y GRIESEMER (1989). Sobre objetos frontera (*boundary objects*), véase GIERYN (1983).

<sup>71</sup> Véase, por ejemplo, TAYLOR (2009).

<sup>72</sup> TISSANDIER (2003).

<sup>73</sup> PYENSON y SHEETS-PYENSON (1999), pp. 227-228.

<sup>74</sup> El momento coincidía además con el lanzamiento del primer satélite artificial, el soviético Sputnik en octubre de 1957.

<sup>75</sup> McCRAY (2006).

<sup>76</sup> BENSAUDE-VINCENT y RASMUSSEN (1997) p. 17.

<sup>77</sup> BÉGUET (1990) y DAUM (1998).

<sup>78</sup> Sobre los divulgadores franceses, véase BENEDIC (1990).

<sup>79</sup> BENSAUDE (1989), pp. 3-6.

<sup>80</sup> PETIT (1989).

<sup>81</sup> DÖRRIES (2000), p. 47, y NIETO-GALAN (2009c).

<sup>82</sup> DÖRRIES (2000).

<sup>83</sup> BAYERTZ (1985), DAUM (1998) y HILGARTNER (1990).

<sup>84</sup> NIETO-GALAN (2008).

<sup>85</sup> BÉGUET (1990), p. 35.

<sup>86</sup> *Ibid.*

<sup>87</sup> BENSAUDE-VINCENT (1989), p. 94.

<sup>88</sup> TREITEL (2000), p. 128.

<sup>89</sup> NIETO-GALAN (2009a).

<sup>90</sup> CHABRÁN (1998).

<sup>91</sup> NIETO-GALAN (2009a).

<sup>92</sup> BAYERTZ (1985) y DAUM (1998).

<sup>93</sup> LATOUR (1993).

<sup>94</sup> FOX (2008).

<sup>95</sup> BENSAUDE-VINCENT (1989).

<sup>96</sup> GLASER (1989).

<sup>97</sup> «Oui, peuple, c'est la science qui te conduira au bonheur. N'écoute pas ceux qui te la représentent comme étant d'un accès difficile, hautaine, prétentieuse, ce sont des imposteurs. La science et bonne, simple, humaine; la science est belle d'une beauté divine et comme la tienne sa jeunesse est éternelle. Et s'ils essaient de t'en éloigner, c'est qu'ils savent bien que la génération qui naîtra de ton union avec elle ne sera pas une portée des chiens, mais une nichée d'aigles». Citado por GLASER (1989), p. 32.

<sup>98</sup> «Victorian scientific naturalism represented the English version of a general cult of science that swept across Europe during the second half of the century and that was associated with the names of Renan, Taine, Bernard, Buchner, and Haeckel, as well as with various forms of scientific materialism and scientific socialism», TURNER (1974), p. 13.

<sup>99</sup> *Ibid.*, p. 15.

<sup>100</sup> TURNER (1980), p. 591.

<sup>101</sup> «The particular genius of the British Association for the Advancement of Science lay in its ability to serve as an instrument of public order and social cohesion while at the same time smoothing over the contradictions and internal tensions that characterized scientific clergy», MORRELL y THACKRAY (1981), p. 20.

<sup>102</sup> LIGHTMAN (2007).

<sup>103</sup> DE BUEN (1896), p. xvii, y NIETO-GALAN (2011)

<sup>104</sup> GOVONI (2002).

<sup>105</sup> SHAPIN (1990), p. 999.

<sup>106</sup> Treatise I, by Thomas Chalmers, *The Adaptation of External Nature to the Moral and Intellectual Constitution of Man*, 2 vols.; Treatise II, by John Kidd, *On the Adaptation of External Nature to the Physical Condition of Man*; Treatise III, by William Whewell, *On Astronomy and General Physics*; Treatise IV, by Charles Bell, *The Hand: Its Mechanism and Vital Endowments as Evincing Design*; Treatise V, by Peter Mark Roget, *Animal and Vegetable Physiology Considered with Reference to Natural Theology*, 2 vols.; Treatise VI, by William Buckland, *Geology and Mineralogy Considered with Reference to Natural Theology*, 2 vols.; Treatise VII, by William Kirby, *On the History Habits and Instincts of Animals*, 2 vols.; Treatise VIII, by William Prout, *Chemistry, Meteorology, and the Function of Digestion*. TOPHAM (1992), p. 398.

<sup>107</sup> «... on the Power, Wisdom and Goodness of God as Manifested in the Creation under the auspices of the Earl of Bridgewater and written by seven leading men of science, together with one prominent theological commentator». *Ibid.*

<sup>108</sup> *Ibid.*, pp. 397-398.

<sup>109</sup> BENSAUDE-VINCENT (1989).

<sup>110</sup> BENSAUDE-VINCENT y BLONDEL (2002), pp. 5-17.

<sup>111</sup> *Ibid.*, p. 16.

<sup>112</sup> Jacinto BARRERA, «¿Están habitados los cielos?», *BSAB*, 27 (1913), pp. 132-135, esp. p. 135.

<sup>113</sup> PYENSON y SHEETS-PYENSON (1999), pp. 226-227.

<sup>114</sup> POHL (2009).

<sup>115</sup> POHL (2007).

<sup>116</sup> *La Ciencia para todos* (1863), p. 165.

<sup>117</sup> *La Ciencia al alcance de todos* (1873), p. 2.

<sup>118</sup> LANGLOIS y LAPLANCHE (1992).

<sup>119</sup> RODÉS (1927), pp. 548-549.

<sup>120</sup> HERRÁN (2009).

<sup>121</sup> WESSELY (2006).

<sup>122</sup> SOMMER (2008).

<sup>123</sup> BENSAUDE-VINCENT (1987), pp. 72-74. Meyerson fue uno de los principales responsables de que Metzger nunca obtuviera una plaza académica en el contexto francés.

<sup>124</sup> HEDFORS (2007), pp. 50-51.

<sup>125</sup> BENSAUDE-VINCENT (1997), pp. 328-329.

<sup>126</sup> GREGORY y MILLER (1998), p. 141.

<sup>127</sup> BIEZUNSKI (1995). Algo parecido sucedió durante la visita de Einstein a España en 1923 y su repercusión en los medios. Las numerosas visitas, celebraciones, y el impacto público de su presencia en Barcelona se pusieron al servicio de los intereses políticos, económicos e intelectuales de las élites locales de una ciudad periférica con relación al desarrollo científico de las primeras décadas del siglo XX. GLICK (1988) y ROCA-ROSELL (1988 y 2005).

<sup>128</sup> CHILVERS (2003).

<sup>129</sup> DOEL y SÖDERQVIST (2006). En particular, para Carl Sagan, véase DAVIDSON (1999).

<sup>130</sup> SCHUMMER, BENSAUDE-VINCENT y VAN TIGGELEN (2007).

<sup>131</sup> <http://www.oup.com/us/catalog/general/subject/Chemistry/?view=usa&ci=9780198503408#reviews> (25 de octubre de 2009).

<sup>132</sup> Las versiones en castellano de las principales obras de Dawkins son *El gen egoísta*, Barcelona, Labor, 1979 (Barcelona, Salvat Editores, 2000); *El relojero ciego*, Barcelona, Labor, 1989; *Escalando el monte Improbable*, Barcelona, Tusquets, 1998; *Destejiendo el arco iris: ciencia, ilusión y el deseo da asombro*, Barcelona, Tusquets, 2000; *El río del Edén*, Barcelona, Debate, 2000; *El capellán del diablo*, Barcelona, Gedisa, 2006, y *El espejismo de Dios*, Madrid, Espasa Calpe, 2007. Dawkins es un ejemplo emblemático de divulgador científico «global» de nuestro tiempo, como lo muestra la vitalidad de su página web personal: richarddawkins.net.

<sup>133</sup> STERELNY (2001) y KELLEY, ROSS y ALLMON (2008).

<sup>134</sup> GYERIN (1983).

#### Capítulo 4. La ciencia en las aulas

<sup>1</sup> RUIZ y PABLO (1919), p. 294.

<sup>2</sup> ANGLADA *et al.* (1906), p. 218, y CARBONELL (1818).

<sup>3</sup> CARBONELL (2005).

<sup>4</sup> En el caso de la Escuela de Agricultura: «Publicose [...] un boletín, en el que se daba noticia de los últimos experimentos e inventos, y se repartieron circulares a las autoridades y párrocos de todos los pueblos [...], a fin de que enviaran jóvenes a estudiar en la nueva escuela. Algunos acudieron a la invitación y con ellos muchos de los hijos de los terratenientes que residían en la ciudad, se nutrieron las clases», RUIZ PABLO (1919), p. 377.

<sup>5</sup> KAISER (2005), pp. 1-8, y SHINN y WHITLEY (1995).

<sup>6</sup> LLOYD (1971).

<sup>7</sup> LINDBERG (2002) y LLOYD (1971).

<sup>8</sup> LE GOFF (1996).

<sup>9</sup> GRANT (1996).

<sup>10</sup> HUFF (1993).

<sup>11</sup> KAISER y WARWICK (2005).

<sup>12</sup> LATOUR (1986), VAN HELDEN y HANKINS (1994) y BERTOMEU-SÁNCHEZ y GARCÍA-BELMAR (2002).

<sup>13</sup> KAISER (2005), p. 6.

<sup>14</sup> RAVETZ (1971), p. 3.

<sup>15</sup> OLESKO (2006), p. 12. Olesko publicó en 1991 un libro pionero sobre la enseñanza de la física en la universidad alemana del siglo XIX en el que reconstruía algunas de estas prácticas. Véase también RUDOLPH (2008).

<sup>16</sup> BENSAUDE y BLONDEL (1988), p. 5.

<sup>17</sup> KUHN (1962), y KAISER y WARWICK (2005).

<sup>18</sup> FOUCAULT (1975).

<sup>19</sup> HANNAWAY (1975) y CHRISTIE y GOLINSKI (1982).

<sup>20</sup> GOLINSKI (1992).

<sup>21</sup> LEHMANN (2008), pp. 104-106.

<sup>22</sup> DONOVAN (1975).

<sup>23</sup> En el caso de los exámenes de química, acudían tanto los matriculados como los oyentes y el público en general. Rescatemos, por ejemplo, algunos fragmentos de la crónica de los Ejercicios públicos de química que se celebraron en Barcelona en el verano de 1818: «En cada uno de estos ocho ejercicios dijeron de memoria los alumnos una disertación de las materias o puntos señalados; hicieron las demostraciones prácticas relativas a los mismos, mediante una serie de experimentos y sufrieron un examen de preguntas acerca de la teoría y la práctica de aquellas materias y de las demostraciones que se exigían sobre ellas [...] Los objetos que se propuso el catedrático director fueron: 1.º prestar un vasto campo de materiales a los concurrentes para que pudieran preguntar a los alumnos sobre los diversos y más interesantes puntos de los muchos que encierra la doctrina de cada uno de los ejercicios; 2.º difundir [...] el estado floreciente de esta Escuela de química, y lo mucho que debemos prometernos para la felicidad del reino, de unos discípulos instruidos y capaces de desempeñar unos ejercicios de esta clase; 3.º excitar y promover el gusto y afición al estudio de una ciencia tan interesante por sus importantes aplicaciones a la economía y a las artes [...] [destaca] el numeroso, sabio e ilustrado concurso con que se llenó todos los días el espacioso salón de la casa Lonja, en que se ejecutaban estas funciones durante todo el tiempo de unos ejercicios tan dilatados; la concurrencia de tantas personas de todas clases, de alto carácter y dignidad...», *Diario de Barcelona*, 249, 6 de septiembre de 1818, pp. 1971-1974.

<sup>24</sup> PYENSON y GAUVIN (2002).

<sup>25</sup> GARCÍA-BELMAR (2006).

<sup>26</sup> HOLMES (1989a) y GEISON y HOLMES (1993).

<sup>27</sup> HOLMES (1989a).

<sup>28</sup> BROCK (2002).

<sup>29</sup> NIETO-GALAN (2001a).

<sup>30</sup> BROCK (1992).

<sup>31</sup> BERTOMEU-SÁNCHEZ, GARCÍA-BELMAR y BENSAUDE-VINCENT (2002).

<sup>32</sup> GORDIN (2004), pp. 23-24.

<sup>33</sup> BERTOMEU-SÁNCHEZ *et al.* (2002).

<sup>34</sup> BENSAUDE-VINCENT y LUNDGREN (2000), OLESKO (1991) y KAISER (2005).

<sup>35</sup> OLESKO (1991).

<sup>36</sup> *Ibid.*, pp. xiii y 1.

<sup>37</sup> WARWICK (2003).

<sup>38</sup> KAISER (2005) y CHIN y OSBORNE (2008).

<sup>39</sup> La *Física* de Aristóteles, el *Almagesto* de Tolomeo, los *Principios* y la *Óptica* de Newton, la *Electricidad* de Franklin, la *Química* de Lavoisier o la *Geología* de Lyell. KUHN (1962), p. 33.

<sup>40</sup> BENSAUDE-VINCENT, BERTOMEU-SÁNCHEZ y GARCÍA-BELMAR (2003).

<sup>41</sup> *Ibid.*

<sup>42</sup> RUDOLPH (2008) ofrece numerosos ejemplos.

<sup>43</sup> GUTIÉRREZ BUENO (1788), pp. 1-2.

<sup>44</sup> CASARES (1857), pp. v-vii.

<sup>45</sup> LANGLEBERT (1879), portada.

<sup>46</sup> LINDEE (1991), p. 9.

<sup>47</sup> PETIT (1989).

<sup>48</sup> SIMON (2009 y 2011).

<sup>49</sup> Vinculado estrechamente al movimiento excursionista y folclorista, su papel como divulgador científico fue notable. Entre 1884 y 1910 publicó un conjunto importante de libros donde pretendía reflejar el saber popular sobre la naturaleza en meteorología, agricultura, botánica y zoología. Entre sus obras destacan: *Lo llamp y'ls temporals* (1884); *Meteorologia y agricultura populars ab gran nombre de confrontacions* (1888); *Botànica popular* (1891); *Rudimentos de agricultura española* (1900); *Zoologia popular catalana* (1910), y *La lluna segons lo poble* (1912). GOMIS (1987).

<sup>50</sup> Bastinos, c. 301-2, Fons Bergnes de las Casas, Biblioteca de Catalunya, Barcelona, Catálogo del editorial (1885).

<sup>51</sup> WAQUET (2003).

<sup>52</sup> Aquí sólo hace falta recordar las importantes diferencias detectadas entre la ciencia privada y la ciencia pública de Louis Pasteur. LATOUR (1993) y GEISON (1995).

<sup>53</sup> A.-M. CHARTIER (2009).

<sup>54</sup> GARCÍA-BELMAR (2006).

<sup>55</sup> GEISON (1995).

<sup>56</sup> BENSUADE-VINCENT, BERTOMEU-SÁNCHEZ y GARCÍA-BELMAR (2003), pp. 243-251, y GIERYN (1983).

<sup>57</sup> LAIDLER (1993) y SERVOS (1990).

<sup>58</sup> PAULING (1958), prólogo.

<sup>59</sup> SHAPIN y BARNES (1977), p. 32.

<sup>60</sup> JACOB (1988), p. 168.

<sup>61</sup> MUMFORD (1979).

<sup>62</sup> TOPHAM (1992).

<sup>63</sup> SHAPIN y BARNES (1977).

<sup>64</sup> «The majority must be content with never going beyond a certain point, and with reaching that point by the most expeditious route [...] Thus, in teaching them geometry, it is not necessary to go through the whole steps of that beautiful system [...] enough will be accomplished, if they are made to perceive the nature of geometrical investigation, and learn the leading properties of figure [...] with their application to practical purposes», BROUGHAM (1825), pp. 9-10. Agradezco a Jaume Sastre la consulta de la obra original de Brougham.

<sup>65</sup> TOPHAM (1992), p. 405.

<sup>66</sup> LAURENT (1984), p. 585.

<sup>67</sup> MORRELL (1986).

<sup>68</sup> SHEETS-PYENSON (1985), p. 549.

<sup>69</sup> PYENSON y SHEETS-PYENSON (1999), p. 226.

<sup>70</sup> MORRELL y THACKRAY (1981), p. 8.

<sup>71</sup> LAURENT (1984), p. 585.

<sup>72</sup> BENSUADE-VINCENT y BLONDEL (1988), p. 5.

<sup>73</sup> FERRER GUÀRDIA (2002), p. 14.

<sup>74</sup> «Faith in the socially regenerative properties of materialistic science and a utopian belief in its liberating force were strongly evident in the street literature of the Carlilean, Owenite and Chartists...», DESMOND (1987), p. 82.

<sup>75</sup> *Ibid.*, p. 92.

<sup>76</sup> *Ibid.*, p. 104.

<sup>77</sup> NIETO-GALAN (2011).

<sup>78</sup> En este sentido, podríamos aplicar a la educación el modelo de la visión dominante de la divulgación. HILGARTNER (1990).

<sup>79</sup> Según su propio testimonio: «... El local estaba atestado de gente [...] los profesores actuales se colocaban en círculo detrás de mi para granjearse cierta popularidad, [...] haciéndose notar por la multitud de alumnos que me escuchaban [...] Ya veis que hacía más que ayudar a un médico y dictarle recetas; pues formaba médicos y les dictaba lecciones, y lecciones de las cuales ninguno de ellos ha perdido una sílaba siquiera. [...] Muchas veces les he dictado también sus tesis, porque la tesis no está sujeta a la censura de la Facultad, gracias a Dios; de lo contrario, la Facultad, siempre algo retrógrada, no habría dejado pasar sin vindicta unas teorías cuya extensión los alumnos empezaban a concebir mejor que ella, y que hoy día las esparraman por todas partes», RASPAIL (1876), p. 36.

<sup>80</sup> KUKLICK y KOHLER (1996).

<sup>81</sup> PIMENTEL (2003).

<sup>82</sup> *La Vanguardia*, 16 de marzo de 1895.

<sup>83</sup> MACKINDER y SADLER (1891). De igual modo proliferaron en Alemania las llamadas Volkhochschule o escuelas para el pueblo.

<sup>84</sup> «Manifest Universitat Faubourg-St.Germain», *Noticiari de l'Ateneu Enciclopèdic Popular*, 17, 1921. Citado por GIMÉNEZ (2007), pp. 23-24.

<sup>85</sup> TASCHWER (1997). Agradezco a Oliver Hochadel esta referencia.

<sup>86</sup> Los laboratorios de Gabriel Lippman (1845-1921), premio Nobel de 1908, estaban abiertos cada domingo por la mañana a los trabajadores de todas las clases, edades y formación. RAICHVARG (2005), p. 59.

<sup>87</sup> DE BUEN (2003), p. 60.

<sup>88</sup> SOLÀ (1978).

<sup>89</sup> Archivo Histórico de la Diputación de Barcelona, leg. 2290, Barcelona.

<sup>90</sup> Es interesante observar el listado de cursos impartidos y su asistencia en el Ateneu Enciclopèdic Popular en el año académico 1909-1910: francés (114), inglés (43), alemán (11), esperanto (43), teneduría de libros (27), italiano (16), gramática castellana (40), aritmética (27), taquigrafía (12), electricidad (17), solfeo (32), microbiología (14), geometría (12), química (16), gramática catalana (16), hipnotismo (299) y gimnasia (75). Archivo Histórico de la Diputación de Barcelona, leg. 2290, Barcelona.

<sup>91</sup> «Memòria 1916-1917», *Noticiari de l'Ateneu Enciclopèdic Popular*, pp. 11-2. Citado por GIMÉNEZ (2007), p. 26.

<sup>92</sup> RUDOLPH (2005).

<sup>93</sup> WAQUET (2003).

<sup>94</sup> ZIMMERMAN (2001).

<sup>95</sup> OLESKO (1991).

## Capítulo 5. La ciencia de la técnica

<sup>1</sup> «Elle fit un très-grand nombre de voyages aériens, et finit par acquérir une telle habitude de ces périlleux exercices, qu'il lui arrivait souvent de s'endormir pendant la nuit dans son étroite nacelle, et d'attendre ainsi le lever du jour, pour opérer sa des-

cente. Dans l'ascension qu'elle fit à Turin, en 1812, elle eut à subir un froid si excessif, que les glaçons s'attachaient à ses mains et à son visage», FIGUIER (1868), p. 515.

<sup>2</sup> *Ibid.*, pp. 515-516.

<sup>3</sup> LYNN (2006), pp. 122-124.

<sup>4</sup> FARRINGTON (1974).

<sup>5</sup> GILLE (1964).

<sup>6</sup> GALLUZZI (1996).

<sup>7</sup> GOODMAN (1990) y CAÑIZARES-ESGUERRA (2006).

<sup>8</sup> CLIFFORD (2005).

<sup>9</sup> CROMBIE (1987), II, p. 161.

<sup>10</sup> GIERYN (1983).

<sup>11</sup> BROCK (1992).

<sup>12</sup> MULTHAUF (1966) y BROCK (1992).

<sup>13</sup> HOLMYARD (1990).

<sup>14</sup> ROSSI (1996). Rupert Hall, una de las autoridades indiscutibles sobre la revolución científica, rechazaba, por ejemplo, cualquier contribución del mundo artesanal en el desarrollo de la ciencia moderna. Para Hall, la aparición del cañón no provocó el nacimiento de la nueva dinámica newtoniana; la navegación nunca fue la causa de la corrección de las tablas astronómicas. No fueron las necesidades materiales las que incitaron a Copérnico a trastocar el orden de las esferas celestes y a colocar el Sol en el centro del Universo. HALL (1974).

<sup>15</sup> CONNER (2005) y CROMBIE (1987).

<sup>16</sup> CROMBIE (1987), II, p. 162.

<sup>17</sup> ZILSEL (1941-1942).

<sup>18</sup> EAMON (1994), p. 8.

<sup>19</sup> KLEIN (2005a).

<sup>20</sup> VAN HELDEN y HANKINS (1994), y BERTOMEU-SÁNCHEZ y GARCÍA-BELMAR (2002).

<sup>21</sup> SCHAFFER y SHAPIN (1985).

<sup>22</sup> VAN HELDEN y HANKINS (1994).

<sup>23</sup> GUERICKE y AMES (1994).

<sup>24</sup> «All the above named instruments are telescopes of all lengths, microscopes single and double perspectives, great and small, reading glasses of all sizes, magnifying glasses, multiplying glasses, triangular prisms, speaking trumpets, spectacles fitted to all ages, and all other sorts of glasses concave and convex», TURNER (2005), p. 128.

<sup>25</sup> BENNETT (1985), citado por PUIG-PLA (2000), p. 309.

<sup>26</sup> HOLMES (2000) y BERTOMEU-SÁNCHEZ y GARCÍA-BELMAR (2006).

<sup>27</sup> BERTOMEU-SÁNCHEZ y GARCÍA-BELMAR (2002), y WISE (2006).

<sup>28</sup> BERG (1991).

<sup>29</sup> AMELANG (1998).

<sup>30</sup> ROSSI (1996), pp. 2-3.

<sup>31</sup> PYENSON y SHEETS-PYENSON (1999), p. 415, y GILLIESPIE (1959).

<sup>32</sup> GILLIESPIE (1959), p. ix.

<sup>33</sup> *Ibid.*, pp. xix-xx.

<sup>34</sup> NIETO-GALAN (1997).

<sup>35</sup> PUIG-PLA (2000).

<sup>36</sup> Citado *ibid.*, p. 287.

<sup>37</sup> PICON (2007).

<sup>38</sup> CAPEL, SÁNCHEZ y MONCADA (1988).

<sup>39</sup> HILAIRE-PÉREZ (2000).

<sup>40</sup> CROSLAND (1992).

<sup>41</sup> DONNELLY (1994).

<sup>42</sup> NIETO-GALAN (2000).

<sup>43</sup> HOLMES (1989).

<sup>44</sup> HELLOT (1750), p. viij.

<sup>45</sup> NIETO-GALAN (2001a).

<sup>46</sup> NIETO-GALAN (2010a).

<sup>47</sup> HOMASSEL (1798), pp. vii y x.

<sup>48</sup> «Il n'y avait à cette époque qu'une plainte générale sur les mauvais procédés qu'on employait en teinture au mépris des ordonnances de Colbert; [...] l'inspection de cette manufacture [des Gobelins] fut soumise depuis longtemps aux célèbres chimistes de Paris, qui consumaient les finances de l'état à plus satisfaire leur cupidité et leur ambition chimique en multipliant sans sujet les expériences, qu'à perfectionner ou rectifier les procédés de teinture [...] Quelques intrigants chimistes, après avoir tordu les phrases du célèbre Hellot pour s'approprier ses idées sous d'autres mots, placent et déplacent sans cesse à la manufacture des Gobelins leurs bas et inepes protégés...», *ibid.*

<sup>49</sup> CAMPOMANES (1775), prólogo.

<sup>50</sup> LANDES (1969).

<sup>51</sup> GILLIESPIE (1957).

<sup>52</sup> CARDWELL (1994) y NIETO-GALAN (2001b).

<sup>53</sup> GARRABOU (1982). Citado por GLICK (1988), pp. 14-15.

<sup>54</sup> KLINE (1995).

<sup>55</sup> *Ibid.*, pp. 197-198.

<sup>56</sup> GIERYN (1983) y KLINE (1995), p. 221.

<sup>57</sup> KLINE (1995), p. 198.

<sup>58</sup> GIERYN (1983).

<sup>59</sup> NIETO-GALAN (1997).

<sup>60</sup> Aunque la formación técnica en las factorías continuaba siendo en buena medida informal y muy poco reglada en muchos países.

<sup>61</sup> TRAVIS (1993) y MEYER-THUROW (1982).

<sup>62</sup> COHEN (1997).

<sup>63</sup> «La dirección de los obreros consiste esencialmente en la aplicación de tres ideas elementales: en primer lugar, tener delante de ellos un señuelo que los haga trepar; en segundo lugar, hacer restallar el látigo sobre ellos y tocarlos de tanto en tanto con el mismo; en tercer lugar, trabajar codo a codo con ellos, empujar firmemente en la misma dirección y no dejar nunca de instruirlos, ayudarlos y guiarlos [...] La dirección científica, la dirección del futuro consiste en la aplicación de los tres elementos a la vez, de los que el látigo, sin embargo, quede relegado fuera de la vista», CASTILLO ALONSO (1986), p. 17.

<sup>64</sup> BASALLA (1994).

<sup>65</sup> NIETO GALAN (2004a).

<sup>66</sup> MUMFORD (1979), pp. 192-193, y NIETO-GALAN (2001b).

<sup>67</sup> LEVINE (1987), p. 22.

<sup>68</sup> NIETO-GALAN (2001a).

<sup>69</sup> RANDALL (1994).

<sup>70</sup> MUMFORD (1979). A raíz del gran impacto de la Great Exhibition de Londres de 1851, apareció una publicación semanal, *The Illustrated Exhibitor*, que pronto se convirtió en una especie de catálogo crítico de la exposición, dirigido precisamente

a los artesanos como lectores potenciales. Desde de su consejo de redacción de consideraba a los artesanos —un término que incluía a menudo también a las clases trabajadoras— como actores fundamentales, con un gran potencial en la sociedad industrial y con capacidad notable de autoformación y organización, más allá de los discursos oficiales. MAIDMENT (2001).

<sup>71</sup> «Throughout human history, the major problems of health that men have faced have been concerned with community life, for instance, the control of transmissible disease, the control and improvement of the physical environment (sanitation), the provision of water and food of good quality and in sufficient supply, the provision of medical care, and the relief of disability and destitution», ROSEN (1993), p. 1.

<sup>72</sup> MARKELL (1977).

<sup>73</sup> FOWLER LA BERGE (1975) y NIETO-GALAN (2004a).

<sup>74</sup> NIETO-GALAN (2004a).

<sup>75</sup> HAMLIN (1998).

<sup>76</sup> TARR (1996).

<sup>77</sup> HAMLIN (1990).

<sup>78</sup> STRADLING y THORSHEIM (1999).

<sup>79</sup> «Hell is a city much like London. A populous and a smoky city». Citado por PORTER (1994), p. 257.

<sup>80</sup> MOSELEY (1999).

<sup>81</sup> OOSTERHUIS (2000). Agradezco a Àlvar Martínez-Vidal esta información.

<sup>82</sup> CORBELLA y CALBET (1984).

<sup>83</sup> Montaner y Simón, Fons Bergnes C-5-3, Biblioteca de Catalunya, Barcelona.

<sup>84</sup> *Ciencia Popular*, 9 (1906), p. 145.

<sup>85</sup> SMITH y MARX (1994).

<sup>86</sup> EDGERTON (1998 y 2007).

<sup>87</sup> LIE y SORENSON (1996).

<sup>88</sup> EDGERTON (2006), p. 80.

<sup>89</sup> *Ibid.*, p. xi.

<sup>90</sup> OUDSHOORN y PINCH (2003).

<sup>91</sup> Cabe destacar que la 7th International Conference on History of Chemistry, que se celebró en Sopron (Hungría), del 2 al 5 de agosto de 2009, dedicada al tema: «The uses of chemistry (and alchemy)».

<sup>92</sup> BROCK (1992), p. 656, y RHEES (1993).

<sup>93</sup> RHEES (1993).

<sup>94</sup> SCHUMMER, BENSUADE-VINCENT y VAN TIGGELEN (2007).

<sup>95</sup> BIJKER (1995), p. 106.

<sup>96</sup> LAFOLLETTE (2007).

<sup>97</sup> MEIKLE (1997), p. 280.

<sup>98</sup> GREGORY y MILLER (1998), p. 137.

<sup>99</sup> ILES (2007).

<sup>100</sup> HUGHES (1983) y SCHWARTZ COWAN (1983).

<sup>101</sup> GOODAY (2007).

<sup>102</sup> *Electricidad Industrial y Doméstica*, 14 (1931), p. 1. Agradezco a Jordi Ferran esta información. FERRAN (2002).

<sup>103</sup> Recordemos, por ejemplo, la película *The Electric House* de Buster Keaton, proyectada en Madrid en 1924.

<sup>104</sup> BIJKER, HUGHES y PINCH (1994), y BIJKER (1995).

<sup>105</sup> VOLTI (1996) y NIETO-GALAN (2004a).

<sup>106</sup> PACEY (2001).

<sup>107</sup> «For too long, [according to David Nye], “it has been assumed that the social meaning of a new machine was defined by the inventor”. To counteract that bias, we need to consider the meanings of technology that may be discovered by users of machinery, factory workers, or consumers [...]. Some everyday experience of tools and machines is also comparable to more specialized experiences in engineering or industry». PACEY (2001), p. 77.

<sup>108</sup> NYE (1999a y 1999b).

<sup>109</sup> HILAIRE-PÉREZ (2008), pp. 37-38.

<sup>110</sup> STIRLING (2008).

<sup>111</sup> NAHUIS y VAN LENTE (2008).

<sup>112</sup> FEENBERG (1999), p. 145.

## Capítulo 6. *La ciencia mediática*

<sup>1</sup> «Until 1995, it was nearly impossible for a scientist anywhere to publish a paper on Gaia, unless to disprove or disparage it; now at last it is a theory awaiting approval. Unfortunately for me the way forward splits at a cruel bifurcation. To establish Gaia as a fact I must take the first path, that of science. As a guide on the best way to live with the Earth, it will only be believed if it comes with majority support from the scientific community —politicians and governmental agencies dare not act on myth— [...] To keep Gaia as something we all can understand I must take the second path, the one that goes to the postmodern world. Here science itself is questioned, [...] Which of these paths should I take?», LOVELOCK (2000), p. xi.

<sup>2</sup> WEINGART (2001a y 2001b) y BUCCHI (1998).

<sup>3</sup> NELKIN y LINDEE (1995).

<sup>4</sup> NIKOLOV y SCHIRRMACHER (2007).

<sup>5</sup> NELKIN (1987) y GREGORY y MILLER (1998), p. 121.

<sup>6</sup> GREGORY y MILLER (1998), p. 124.

<sup>7</sup> HILGARTNER (1990).

<sup>8</sup> GREGORY y MILLER, p. 107, y DORNAN (1988).

<sup>9</sup> COLLINS y EVANS (2003 y 2007).

<sup>10</sup> CASSIDY (2006).

<sup>11</sup> GREGORY (2003) y WALLIS (1979).

<sup>12</sup> GREGORY (2005).

<sup>13</sup> Juan Carlos Cabrera, *Hacia una epistemología de la divulgación científica: el caso de Gaia*, Universitat Autònoma de Barcelona. Tesis doctoral en curso. Agradezco a Juan Carlos Cabrera la información que me ha proporcionado sobre la historia de la teoría Gaia.

<sup>14</sup> Citado por HAY (2002), p. 173.

<sup>15</sup> La pérdida de esa visión orgánica de la naturaleza fue denunciada con todo lujo de detalles históricos en el famoso libro de Carolyn MERCHANT, *The Death of Nature. Women, Ecology, and the Scientific Revolution* (1983).

<sup>16</sup> YOXEN (1985).

<sup>17</sup> NELKIN y LINDEE (1995).

<sup>18</sup> ABIR-AM (1992).

<sup>19</sup> CHADAREVIAN (2003).

<sup>20</sup> MEAD y HAGER (2001).

<sup>21</sup> STRASSER (2006).

<sup>22</sup> GREEN (1985).

<sup>23</sup> «It is possible that here might be some biological basis for the remarkable fact, which has puzzled criminologists for decades that the male is many times more prone to delinquent behaviour than the female. If two Y chromosomes put their possessor in serious danger of antisocial behaviour, perhaps a single one can contribute some of the risk». Citado por GREEN (1985), p. 149.

<sup>24</sup> GONZÁLEZ-SILVA (2009).

<sup>25</sup> NELKIN (1994).

<sup>26</sup> BAGGOTT (1994) y ALDERSEY-WILLIAMS (1995).

<sup>27</sup> «Ten years ago, the discovery of buckminsterfullerene [...] stunned the scientific community [...] This unusual molecule- also known as the buckyball- is composed of 60 carbon atoms arranged in a hollow sphere, with hexagonal and pentagonal configurations similar to those found on a soccer ball. Its near-perfect symmetry is just one reason why scientists have since dubbed it “the most beautiful molecule” [...] the actual discovery was merely the beginning of an intense-and ongoing-quest to master this newest form of the most basic of elements. Confirmation would take five years and launch an unprecedented flood of investigation and investment. Backed by such giants as AT&T, Du Pont, Exxon, and IBM, a highly competitive search for practical applications began-and continues». <http://www.flipkart.com/most-beautiful-molecule-hugh-aldersey/047119333x-1xw3f9f2uz> (9 de noviembre de 2009).

<sup>28</sup> GREGORY y MILLER (1998), pp. 137-140; [http://nobelprize.org/nobel\\_prizes/chemistry/laureates/1996/press.html](http://nobelprize.org/nobel_prizes/chemistry/laureates/1996/press.html) (3 de noviembre de 2009).

<sup>29</sup> <http://www.britannica.com/nobelprize/article-9002185> (18 de enero de 2010).

<sup>30</sup> HOCHADEL (2009).

<sup>31</sup> GIERYN (1983).

<sup>32</sup> HOCHADEL (2009), p. 149.

<sup>33</sup> *Ibid.*

<sup>34</sup> EUDALD CARBONELL *et al.*, «The first hominid of Europe», *Nature*, 452, 7186 (2008), pp. 465-469.

<sup>35</sup> CASSIDY (2005 y 2006).

<sup>36</sup> CASSIDY (2007).

<sup>37</sup> FELT (2000).

<sup>38</sup> «Little more than a month ago, they were just two chemists, toiling in virtual anonymity. But B. Stanley Pons and Martin Fleischmann came last week to Washington as heroes, visionaries and scientific superstars. With a mob of reporters following along, the thermodynamic duo marched onto Capitol Hill to tell Congress how their simple tabletop experiment had generated fusion, the nuclear reaction that powers the sun. Displaying slides filled with complex equations, wielding electronic pointers and pulling a mockup of their apparatus from a plastic shopping bag, the bespectacled researchers mesmerized the members of the House Committee on Science, Space and Technology with an account of how their device produced more energy, in the form of heat, than it consumed. The politicians may have been baffled by the chemistry, but they had no trouble grasping the implications. It seemed that Pons, a professor at the University of Utah, and Fleischmann, of Britain's University of Southampton, might have pulled off a trick that has eluded some of the best minds in physics for nearly four decades. More important, they might have found a way to solve the world's energy problems for all time», *Time*, 8 de mayo de 1989.

<sup>39</sup> SIMON (2001).

<sup>40</sup> *Time*, 23 de marzo de 1989 (editorial).

<sup>41</sup> BUCCHI (1996), GIERYN (1992) y LEWENSTEIN (1995).

<sup>42</sup> NYE (1993).

<sup>43</sup> LEWENSTEIN (1995).

<sup>44</sup> MICHAEL H. SALOMON *et al.*, «Limits on the Emission of Neutrons, Gamma-Rays, Electrons and Protons from Pons/Fleischmann Electrolytic Cells», *Nature*, 344 (29 de marzo de 1990), pp. 401-405.

<sup>45</sup> BERTOMEU (2009), p. 376, y COLLINS y EVANS (2003 y 2007).

<sup>46</sup> De hecho, el propio Gore ha prologado ediciones posteriores de *Silent Spring* como símbolo de su adhesión a la sensibilidad medioambiental. CARSON (1962).

<sup>47</sup> «2.000 scientists, in a hundred countries, working for more than 20 years in the most elaborate and well organized scientific collaboration in the history of mankind have forged an exceptionally strong consensus that all the nations in the Earth must work together to solve the crisis of global warming», GORE (2006).

<sup>48</sup> LOMBORG (2001).

<sup>49</sup> <http://www.timesonline.co.uk/tol/news/science/article6788630.ece#at> (30 de octubre de 2009).

<sup>50</sup> *El País*, 19 de diciembre de 2009.

<sup>51</sup> HULME (2009).

<sup>52</sup> «A crucial challenge for researchers over the next few years will be to ensure that public communication of the results of climate-change research —whether formally or in the blogosphere— is robust in every sense: making the results comprehensible, and even vivid, yet rigorous; doing full justice to the uncertainties; maintaining such standards in the face of misinformation and propaganda; and responding promptly to the unexpected. But governments have the biggest challenge of all. In the face of major threats to their countries' long-term futures, they need to commit to an international treaty. They also need to sustain the bottom-up motivation for change. They must empower their citizens with information: not only about what science is saying, but also about citizens' own contributions to the problem», *Nature*, 426-7226 (diciembre de 2009), p. 959.

<sup>53</sup> LEWENSTEIN (1995a).

<sup>54</sup> *Ibid.*

<sup>55</sup> BUCCHI (1996), p. 387.

<sup>56</sup> LEWENSTEIN (1992) (1995b).

<sup>57</sup> SIMON (2001), pp. 383-384.

## Capítulo 7. La ciencia democrática

<sup>1</sup> «A group of activists protest against GMO outside a biotechnology research institute. The citizens of a region vote in a referendum on a new waste disposal facility. A patients association compiles database of the symptoms and clinical evolution of a rare genetic disease. A group of citizens is invited to discuss the issue of embryo stem cell research and produce a final document to be submitted to policy makers. What do these examples have in common? Are they all in their own way expressions of a profound change in terms and conditions under which scientific knowledge is produced, discussed and legitimated?», BUCCHI y NERESINI (2007), p. 449.

<sup>2</sup> TURNER (2001).

<sup>3</sup> GIERYN (1999).

- <sup>4</sup> GRAHAM (2007).
- <sup>5</sup> BUCCHI y NERESINI (2007), p. 450.
- <sup>6</sup> WYNNE (1995).
- <sup>7</sup> BUCCHI y NERESINI (2007), p. 451.
- <sup>8</sup> LEVITT y GROSS (1994b), y KLEINMAN (2000), pp. 1-2.
- <sup>9</sup> KLEINMAN (2000), p. 5.
- <sup>10</sup> JASANOFF (2003).
- <sup>11</sup> NOWOTNY, SCOTT y GIBBONS (2001 y 2003), y JASANOFF (2003), p. 14.
- <sup>12</sup> LENGWILER (2008).
- <sup>13</sup> KLEINMANN (2000), p. 5.
- <sup>14</sup> CALLON, LASCOUMES y BARTHE (2001).
- <sup>15</sup> JOSS (1999).
- <sup>16</sup> BENSUADE-VINCENT (2009a).
- <sup>17</sup> JASANOFF (2004).
- <sup>18</sup> *Ibid.*, y BENSUADE-VINCENT (2009b).
- <sup>19</sup> JASANOFF (2003), p. 14.
- <sup>20</sup> BENSUADE-VINCENT (2009b), p. 34.
- <sup>21</sup> *Ibid.*, p. 15.
- <sup>22</sup> MORRIS (2007), p. 324.
- <sup>23</sup> McCORMICK (2007).
- <sup>24</sup> LENGWILER (2008).
- <sup>25</sup> DEVAL (2001).
- <sup>26</sup> ROWE y FREWER (2000).
- <sup>27</sup> KLEIMANN (2000).
- <sup>28</sup> BENSUADE-VINCENT (1997).
- <sup>29</sup> JOSS (1999).
- <sup>30</sup> HINDMARSH y GOTTWEIS (2005).
- <sup>31</sup> LEYDESDORFF y JANELLE (2005).
- <sup>32</sup> WYNNE (1991).
- <sup>33</sup> WYNNE (1995), p. 114.
- <sup>34</sup> Para ejemplos concretos de los proyectos PATH, véase <http://www.ist-world.org/ProjectDetails.aspx?ProjectId=9bbd697dd45f474483852c2ca7c6049b> (3 de noviembre de 2009). En el último lustro, la Unión Europea ha organizado además un conjunto de debates y publicaciones entorno al concepto «Public Engagement of Science».
- <sup>35</sup> BENSUADE-VINCENT (2009b) y DREXLER (1986).
- <sup>36</sup> BENSUADE-VINCENT (2009b).
- <sup>37</sup> HAY (2002), p. 278.
- <sup>38</sup> *Ibid.*, p. 290.
- <sup>39</sup> BENSUADE-VINCENT (2009b), p. 183.
- <sup>40</sup> BUCCHI y NERESINI (2007), p. 465.
- <sup>41</sup> IRWIN y MICHAEL (2003). Citado por BUCCHI y NERESINI (2007), p. 467.
- <sup>42</sup> NELKIN (1995), pp. 444-445.
- <sup>43</sup> PORTER (1992), p. 1.
- <sup>44</sup> En 1912, uno de los panfletos de la liga en contra de las vacunas se expresaba en los términos siguientes: «This pamphlet is a special appeal to you to repeal all compulsory vaccination as a needless legal and medical barbarism very dangerous to public health and human life, and base on gross deception of the public mind as to the true facts about smallpox and vaccination. It also urgently suggests to you the ne-

cessity of a new law which will compel the record and publication in our vital statistics of all deaths caused directly or indirectly by vaccination ore other inoculations». Citado por COLGROVE (2005), p. 176.

<sup>45</sup> SEGALL y ROBERTS (1980). Citado por BUCCHI y NERESINI (2007), p. 452.

<sup>46</sup> <http://www.aachonline.org/> (3 de noviembre de 2009).

<sup>47</sup> BUCCHI y NERESINI (2007).

<sup>48</sup> BENSUADE-VINCENT (2009b), p. 181.

<sup>49</sup> LENGWILER (2008) y EPSTEIN (1996 y 2007).

<sup>50</sup> EPSTEIN (1996 y 2007).

<sup>51</sup> EPSTEIN (1995).

<sup>52</sup> ABRAHAM y SHEPPARD (1997).

<sup>53</sup> BRAUN (2003).

<sup>54</sup> McCORMICK (2007), p. 612.

<sup>55</sup> RABEHARISOA y CALLON (1999 y 2004).

<sup>56</sup> KELLY (2003).

<sup>57</sup> CALLON (1999) y ABRAHAM y SHEPPARD (1997).

<sup>58</sup> BECK (2008), pp. 2-3.

<sup>59</sup> HAY (2002), p. 309.

<sup>60</sup> GREGORY y MILLER (1998), pp. 187-195.

<sup>61</sup> BLOK, JENSEN y KALTOFT (2008).

<sup>62</sup> BECK (2008), p. 30.

<sup>63</sup> HAY (2002), p. 128.

<sup>64</sup> NIETO-GALAN (2004a).

<sup>65</sup> BECK (2008), p. 6.

<sup>66</sup> YEARLEY (1995).

<sup>67</sup> DUNLAP (2008).

<sup>68</sup> BECK (2008), p. 32.

<sup>69</sup> «Actuar en un mundo incierto». Éste era el atractivo título del libro publicado por el sociólogo francés Michel Callon y sus colaboradores. CALLON, LASCOURMES y BERTHE (2009). El sociólogo Wiebe Bijker ha desarrollado algunos aspectos de este problema bajo la definición de «vulnerabilidad técnica».

<sup>70</sup> MICHAEL (1992).

<sup>71</sup> JAMIESON (1992).

<sup>72</sup> BOUDIA y JAS (2007).

<sup>73</sup> JASANOFF (2003a).

<sup>74</sup> GIERYN (1983).

<sup>75</sup> NOWOTNY *et al.* (2001).

<sup>76</sup> CALLON (1999).

## Conclusión

<sup>1</sup> «As the empirical natural sciences grew in prestige and ability to control substantial resources, their intellectual standards came to dominate general conceptions of knowledge and truth and, at the same time, separated the production of scientific knowledge from the educated public, so that research became an esoteric activity. The popularisation of scientific knowledge then became a means of claiming legitimacy for many social movements and interest groups, and also part of scientists' claims for social support and legitimacy as a separate group of autonomous intellec-

tuals. By successfully combining claims to universal validity and social utility through popularisation, they laid the foundation for the present domination and expansion of the sciences», SHINN y WHITLEY (1985), p. 25.

<sup>2</sup> WAQUET (2003), pp. 350-357.

<sup>3</sup> SHAPIN (1990).

<sup>4</sup> SHAPIN y SCHAFFER (1985).

<sup>5</sup> Para una aproximación a la nueva historia social y cultural de la ciencia, véase GOLINSKI (1999).

<sup>6</sup> ARRIZABALAGA (1987-1988), HARWOOD (1987) y HEDFORS (2007).

<sup>7</sup> GOLINSKI (1998), p. 34.

<sup>8</sup> FLECK (1979), HARWOOD (1987), HEDFORS (2007) y GOLINSKI (1998).

<sup>9</sup> GOLINSKI (1998), pp. 32-35.

<sup>10</sup> HARWOOD (1986), p. 179.

<sup>11</sup> *Ibid.*, pp. 160-161.

<sup>12</sup> «The most characteristic operational feature is a democratic exchange of ideas and experience, going outward from the esoteric circle, permeating the exoteric circle, and then feeding back upon the esoteric circle. The work of the mind thus conveyed undergoes a process of social consolidation and becomes thereby a scientific fact», FLECK (1979), p. 161.

<sup>13</sup> HARWOOD (1986), p. 182.

<sup>14</sup> OLESKO (1991).

<sup>15</sup> SHINN y WHITLEY (1985), y LEWENSTEIN (1995).

<sup>16</sup> McELHENY (1985).

<sup>17</sup> SHINN y WHITLEY (1985), p. vii.

<sup>18</sup> *Ibid.*, p. viii, y NIETO-GALAN (2010b)

<sup>19</sup> SHINN y WHITLEY (1985), p. 31.

<sup>20</sup> NIETO-GALAN (2011a)

<sup>21</sup> FORGACS (2000).

<sup>22</sup> BURKE (2005).

<sup>23</sup> HOLUB (1992), p. 6.

<sup>24</sup> COOTER (1984), p. 193, y WILLIAMS (1977).

<sup>25</sup> FORGACS (2000) p. 301.

<sup>26</sup> CHARTIER (1984), p. 13.

<sup>27</sup> *Ibid.*, pp. 233-235.

<sup>28</sup> «By including them [with the peasant tellers of tales and the plebeian killers of cats, I have abandoned the usual distinction between elite and popular culture, and have tried to show how intellectuals and common people coped with the same sort of problems», DARNTON (1984), p. 6.

<sup>29</sup> SECORD (2004), TOPHAM (2000) y FYFE y LIGHTMAN (2007).

<sup>30</sup> SECORD (2004).

<sup>31</sup> FYFE y LIGHTMAN (2007).

<sup>32</sup> COOTER y PUMFREY (1994).

<sup>33</sup> BUCCHI y NERESINI (2007), p. 450.

<sup>34</sup> COOTER (1994), p. 249.

<sup>35</sup> LEWENSTEIN (1995).

<sup>36</sup> MYERS (2003).

<sup>37</sup> BENSUADE-VINCENT *et al.* (2003), pp. 243-251.

<sup>38</sup> PYENSON y SHEETS-PYENSON (1999).

## BIBLIOGRAFÍA

La presente bibliografía no tiene una pretensión de exhaustividad, sino que refleja, más bien, mi propio itinerario intelectual en la confección de este libro. Incluye por orden alfabético de autor las fuentes primarias y secundarias consultadas y citadas en las notas a lo largo de los capítulos, además de algunas obras de referencia que completan la información para el lector. Como criterio general, se citan las ediciones de las obras que han sido consultadas. En algunos casos, se hace referencia a ediciones anteriores o en otras lenguas en función de su interés con relación al problema de los públicos de la ciencia.

- AARON DENNIS, Michael (1989), «Graphic Understanding: Instruments and Interpretation in Robert Hooke's *Micrographia*», *Science in Context*, 3, pp. 309-364.
- ABIR-AM, Pnina G. (1992), «The Politics of Macromolecules: Molecules, Biologists, Biochemists and Rhetoric», *Osiris*, 7, pp. 164-191.
- ABIR-AM, Pnina G., y ELLIOT, Clark A. (eds.) (1999), «Commemorative Practices in Science», *Osiris*, 14.
- ABRAHAM, John, y SHEPPARD, Julie (1997), «Democracy, Technocracy and the Secret State of Medicines control: Expert and non-expert perspectives», *Science, Technology and Human Values*, 22(2), pp. 139-167.
- ADORNO, Theodor, y HORKHEIMER, Max (2002), *Dialectic of Enlightenment*, Stanford, Stanford University Press (edición original en alemán, 1947).
- AGAR, Jon, y SMITH, Crosbie (1998), *Making Space for Science: Territorial Themes in the Shaping of Knowledge*, Londres, MacMillan.
- AGASSI, Joseph (2003), *Science and Culture*, Dordrecht, Kluwer.
- ALBERTI, Samuel J. M. M. (2005), «Objects and the Museum», *Isis*, 96, pp. 559-571.
- (2007), «The Museum Affect: Visiting Collections of Anatomy and Natural History», en Aileen FYFE y Bernard LIGHTMAN (eds.), *Science in the*

- Marketplace: Nineteenth-Century Sites and Experiences*, Chicago, University of Chicago Press, pp. 371-403.
- ALDERSEY-WILLIAMS, Hugh (1995), *The Most Beautiful Molecule: The discovery of the buckyball*, Nueva York, John Wiley & Sons.
- ALKON, Paul K. (1994), *Science Fiction before 1990. Imagination discovers Technology*, Nueva York, Twayne.
- AMELANG, James (1998), *The flight of Icarus. Artisan autobiography in early modern Europe*, Stanford, Stanford University Press.
- ANDERSON, Robert G. W. (1992), «What is technology? Education through museums in the mid-nineteenth century», *The British Journal for the History of Science*, 25, pp. 169-184.
- ANDRIES, Lise (1992), «Médecine populaire et littérature de colportage au XIX<sup>e</sup> siècle», en Jacques POIRIER y Claude LANGLOIS (dirs.), *Raspail et la vulgarisation médicale*, París, J. Vrin, pp. 11-26.
- ANGLADA, Francisco; VIDAL DE VALENCIANO, Gaietà, y CORNET, Gaietà (1906), *Barcelona vella. Escenes i costums de la primera meytat del segle XIX per tres testimonis de vista*, Barcelona, Il·lustració Catalana.
- APPLE, Rina D., y APPLE, Michael W. (1993), «Screening Science», *Isis*, 84, pp. 750-754.
- ARAGO, François (1836), *Leçons d'astronomie professées a l'Observatoire royal par ... membre de l'Institut. Nouvelle édition, augmentée de ses dernières leçons, avec des nouvelles vues sur les comètes, les aéroïtes, et accompagnée de 5 planches gravées*, París, Just Rouvier et E. Le Bouvier.
- (1858), *Astronomie populaire par ... Secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences. Publié d'après son ordre sous la direction de M. J. A. Barral, ancien élève de l'École polytechnique... Livre XVII. Les Comètes. Oeuvre Posthume*, París, Gide (edición facsímil, París, Blanchard, 1986).
- (1867), *Astronomie populaire. Nouvelle édition mise au courant des progrès de la science par M. J. A. Barral. Oeuvre posthume*, 4 vols., París, L. Guérin.
- ARRIZABALAGA, Jon (1987-1988), «La teoría de la ciencia de Ludwik Fleck (1896-1961) y la historia de la enfermedad», *Dynamis*, 7-8, pp. 473-481.
- AUERBACH, Jeffrey A. (1999), *The Great Exhibition of 1851: A Nation on Display*, New Haven, Yale University Press.
- BAGGOTT, Jim (1994), *Perfect Symmetry: The Accidental Discovery of Buckminsterfullerene*, Oxford, Oxford University Press.
- BASALLA, Georges (1994), «Keaton and Chaplin: The Silent Film's Response to Technology», en Carroll W. PURSELL Jr. (ed.) *Technology in America. A History of Individuals and Ideas*, Cambridge Mass., MIT Press, pp. 227-236.
- BAUER, Martin (ed.) (1994), *Resistance to new technology. Nuclear power, information technology and biotechnology*, Cambridge, Cambridge University Press.
- BAYERTZ, Kurt (1985), «Spreading the Spirit of Science. Social Determinants of the Popularization of Science in 19<sup>th</sup>-century Germany», en

- Terry SHINN y Richard WHITLEY (eds.), *Expository Science. Forms and Functions of Popularisation*, Dordrecht, Kluwer, pp. 209-227.
- BECK, Ulrich (2008), *Risk society. Towards a New Modernity*, Londres, Sage (1.ª ed. en alemán, 1986; 1.ª ed. en inglés, 1992).
- BEDINI, Silvio (1965), «The Evolution of Science Museums», *Technology and Culture*, 1-23.
- BEER, Gillian (1990), «Science and Literature», en Robert C. OLBY, Geoffrey N. CANTOR, John R. R. CHRISTIE y M. Jonathan S. HODGE (eds.), *Companion of the History of Modern Science*, Londres, Routledge, pp. 783-798.
- BÉGUET, Bruno (dir.) (1990), *La science pour tous. Sur la vulgarisation scientifique en France de 1850 à 1914*, París, Conservatoire national des arts et métiers.
- BÉGUET, Bruno; CANTOR, Maryline, y LE MEN, Ségolène (dirs.) (1994), *La science pour tous*, París, Réunion des musées nationaux.
- BENEDICT, Barbara M. (2001), *Curiosity: A Cultural History of Early Modern Europe*, Chicago, Chicago University Press.
- BENEDIC, Catherine (1994), «Le Mondes des vulgarisateurs», en Bruno BÉGUET *et al.* (dirs.), *La science pour tous*, París, Réunion des musées nationaux, pp. 30-49.
- BENJAMIN, Walter (1969), «The Work of Art in the Age of Mechanical Reproduction», en Hannah ARENDT (ed.), *Illuminations*, Nueva York, Schocken, pp. 217-252.
- BENNETT, Jim A. (1987), *The Divided Circle: A History of Instruments for Astronomy, Navigation and Surveying*, Oxford, Phaidon-Christie's.
- (1995), «Can Science Museums Take History Seriously?», *Science as Culture*, 5(1), pp. 124-137.
- BENNETT, Tony (1995), *The Birth of the Museum. History, Theory and Politics*, Londres, Routledge.
- BENSAUDE-VINCENT, Bernadette (1987), «Hélène Metzger's *La Chimie*: a popular treatise», *History of Science*, 25, pp. 71-84.
- (1989), «Camille Flammarion: prestige de la science populaire», *Romantisme*, 65, pp. 93-104.
- (1991), «L'astronomie populaire, priorité philosophique et projet politique», *Revue de synthèse. Auguste Comte. Politique et sciences*, 112, pp. 49-60.
- (1993), «Un public pour la science: l'essor de la vulgarisation au XIXe siècle», *Réseaux*, 58, marzo-abril.
- (1995), «Les savants et les autres», *Diogène*, 169, pp. 136-155.
- (1997), «In the name of science», en John KRIGE y Dominique PESTRE (eds.), *Science in the Twentieth Century*, Amsterdam, Harwood Academic, pp. 319-338.
- (2000), *L'opinion publique et la science. A chacun son ignorance*, París, Institut d'édition Scenofi-Synthélabo.

- (2009a), «A Historical Perspective on Science and its “Others”», *Isis*, 100, pp. 359-368.
- (2009b), *Les vertiges de la technoscience. Façonner le monde atome par atome*, París, La Découverte.
- BENSAUDE-VINCENT, Bernadette, y BLONDEL, Christine (1986), *Les scientifiques français et la vulgarisation dans l'entre-deux-guerres*, París, CNRS.
- (eds.) (1988), *Vulgariser les sciences (1919-1939): acteurs, projets, enjeux. Cahiers d'histoire et de philosophie des sciences*, 24.
- (2002), *Des savants face à l'occulte, 1870-1940*, París, La Découverte.
- (eds.) (2008), *Science and Spectacle in the European Enlightenment*, Aldershot, Ashgate.
- BENSAUDE-VINCENT, Bernadette, y RASMUSSEN, Anne (eds.) (1997), *La science populaire dans la presse et l'édition. XIX et XXe siècles*, París, CNRS.
- BENSAUDE-VINCENT, Bernadette; BERTOMEU-SÁNCHEZ, José Ramón, y GARCÍA BELMAR, Antonio (2003), *L'émergence d'une science des manuels. Les livres de chimie en France (1782-1852)*, París, Éditions des Archives contemporaines.
- BERG, Maxine (1991), *Markets and manufactures in early industrial Europe*, Londres, Routledge.
- BERMAN, Morris (1975), «“Hegemony” and the amateur tradition in British Science», *Journal of Social History*, 8 (3), pp. 30-50.
- (1978), *Social Change and Scientific Organisation. The Royal Institution, 1799-1844*, Londres, Heinemann.
- BERTOMEU SÁNCHEZ, José Ramón (2009), «Popularizing Controversial Science: A Popular Treatise on Poisons by Mateu Orfila (1818)», *Medical History*, 53, pp. 351-378.
- BERTOMEU SÁNCHEZ, José Ramón, y GARCÍA BELMAR, Antonio (2000), «Pedro Gutiérrez Bueno (1745-1822), los libros de texto y los nuevos públicos de la química en el último tercio del siglo XVIII», *Dynamis*, 20, pp. 457-489.
- (eds.) (2002), *Obrint les caixes negres. Col·lecció d'instruments científics de la Universitat de València*, Valencia, Universitat de València.
- (2006), *La Revolució química: entre la història i la memòria*, Valencia, Universitat de València.
- BERTOMEU SÁNCHEZ, José Ramón; GARCÍA BELMAR, Antonio, y BENSAUDE-VINCENT, Bernadette (2002), «Looking for an order of things: Textbooks and Chemical Classifications in Nineteenth-Century France», *Ambix*, 49 (2), pp. 227-251.
- BERTOMEU-SÁNCHEZ, José Ramón, y NIETO-GALAN, Agustí (eds.) (2006), *Chemistry, Medicine, and Crime: Mateu J. B. Orfila (1787-1853) and His Times*, Sagamore Beach, Science History Publications.
- BERTUCCI, Paola (2008), «Domestic Spectacles: Electrical Instruments between Business and Conversation», en Bernadette BENSAUDE-VINCENT y

- Christine BLONDEL (eds.), *Science and Spectacle in the European Enlightenment*, Aldershot, Ashgate, pp. 75-87.
- BIEZUNSKI, Michel (1985), «Popularization and Scientific Controversy: The Case of the Theory of Relativity in France», en Terry SHINN y Richard WHITLEY (eds.), *Expository Science. Forms and Functions of Popularisation*, Dordrecht, Kluwer, pp. 183-194.
- BIJKER, Wiebe E. (1995), *Of bicycles, bakelites, and bulbs: toward a theory of sociotechnical change*, Cambridge Mass., MIT Press.
- BIJKER, Wiebe E.; HUGHES, Thomas, y PINCH, Trevor (eds.) (1994), *The Social Construction of Technological Systems*, Cambridge Mass., MIT Press.
- BLAKE, John B. (1977), «From Buchan to Fishbein: The literature of Domestic Medicine», en Guenter B. RISSE *et al.* (eds.), *Medicine without Doctors*, Nueva York, Science History Publications, pp. 11-30.
- BLOK, Anders; JENSEN, Mette, y KALTOFT, Pernille (2008), «Social identities and risk: expert and lay imaginations on pesticide use», *Public Understanding of Science*, 17, pp. 189-209.
- BLONDEL, Christine, y DÖRRIES, Matthias (eds.) (1994), *Restaging Coulomb. Usages, controverses et répliques autour de la balance de torsion*, Florencia, Leo S. Olschki.
- BOON, Timothy (2008), *Films of Fact: A History of Science in Documentary Films and Television*, Londres, Wallflower Press.
- BOUDIA, Soraya, y JAS, Nathalie (2007), «Introduction: Risk and “Risk Society” in Historical Perspective», *History and Technology*, 23(4), pp. 317-331.
- BOURDELAIS, Patrice (dir.) (2001), *Les hygiénistes. Enjeux, modèles et pratiques*, París, Belin.
- BOWLER, Peter J. (1993), *Biology and Social Thought, 1850-1914*, Berkeley, University of California Press.
- (2009), *Science for All. The Popularization of Science in Early 20<sup>th</sup> Century Britain*, Chicago, Chicago University Press.
- BOWLER, Peter J., y MORUS, Iwan Rhys (2005), *Making Modern Science. A Historical Survey*, Chicago-Londres, The University of Chicago Press (edición en castellano, 2007).
- BRAIN, Robert (1993), *Going to the Fair. Readings in the Culture of Nineteenth-Century Exhibitions*, Cambridge, Whipple Museum of the History of Science.
- BRAUN, Susan (2003), «The History of Breast Cancer Advocacy», *The Breast Cancer Journal*, 9(2), pp. 101-103.
- BRET, Patrice (2004), «Un batailleur de la science: le “machiniste-physicien” François Bienvenue et la diffusion de Franklin and Lavoisier», *Annales historiques de la Révolution Française*, 338, pp. 95-127.
- BROCK, William H. (1992), *The Fontana History of Chemistry*, Londres, Fontana Press (edición en castellano, 1998).

- (2002), *Justus von Liebig: the chemical gatekeeper*, Cambridge, Cambridge University Press.
- BROKS, Peter (1996), *Media Science before the Great War*, Londres, MacMillan Press.
- BROMAN, Thomas (1998), «The Habermasian Public Sphere and Science in the Enlightenment», *History of Science*, 26, pp. 123-149.
- BROUGHMAN, Henry (1825), *Practical observations upon the education of the People addressed to the working class and their employers*, 5.<sup>a</sup> ed., Londres, Richard Taylor.
- BROWNE, Janet (1992), «Squibs and Snobs: Science in humorous British Undergraduate Magazines around 1830», *History of Science*, 30, pp. 165-197.
- BUCCHI, Massimiano (1996), «When scientists turn to the public: Alternative routes in science communication», *Public Understanding of Science*, 5, pp. 375-394.
- (1998), *Science and the media. Alternative routes to scientific Communications*, Londres, Routledge.
- BUCCHI, Massimiano, y LEWENSTEIN, Bruce V. (eds.) (2008), *Handbook of public communication of science and technology*, Londres, Routledge.
- BUCCHI, Massimiano, y NERESINI, Federico (2007), «Science and public participation», en Edward J. HACKETT, Olga AMSTERDAMSKA y Michael LYNCH (eds.), *Handbook of Science and Technology Studies*, Cambridge Mass., MIT Press, pp. 449-473.
- BUD, Robert (1995), «Science, meaning and myth in the museum», *Public Understanding of Science*, 4(1), pp. 1-16.
- BUEN, Odón de (1890), *Tratado elemental de zoología. Curso completo de historia natural*, segunda parte, Barcelona, La Academia.
- (1891-1895), *Historia Natural*, 13 vols., Barcelona, Montaner y Simón.
- (1896), *Historia Natural (edición popular con profusión de grabados)*, 2 vols., Barcelona, Manuel Soler.
- [ca. 1913], *Las ciencias naturales en la época moderna*, Barcelona, Casa Editorial Maucci.
- (2003), *Mis Memorias (Zuera, 1863-Toulouse, 1939)*, Zaragoza, Institución Fernando el Católico (CSIC)-Diputación de Zaragoza.
- BURKE, Peter (2000), *A Social History of Knowledge*, Cambridge, Polity Press (edición en castellano, 2002).
- (2002), *Historia Social del Conocimiento. De Gutenberg a Diderot*, Barcelona-Buenos Aires-México, Paidós.
- (2005), *History and Social Theory*, Cambridge, Polity Press.
- BURNETT, Graham (ed.) (2007), «Focus: Science and the Law», *Isis*, 98(2), pp. 310-351.
- BURNHAM, John C. (1987), *How superstition won and science lost. Popularizing science and health in the U. S.*, New Brunswick, Rutgers University Press.

- BURTON, Ruth (1990), «An influential set of chaps: The X-Club and Royal Society politics, 1864-1885», *The British Journal for the History of Science*, 23, pp. 53-81.
- BUTLER, Stella (1992), *Science and Technology Museums*, Leicester, Leicester University Press.
- BUTTERFIELD, Herbert (1949), *The Origins of Modern Science, 1300-1800*, Londres, Bell.
- CALHOUN, Craig (ed.) (1992), *Habermas and the Public Sphere*, Cambridge Mass., MIT Press.
- CALLON, Michel (dir.) (1989), *La science et ses réseaux. Genèse et circulation des faits scientifiques*, París, La Découverte.
- (1999), «The role of lay people in the production and dissemination of scientific knowledge», *Science, Technology and Society*, 4(1), pp. 81-94.
- (2008), «The growing engagement of emergent concerned groups in political and economic life: lessons from the French Association of Neuro-muscular Disease Patients», *Science, Technology and Human Values*, 33 (2), pp. 230-261.
- CALLON, Michel; LASCOUMES, Pierre, y BARTHE, Yannick (2009), *Acting in an Uncertain World. An Essay on Technical Democracy*, Cambridge Mass., MIT Press (1.ª ed. en francés, 2001).
- CAMPOMANES, Pedro Rodríguez (1775), *Discurso sobre la educación popular de los artesanos y su fomento*, Madrid, Imprenta de Antonio Sancha.
- CAÑIZARES-ESGUERRA, Jorge (2006), *Nature, Empire, and Nation. Explorations of the History of Science in the Iberian World*, Stanford, Stanford University Press.
- CAPEL, Horacio; SÁNCHEZ, Joan-Eugení, y MONCADA, Omar (1988), *De Palas a Minerva. La formación científica y la estructura institucional de los ingenieros militares en el siglo XVIII*, Barcelona, El Serbal.
- CARBONELL, Francesc (1818), *Ejercicios públicos de química que sostendrán en la casa Lonja los alumnos de la escuela gratuita de esta ciencia establecida en la ciudad de Barcelona por la Real Junta de Comercio del Principado de Cataluña...*, Barcelona, A. Brusi.
- (2005), *Discurs d'obertura de l'Escola de Química de Barcelona, 1805*, Introducción de Agustí Nieto-Galan, Barcelona, Cambra de Comerç de Barcelona-Societat Catalana de Química-Societat Catalana d'Història de la Ciència i de la Tècnica.
- CARDOT, Fabienne (1989), «Le théâtre scientifique de Louis Figuier», *Romantisme*, 65, pp. 59-67.
- CARDWELL, Donald (1994), *The Fontana History of Technology*, Londres, Fontana Press (edición en castellano, 1996).
- CARRE, Patrice A. (1989), «Expositions et modernité: Electricité et communication dans les expositions parisiennes de 1867 à 1900», *Romantisme*, 65, pp. 37-48.
- CARSON, Rachel (1962), *Silent Spring*, Londres, Hamish Hamilton.

- CASANOVA, Rossend (1999), «Francesc d'Assís Darder i l'origen del Parc Zoològic de Barcelona», *Revista de Catalunya*, 142, pp. 36-41.
- CASARES, Santiago (1857), *Manual de química general, con aplicación a la industria y con especialidad a la agricultura*, 2 vols., Madrid-Santiago, Librerías de D. Ángel Calleja.
- CASEDY, James H. (1977), «Why Self-Help? Americans alone with their diseases, 1800-1850», en Guenter B. RISSE *et al.* (eds.), *Medicine without Doctors*, Nueva York, Science History Publications, pp. 31-48.
- CASSIDY, Angela (2005), «Popular Evolutionary biology in the UK: An unusual case of science in the media?», *Public Understanding of Science*, 14, pp. 115-141.
- (2006), «Evolutionary psychology as public science and boundary work», *Public Understanding of Science*, 15, pp. 175-205.
- (2007), «The (sexual) politics of evolution: Popular controversy in the late 20th-century United Kingdom», *History of Psychology*, 10(2), pp. 199-226.
- CASTELLANO, Philippe (2000), *Enciclopedia Espasa. Historia de una aventura editorial*, Madrid, Espasa Calpe.
- CASTILLO ALONSO, Juan José (1986), «El taylorismo hoy: ¿arqueología industrial?», *Arbor*, 483, pp. 9-40.
- CAVALLO, Guglieimo, y CHARTIER, Roger (eds.) (1995), *Histoire de la lecture dans le monde occidental*, París, Seuil.
- CHABRÁN, Rafael (1998), «Literatura y ciencia durante la Restauración», en Antonio LAFUENTE (ed.), *Imágenes de la ciencia en la España contemporánea*, Madrid, Fundación Arte y Tecnología, pp. 75-87.
- CHADAREVIAN, Soraya de (2003), «Portrait of a Discovery: Watson, Crick and the Double Helix», *Isis*, 94(1), pp. 90-105.
- CHAMBERS, Robert (1994), *Vestiges of the Natural History of Creation and other Evolutionary Writings*, Introducción de James A. Secord y Brian Ogilvy, Chicago, The University of Chicago Press (1.<sup>a</sup> ed., 1844).
- CHAPPLE, John A. V. (1986), *Science and literature in the nineteenth century*, Londres, MacMillan.
- CHARTIER, Anne-Marie (2009), «Los cuadernos escolares: ordenar los saberes escribiéndolos», *Cultura Escrita & Sociedad*, 6, pp. 163-182.
- CHARTIER, Roger (1984), «Culture as Appropriation: Popular Cultural Uses in Early Modern France», en Steven L. KAPLAN (ed.), *Understanding Popular Culture: Europe from the Middle Ages to the Nineteenth Century*, Amsterdam, Mouton Publications, pp. 229-253.
- (1987a), *Lectures et lecteurs dans la France d'Ancien Régime*, París, Seuil.
- (1987b), *The Cultural Uses of Print in Early Modern Europe*, Princeton, Princeton University Press.
- (1994), *The Order of Books: Authors and Libraries in Europe between the 14<sup>th</sup> and 18<sup>th</sup> centuries*, Cambridge, Polity Press.

- (1995), «Lecteurs et lectures “populaires”: de la Renaissance à l’âge classique», en Guglieimo CAVALLO y Roger CHARTIER (eds.), *Histoire de la lecture dans le monde occidental*, París, Seuil, pp. 315-330.
- CHARTIER, Roger, y CORSI, Pietro (eds.) (1996), *Sciences et langues en Europe*, París, EHESS.
- CHESNEAUX, Jean (1982), *Jules Verne. Une lecture politique*, París, François Maspero.
- CHILVERS, Chris A. J. (2003), «The Dilemmas of Seditious Men: The Crowther-Hessen Correspondence in the 1930s», *The British Journal for the History of Science*, 36, pp. 417-435.
- CHIN, Christine, y OSBORNE, Jonathan (2008), «Students’ questions: a potential resource for teaching and learning science», *Studies in Science Education*, 44(1), pp. 1-39.
- CHITTENDEN, David; FARMELO, Graham, y LEWENSTEIN, Bruce V. (eds.) (2004), *Creating Connections. Museums and the Public Understanding of Current Research*, Walnut Creek, Altamira Press.
- CHRISTIE, John R. R., y GOLINSKI, Jan V. (1982), «The spreading of the word: New directions in the historiography of chemistry, 1600-1800», *History of Science*, 20, pp. 235-266.
- Ciencia al alcance de todos. La revista científico-popular* (1873), Barcelona, Tipografía Católica.
- Ciencia para todos. La colección escogida de razones que explican varios fenómenos naturales de todos conocidos pero generalmente mal apreciados* (1863), traducida directamente del inglés, Barcelona, Imprenta del Diario de Barcelona.
- Ciencia popular. Revista semanal ilustrada de ciencias, industrias y artes útiles* (1906), Barcelona, Feliu & Susana.
- CLARK, William; GOLINSKI, Jan, y SCHAFFER, Simon (eds.) (1999), *The Sciences in Enlightened Europe*, Chicago, The University of Chicago Press.
- COHEN, I. Bernard (1980), «The fear and distrust of science in historical perspective: some first thoughts», en Andrei S. MARKOVITS y Karl W. DEUTSCH (eds.), *Fear of Science-Trust in Science: Conditions for change in the climate of opinion*, Cambridge Mass., Oelgeschlager, Gunn & Hain.
- COHEN, Floris H. (1994), *The Scientific Revolution. A Historiographical Inquiry*, Chicago, The University of Chicago Press.
- COHEN, Yves (1997), «Scientific Management and the Production Process», en John KRIGE y Dominique PESTRE (eds.), *Science in the Twentieth Century*, Amsterdam, Harwood Academic, pp. 111-124.
- COHEN, Robert S., y SCHNELLE, Thomas (eds.) (1986), *Cognition and Fact. Materials on Ludwik Fleck*, Reidel, Kluwer.
- COHEN, Yves, y DROUIN, Jean-Marc (dirs.) (1989), *Les amateurs de sciences et de techniques. Cahiers d’histoire et de philosophie des sciences*, 27.
- COLGROVE, James (2005), «“Science in a Democracy”: The Contested Status of Vaccination in the Progressive Era and the 1920s», *Isis*, 96, pp. 167-191.

- COLLINS, Harry, y EVANS, Robert (2003), «The Third Wave of Science Studies: Studies of Expertise and Experience», *Social Studies of Science*, 32(2), pp. 235-296.
- COLLINS, Harry, y EVANS, Robert (2007), *Rethinking expertise*, Chicago, Chicago University Press.
- COMAS, Montserrat (2001), *Lectura i biblioteques populars a Catalunya (1793-1914)*, Barcelona, Publicacions de l'Abadia de Montserrat.
- CONNER, Clifford D. (2005), *A People's History of Science. Miners, Midwives and «Low Mechanics»*, Nueva York, Nation Books.
- COOTER, Roger (1984), *The Cultural meaning of popular science: phrenology and the organization of consent in nineteenth-century Britain*, Cambridge, Cambridge University Press.
- (1988), *Studies in the History of Alternative Medicine*, Londres, Mac-Millan.
- (ed.) (2001), *Phrenology in Europe and America*, Londres, Routledge.
- COOTER, Roger, y PUMPHREY, Stephen (1994), «Separate spheres and public places: Reflections on the history of science popularization and science in popular culture», *History of Science*, 32, pp. 237-267.
- CORBELLA, Jacint, y CALBET, Josep Maria (1984), *El pensamiento sanitario y laboral de dos médicos anarquistas del siglo XIX*, Barcelona-Lleida, Virgili i Pagès.
- COTARDIÈRE, Philippe de la, y FUENTES, Patrick (1994), *Camille Flammarion*, París, Flammarion.
- CRADERI, Benedetta (2003), *La cultura de la conversación*, Madrid, Siruela.
- CROMBIE, Alistair (1987), *Historia de la Ciencia. De San Agustín a Galileo*, 2 vols., Madrid, Alianza (1.ª ed. en inglés, 1959).
- CROSLAND, Maurice (1992), *Science under Control. The French Academy of Science, 1795-1914*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Cuatro métodos curativos (Los), o sea Manual de higiene y de medicina popular que comprende los sistemas de Raspail, Leroy, Morrison y Holloway, acompañados de un resumen de homeopatía (1857)*, Barcelona, Luis Tasso.
- CUNNINGHAM, Andrew (1996), «The Culture of Gardens», en Nicholas JARDINE, James SECORD y Emma SPARY (eds.), *Cultures of Natural History*, Cambridge, Cambridge University Press, pp. 38-56.
- DARNTON, Robert (1979), *The Business of Enlightenment: a publishing history of the Encyclopédie 1775-1800*, Cambridge Mass., Harvard University Press.
- (1982), «What is the History of Books?», *Daedalus*, summer, pp. 65-83.
- (1985), *The Great Cat Massacre and other episodes in French Cultural History*, Nueva York, Vintage Books.
- (1995), *La fin des lumières. Le mesmérisme et la Révolution*, París, Odile Jacob (1.ª ed. en inglés, 1968).
- DASTON, Lorraine (1991), «Marvelous Facts and Miraculous Evidences in Early Modern Europe», *Critical Inquiry*, 18, pp. 93-124.

- (ed.) (2004), *Things that talk: object lessons from art and science*, Nueva York, Zone Books.
- DAUM, Andreas W. (1998), *Wissenschaftspopularisierung im 19. Jahrhundert. Bürgerliche Kultur, naturwissenschaftliche Bildung und die deutsche Öffentlichkeit, 1848-1914*, Munich, R. Oldenburg.
- (2009), «Varieties of Popular Science and the Transformations of Public Knowledge. Some Historical Reflections», *Isis*, 100, pp. 319-332.
- DAVIDSON, Keay (1999), *Carl Sagan: A life*, Nueva York, Wiley.
- DE BLECOURT, William, y USBORNE, Cornelia (1999), «Alternative medicine in Europe since 1800», *Medical History*, 43, pp. 283-393.
- DEBUS, Allen G. (1987), «Science versus pseudo-science: a persistent debate», en Allen G. DEBUS, *Chemistry, alchemy and the new philosophy, 1550-1700*, Aldershot, Ashgate Variorum Reprints, pp. 1-18.
- DESMOND, Adrian (1987), «Artisan Resistance and Evolution in Britain, 1819-1848», *Osiris*, 2.<sup>a</sup> series, 3, pp. 77-110.
- (2001), «Redefining the X Axis: “Professionals”, “Amateurs” and the Making of Mid-Victorian Biology», *Journal of the History of Biology*, 34, pp. 3-50.
- Diccionario Enciclopédico Hispano-Americano* (1887-1910), Barcelona, Montaner y Simón.
- DEVALL, Bill (2001), «The Deep, Long-Range Ecology Movement, 1960-2000. A Review», *Ethics & the Environment*, 6(1), pp. 18-41.
- DICKSON, David (1986), «From Strangelove to Star Wars: The New politics of Science», *Metascience*, 4, pp. 35-45.
- (1988), *The New Politics of Science*, Chicago, Chicago University Press.
- (2000), «Science and its public: the need for a “third way”», *Social Studies of Science*, 30(6), pp. 917-923.
- DIERKES, Meinolf, y VON GROTE, Claudia (eds.) (2000), *Between Understanding and Trust: The Public, Science and Technology*, Amsterdam, Harwood.
- DINGES, Martin (ed.) (2002), *Patients in the History of Homeopathy*, Sheffield, EAHHM.
- DOEL, Ronald E., y SÖDERQVIST, Thomas (2006), *The Historiography of Contemporary Science, Technology, and Medicine: Writing Recent Science*, Londres, Routledge.
- DONELLY, James (1994), «Consultants, managers, testing slaves: changing roles for chemists in the British alkali industry, 1850-1920», *Technology and Culture*, 35, pp. 100-128.
- DONOVAN, Arthur L. (1975), *Philosophical chemistry in the Scottish Enlightenment: The doctrines and discoveries of William Cullen and Joseph Black*, Edimburgo, Edinburgh University Press.
- DORNAN, Christopher (1988), «The problem of Science and the Media: a Few Seminal Texts in their Context, 1956-1965», *Journal of Communication Inquiry*, 12, pp. 43-70.

- (1990), «Some problems in conceptualizing the issue of science and the media», *Critical Studies in Mass Communication*, 7, pp. 48-71.
- DÖRRIES, Mathias (2000), «The public face of science: François Arago», en Josep BATLLÓ *et al.* (eds.), *V Trobades d'Història de la Ciència i de la Tècnica*, Barcelona, SCHCT, pp. 43-54.
- DREXLER, Eric (1986), *Engines of Creation. The Coming Era of Nanotechnology*, Nueva York, Anchor Book.
- DROUIN, Jean-Marc, y BENSUADE-VINCENT, Bernadette (1996), «Nature for the people», en Nicholas JARDINE, James SECORD y Emma SPARY (eds.), *Cultures of Natural History*, Cambridge, Cambridge University Press, pp. 408-425.
- DUNLAP, Thomas R. (ed.) (2008), *DDT, Silent spring, and the rise of environmentalism, classic texts*, Washington, University of Washington Press.
- DURANT, John R.; EVANS, Geoffrey A., y THOMAS, Geoffrey P. (1989), «The Public Understanding of Science», *Nature*, 340, pp. 11-14.
- EAMON, William (1984), «Arcana Disclosed: The Advent of Printing, the Books of Secrets Tradition and the Development of Experimental Science in the Sixteenth Century», *History of Science*, 22(2), pp. 111-150.
- (1994), *Science and the Secrets of Nature*, Princeton, Princeton University Press.
- EDGERTON, David (2004), «De la innovación al uso: diez tesis eclécticas sobre la historiografía de las técnicas», *Quaderns d'Història de l'Enginyeria*, 4, pp. 1-23.
- (2007), *The Shock of the old: technology and global history since 1900*, Oxford, Oxford University Press (edición en castellano, 2007).
- EIDELMAN, Jacqueline (1985), «The Cathedral of French Science. The Early Years of the "Palais de la Découverte"», en Terry SHINN y Richard WHITLEY (eds.), *Expository Science. Forms and Functions of Popularisation*, Dordrecht, Kluwer, pp. 195-207.
- (1992), «La création du Palais de la découverte», en Brigitte SCHRÖDER-GUDEHUS (ed.), *La Société industrielle et ses musées. Demande sociale et choix politiques, 1890-1990*, París, Éditions des Archives contemporaines, pp. 161-170.
- EISENSTEIN, Elizabeth (1979), *The Printing press as an agent of change: communications and cultural transformations in early-modern Europe*, Cambridge, Cambridge University Press.
- ELENA, Alberto (1989), «Cine e Historia de la Ciencia: un estudio preliminar», *Sylva Clus*, 8(3), pp. 3-45.
- EPSTEIN, Steven (1995), «The construction of Lay Expertise: AIDS Activism and the Forging of Credibility in the Reform of Clinical Trials», *Science, Technology and Human Values*, 20, pp. 408-437.
- (1996), *Impure Science: AIDS, activism, and the politics of knowledge*, Berkeley, University of California Press.
- (2007), *Inclusion. The politics of difference in medical research*, Chicago, Chicago University Press.

- ESTALELLA, Josep (1911), *Ciencia recreativa*, Barcelona, Gustavo Gili.
- EVANS, Francis T. (1997), «Roads, Railways and Canals: Technical Choices in 19th-Century Britain», en Terry S. REYNOLDS y Stephen H. CUTCLIFFE (eds.), *Technology and the West. A Historical Anthology from Technology and Culture*, Chicago, The University of Chicago Press, pp. 99-234.
- EVELYN, John (1901), *The Diary of John Evelyn*, Nueva York-Londres, Walter Dunn Publisher.
- FARA, Patricia (1995), «Fit for a King? The George III Gallery at the Science Museum», *History of Science*, 33, pp. 359-367.
- FARADAY, Michael (2002), *The Chemical History of a Candle*, Nueva York, Dover Publications (edición original, 1860).
- FELT, Ulrike (2000), «Why Should the Public “Understand” Science? A Historical Perspective on Aspects of the Public Understanding of Science», en Meinolf DIERKES y Claudia VON GROTE (eds.), *Between Understanding and Trust: The Public, Science and Technology*, Amsterdam, Harwood, pp. 7-38.
- FARRINGTON, Benjamin (1974), *Mano y cerebro en la antigua Grecia*, Madrid, Ayuso.
- FEENBERG, Andrew (1999), *Questioning Technology*, Londres, Routledge.
- FERGUSON, Eugene S. (1965), «Technical museums and international exhibitions», *Technology and Culture*, 6, pp. 30-46.
- FERRAN, Jordi (2006), «Technology for the Public: Electricity in the Barcelona International Exhibition of 1929», *Annales historiques de l'électricité*, 4, pp. 31-48.
- FERRER GUÀRDIA, Francesc (2002), *La Escuela Moderna. Póstuma explicación y alcance de la enseñanza racionalista*, Barcelona, Tusquets (edición original, 1913).
- FIGUIER, Louis (1867-1870), *Les merveilles de la science, ou, description populaire des inventions modernes*, 4 vols., París, Furne, Jouvet et Cie.
- (1881), *Conócete a ti mismo. Tratado popular de fisiología humana*, Barcelona, Imprenta y Librería Religiosa y Científica del heredero de D. Pablo Riera.
- FINDLEN, Paola (1994), *Possessing Nature: Museum Collecting and Scientific Culture in Early Modern Italy*, Berkeley, University of California Press.
- FINDLING, John E., et al. (eds.) (1990), *Historical Dictionary of World's Fairs and Expositions, 1851-1989*, Londres, Greenwood Press.
- FIORINO, Daniel J. (1990), «Citizen participation and environmental risk: A survey of institutional mechanisms», *Science, Technology and Human Values*, 15(2), pp. 226-243.
- FLAMMARION, Camille (1865), *La pluralité des mondes habités*, 5.ª ed., París, Didier.
- (1869), *Dieu dans la nature*, 5.ª ed., París, Didier.
- (1880), *Astronomie populaire*, París, Marpon et E. Flammarion.

- (1902), *La atmósfera*, revisión de Norbert Font y Sagué, 2 vols., Barcelona, Montaner y Simón.
- (1903), *Urania*, traducción de Rafel Patxot i Jubert, Barcelona, Biblioteca Popular de l'Avenç.
- (1912), *Mémoires historiques et philosophiques d'un astronome*, París, Ernest Flammarion.
- FLECK, Ludwik (1979), *Genesis and Development of a Scientific fact*, Chicago, University of Chicago Press (1.ª ed. en alemán, 1935).
- FONTANALS, Reis (2006), «Instruments for popularizing scientific and technical culture in the periphery: a study of the public libraries network in Catalonia (1915-1936)», manuscrito no publicado.
- FONTANALS, Reis, y LOSANTOS, Marga (2007), *Biblioteca de Catalunya, 100 anys: 1907-2007*, Barcelona, Biblioteca de Catalunya.
- FONTENELLE, Bernard de (1724), *Entretiens sur la pluralité des mondes*, 7.ª ed., París (1.ª ed., 1686).
- FORGACS, David (ed.) (2000), *The Antonio Gramsci Reader. Selected Writings, 1916-1935*, New Cork, New Cork University Press.
- FORGAN, Sophie (2003), «Atoms in Wonderland», *History and Technology*, 19(3), pp. 177-196.
- (2005), «Building the Museum. Knowledge, Conflict and the Power of Place», *Isis*, 96(4), pp. 572-585.
- FORGAN, Sophie, y GOODAY Graeme (1996), «Constructing South Kensington: the buildings and politics of T. H. Huxley's working environments», *The British Journal for the History of Science*, 29, pp. 435-68.
- FOUCAULT, Michel (1966), *Les mots et les choses: une archéologie des sciences humaines*, París, Gallimard.
- (1975), *Surveiller et punir: Naissance de la prison*, París, Gallimard.
- FOWLER LA BERGE, Ann (1975), «The Paris Health Council, 1802-1848», *Bulletin of the History of Medicine*, 49, pp. 339-352.
- FOX, Nicholas J. (1988), «Scientific Theory Choice and Social Structure: the Case of Joseph Lister's Antisepsis, Humoral Theory and Asepsis», *History of Science*, 26, pp. 367-397.
- FOX, Robert (1989), «Les conférences mondaines sous le Second Empire», *Romantisme*, 65, pp. 49-57.
- (1995), *Science, industry and social order in post-revolutionary France*, Aldershot, Variorum, Ashgate.
- (2006), «History and the public understanding of science: Problems, practices, and perspectives», en Michal KOKOWSKI (eds.), *The Global and the Local: The History of Science and the Cultural Integration of Europe. Proceedings of the 2nd ICESHS (Cracow, Poland, September 6-9, 2006)*.
- FOX, Robert, y NIETO-GALAN, Agustí (eds.) (1999), *Natural Dyestuffs and Industrial Culture in Europe, 1750-1880*, Canton Mass., Science History Publications.
- FRASCA-SPADA, Marina, y JARDINE, Nick (eds.) (2000), *Books and the Sciences in History*, Cambridge, Cambridge University Press.

- FREENBERG, David (1989), *The power of images: Studies in the history and theory of response*, Chicago, Chicago University Press.
- FREUD, Sigmund (1930), *Das Unbehagen in der Kultur*, Viena, Internationaler Psychoanalytischer Verlag (versión española: *El malestar de la cultura y otros ensayos*, Madrid, Alianza, 1991; versión catalana: *El malestar en la civilització*, traducció i pròleg de J. M. Terricabras, Barcelona, Accent, 2008).
- FRIEDMAN, Alan J. (1995), «Exhibits and Expectations», *Public Understanding of Science*, 4, pp. 305-313.
- FRIEDMAN, Lester D. (ed.) (2004), *Cultural Sutures: Medicine and Media*, Durham, Duke University Press.
- FRIEDMAN, Sharon M.; DUNWOODY, Sharon, y ROGERS, Caro L., (1986), *Scientists and journalists: reporting science as news*, Nueva York, The Free Press.
- FURNHAM, Adrian (1992), «Lay Understanding of Science: Young People and Adult's Ideas of Scientific Concepts», *Studies in Science Education*, 20, pp. 29-64.
- FYFE, Aileen (2005), «Conscientious Workmen of Booksellers' Hacks? The Professional Identities of Science Writers in the Mid-Nineteenth Century», *Isis*, 96, pp. 192-223.
- FYFE, Aileen, y LIGHTMAN, Bernard (2007), *Science in the Marketplace: Nineteenth-Century Sites and Experiences*, Chicago, Chicago University Press.
- GALLUZZI, Paolo (1996), *Renaissance engineers from Brunelleschi to Leonardo da Vinci*, Prato, Giunti, Istituto e Museo di Storia della Scienza.
- GARCÍA-BELMAR, Antonio (2006), «The Didactic Uses of Experiment: Louis-Jacques Thénard's lectures at the Collège de France», en José Ramón BERTOMEU-SÁNCHEZ y Agustí NIETO-GALAN (eds.), *Chemistry, Medicine, and Crime: Mateu J. B. Orfila (1787-1853) and His Times*, Sagamore Beach, Science History Publications, pp. 25-54.
- GARRABOU, Ramon (1982), *Enginyers industrials, modernització econòmica i burgesia a Catalunya*, Barcelona, L'Avenç.
- GEISON, Gerald (1995), *The Private Science of Louis Pasteur*, Princeton, Princeton University Press.
- GEISON, Gerald, y HOLMES, Frederic L. (eds.) (1993), *Research Schools: Historical Reappraisals*, *Osiris*, 8.
- GIBBONS, Michael; LIMOGES, Camille; NOWOTNY, Helga, et al. (1994), *The New Production of Knowledge. The Dynamics of Science and Research in Contemporary Societies*, Londres, Sage.
- GIERYN, Thomas F. (1983), «Boundary-Work and the Demarcation of Science from Non-science: Strains and Interests in Professional Interests of Scientists», *American Sociological Review*, 47, pp. 781-795.
- (1992), «The Ballad of Pons and Fleischmann: Experiment and Narrative in the (Un)Making of Cold Fusion», en Eman McMULLIN (ed.), *The*

- Social Dimensions of Science*, Notre Dame, University of Notre Dame Press, pp. 217-243.
- (1998), «Balancing acts: Science, “Enola Gay” and history wars at the Smithsonian», en Sharon MACDONALD (ed.), *Politics of display: Museums, science, culture*, Londres, Routledge, pp. 197-228.
- (1999), *Cultural Boundaries of Science: Credibility on the Line*, Chicago, The University of Chicago Press.
- GILLISPIE, Charles C. (1957), «The natural history of industry» *Isis*, 48, pp. 398-407.
- (ed.) (1959), *A Diderot Pictorial Encyclopedia of trades and industry. Manufacturing and the technical arts in plates. Selected from «L'Encyclopedie, ou Dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers» of Denis Diderot*, 2 vols., Nueva York, Dover.
- (1980), *Science and Polity in France at the End of the Old Regime*, Princeton, Princeton University Press.
- GIMÉNEZ, Oriol (2007), *La ciencia als ateneus populars catalans, de la Restauració a la Guerra Civil. Una revisió panoràmica a través de l'Ateneu Enciclopèdic Popular*, Tesis de Màster, Bellaterra, Universitat Autònoma de Barcelona.
- GINZBURG, Carlo (1976), *Il formaggio e i vermi: Il cosmo di un mugnaio del '500*, Turín, Einaudi.
- GLASER, Catherine (1989), «Journalisme et critique scientifiques: l'exemple de Victor Meunier», *Romantisme*, 65, pp. 27-48.
- GLICK, Thomas (1988), *Einstein in Spain. Relativity and the Recovery of Science*, Princeton, Princeton University Press.
- GOLDBERG, Stanley (1999), «The Enola Gay Affair: What evidence counts when we commemorate historical events?», *Osiris*, 14, pp. 176-186.
- GOLDSMITH, Maurice (1986), *The science critic: a critical analysis of the popular presentation of science*, Londres, Routledge & Kegan Paul.
- GOLINSKI, Jan (1992), *Science as Public Culture. Chemistry and Enlightenment in Britain, 1760-1820*, Cambridge, Cambridge University Press.
- (1998), *Making Natural Knowledge. Constructivism and the History of Science*, Cambridge, Cambridge University Press.
- (1999), «Barometers of Change: Meteorological Instruments as Machines of Enlightenment», en William CLARK, Jan GOLINSKI y Simon SCHAFFER (eds.), *The Sciences in Enlightened Europe*, Chicago, The University of Chicago Press, pp. 69-93.
- (2008), «Joseph Priestley and the Chemical Sublime in British Public Science», en Bernadette BENSUADE-VINCENT y Christine BLONDEL (eds.), *Science and Spectacle in the European Enlightenment*, Aldershot, Ashgate, pp. 117-128.
- GOMIS, Cels (1888), *Meteorologia y agricultura populars*, Barcelona, Biblioteca Popular de l'Associació d'Excursions Catalana.
- (1891), *Botànica popular, ab gran nombre de confrontacions*, Barcelona, Biblioteca Popular de l'Associació d'Excursions Catalana.

- (1892), *La tierra*, Barcelona, Bastinos.
- (1987), *La bruixa catalana*, nota biográfica de Llorenç Prats, Barcelona, Altafulla.
- GONZÁLEZ-SILVA, Matiana (2009), «With or Without Scientists: Reporting on Human Genetics in the Spanish Newspaper *El País* (1976-2006)», en Faidra PAPANELOPOULOU, Agustí NIETO-GALAN y Enrique PERDIGUERO (eds.), *Popularizing Science and Technology in the European Periphery, 1800-2000*, Londres, Ashgate, pp. 217-236.
- GONZÁLEZ-SILVA, Matiana, y HERRAN, Néstor (2009), «Ideology, Elitism and Social Commitment: Alternative Images of Science in two *fin-de-siècle* Barcelona Newspapers», *Centaurus*, 51(2), pp. 97-115.
- GOODAY, Graeme (2007), «Illuminating the Expert-Consumer Relationship in Domestic Electricity», en Aileen FYFE y Bernard LIGHTMAN (eds.), *Science in the Marketplace: Nineteenth-Century Sites and Experiences*, Chicago, University of Chicago Press, pp. 231-268.
- GOODMAN, David (1990), *Poder y penuria: gobierno, tecnología y sociedad en la España de Felipe II*, Madrid, Alianza (1.<sup>a</sup> ed. en inglés, 1988).
- GOSCHLER, Constantin (ed.) (2000), *Wissenschaft und Öffentlichkeit in Berlin, 1870-1930*, Stuttgart, Franz Steiner.
- GOVONI, Paola (2002), *Un pubblico per la scienza. La divulgazione scientifica nell'Italia in formazione*, Roma, Carozzi.
- GREEN, Jeremy (1985), «Media Sensationalism and Science: The Case of the Criminal Chromosome», en Terry SHINN y Richard WHITLEY (eds.), *Expository Science. Forms and Functions of Popularisation*, Dordrecht, Kluwer, pp. 139-162.
- GREENBERG, Mark L., y SCHACHTERLE, Lance (eds.) (1992), *Literature and Technology*, Bethlehem, Lehigh University Press.
- GREENHALGH, Paul (1988), *Ephemeral Vistas: The Expositions Universelles, Great Exhibitions and World's Fairs, 1851-1939*, Manchester, Manchester University Press.
- GRÉGOIRE, Henri (1794), *Convention nationale. Instruction publique. Rapport sur l'établissement d'un conservatoire des arts et métiers, par Grégoire. Séance du 8 vendémiaire l'an III*, París, Imprimerie nationale.
- GREGORY, Jane (2003), «The popularization and excommunication of Fred Hoyle's "life-from-space" theory», *Public Understanding of Science*, 12, pp. 25-46.
- (2005), *Fred Hoyle's Universe*, Oxford, Oxford University Press.
- GREGORY, Jane, y MILLER, Steve (1998), *Science in Public: Communication, Culture and Credibility*, Nueva York, Basic Books.
- GROLLIER DE SERVIÈRE, Nicholas (1719), *Recueil d'ouvrages curieux de mathématique et de mécanique, ou description du cabinet de Monsieur Grollier de Servière*, Lyon, David Forey.
- GROSS, Paul, y LEVITT, Norman (1994), *Higher Superstition: The academic left and its quarrels with science*, Baltimore, Johns Hopkins University Press.

- GRUNDMANN, Reiner, y CAVAILLÉ, Jean-Pierre (2000), «Simplicity in Science and its Publics», *Science as Culture*, 9, pp. 353-389.
- GUERICKE, Otto von, y AMES, Margaret Glover Foley (1994), *The new (so-called) Magdeburg experiments of Otto von Guericke*, traducción y prefacio de Margaret Glover Foley Ames, Dordrecht, Kluwer.
- GUIJARRO MORA, Víctor (2002), *Los instrumentos de la ciencia ilustrada. Física experimental en los Reales Estudios de San Isidro de Madrid (1770-1835)*, Madrid, UNED.
- GUIMERÀ, Domènec, y OLIVER, Josep Maria (coords.) (2007), *Urania. Camille Flammarion (1889)*, Sabadell, Agrupació Astronòmica de Sabadell (versión en castellano, Francisco Gutiérrez, 1890; versión en catalán, Rafael Patxot, 1903).
- GURNEY, Peter (2001), «An appropriated space: The Great Exhibition, the Crystal Palace and the Working Class», en Louise PURBRICK (ed.), *The Great Exhibition of 1851*, Manchester, Manchester University Press, pp. 114-145.
- GUTIÉRREZ BUENO, Pedro (1788), *Curso de química, teórico y práctico, para la enseñanza del Real Laboratorio de Química de esta Corte*, Madrid, Antonio de Sancha.
- HABERMAS, Jurgen (1984), *The Theory of Communicative Action (I): Reason and the Rationalization of Society*, Boston.
- (1987), *The Theory of Communicative Action, II, System and Lifeworld: A Critique of Functionalist Reason*, Boston Mas., Beacon Press.
- (1989), *The Structural Transformation of the Public Sphere. An Inquiry into the Category of Bourgeois Society*, Londres, Polity Press (1.ª ed. en alemán, 1962).
- HALL, A. Rupert (1954), *The Scientific revolution, 1500-1800: the formation of the modern scientific attitude*, Londres, Longmans, Green (versión en castellano, 1985).
- (1974), «What did the Industrial Revolution in Britain owe to Science?», en Neil MCKENDRICK (ed.), *Historical Perspectives: Studies in English Thought and Society*, Londres, Europa Publications.
- HALL, David (1986), «The History of the Book: New Questions, New Answers», *Journal of Library History*, 21, pp. 27-36.
- HAMLIN, Christopher (1990), *A Science of Impurity. Water Analysis in Nineteenth-Century Britain*, Bristol, Adam Hilger.
- (1992), «Predisposing Causes and Public Health in Early 19th Century Medical Thought», *Social History of Medicine*, 5, pp. 43-70.
- (1998), *Public health and social justice in the age of Chadwick: Britain, 1800-1854*, Cambridge, Cambridge University Press.
- HANDLIN, Oscar (1965), «Science and Technology in Popular Culture», en Gerald HOLTON (ed.), *Science and Culture. A study of cohesive and disjunctive forces*, Cambridge, The Riverside Press, pp. 184-198.
- HANKINS, Thomas (1985), *Science and the Enlightenment*, Cambridge, Cambridge University Press (edición en castellano, 1988).

- (1995), *Instruments and the Imagination*, Princeton, Princeton University Press.
- HANNAWAY, Owen (1975), *The Chemist and the Word: The Didactic Origins of Chemistry*, Baltimore, Johns Hopkins University Press.
- HARWOOD, Jonathan (1986), «Ludwick Fleck and the Sociology of Knowledge», *Social Studies of Science*, 16, pp. 173-187.
- HAY, Peter (2002), *Main Currents in Western Environmental Thought*, Bloomington, Indiana University Press.
- HAYNES, Roslynn (1994), *From Faust to Strangelove. Representations of the scientist in western literature*, Baltimore, Johns Hopkins University Press.
- HEDFORS, Eva (2007), «Fleck in Context», *Perspectives on Science*, 15, pp. 49-86.
- HELLOT, Jean (1750), *L'art de la teinture des laines et des étoffes de laine en grand et petit teint*, París, Pissot, Herissant.
- HERRAN, Néstor (2009), «Representations of Radium and Radioactivity in the Spanish Jesuit Magazine *Ibérica*, 1914-1936», en Arne SCHIRRMACHER (ed.), *Communicating Science in the 20<sup>th</sup> Century. A Survey on Research and Comparative Perspectives*, Berlín, MPI Preprint, 385, pp. 45-60.
- HESSENBRUCH, Arne (2000), «Science as Public Sphere. X-Rays between Spiritualism and Liberalism in Fin-de-Siècle Berlin», en Constantin GOSCHLER (ed.), *Wissenschaft und Öffentlichkeit in Berlin, 1870-1930*, Stuttgart, Franz Steiner, pp. 127-154.
- HIGGIT, Rebekah, y WHITERS, Charles W. J. (2008), «Science and Sociability: Women as Audience at the British Association for the Advancement of Science, 1831-1901», *Isis*, 99, pp. 1-27.
- HILAIRE-PEREZ, Liliane (2000), *L'invention technique au siècle des Lumières*, París, Albin Michel.
- (2008), «Technology, Curiosity and Utility in France and England in the 18<sup>th</sup> century», en Bernadette BENSUADE-VINCENT y Christine BLONDEL (eds.), *Science and Spectacle in the European Enlightenment*, Aldershot, Ashgate, pp. 25-42.
- HILGARTNER, Stephen (1990), «The dominant view of popularisation: conceptual problems, political issues», *Social Studies of Science*, 20, pp. 519-539.
- (1997), «The Sokal Affair in context», *Science, Technology and Human Values*, 22(4), pp. 506-522.
- HINDMARSH, Richard, y GOTTWEIS, Herbert (2005), «Recombinant regulation: The Asilomar legacy 30 years on», *Science as Culture*, 14, pp. 299-307.
- HOBBSAWN, Eric (1994), *Age of Extremes. The Short Twentieth Century, 1914-1991*, Londres, Michale Joseph (versión en castellano, 1995).
- HOCHADEL, Oliver (2003), *Öffentliche Wissenschaft. Elektrizität in der deutschen Aufklärung*, Göttingen, Wallstein.

- (2008), «The Sale of Shocks and Sparks: Itinerant Electricians in the German Enlightenment», en Bernadette BENSUADE-VINCENT y Christine BLONDEL (eds.), *Science and Spectacle in the European Enlightenment*, Aldershot, Ashgate, pp. 89-101.
- (2009), «Atapuerca- the Making of a Magic Mountain. Popular Science Books and Human-Origins-Research in Contemporary Spain», en Arne SCHIRRMACHER (ed.), *Communicating Science in the 20<sup>th</sup> Century. A Survey on Research and Comparative Perspectives*, Berlín, MPI Preprint, 385, pp. 197-214.
- (2010), «Darwin in the monkey cage: The Zoological Garden as a Medium of Evolutionary Theory», en Dorothee BRANTZ (ed.), *Beastly Natures: Animals, Humans, and the Study of History*, Charlottesville, University of Virginia Press, pp. 81-107.
- HOLMES, Frederic L. (1989a), «The complementarity of teaching and research in Liebig's laboratory», *Osiris*, 5, pp. 121-164.
- (1989b), *Eighteenth-century chemistry as an investigative Enterprise*, Berkeley, University of California Press.
- (2000), «The Evolution of Lavoisier's Chemical Apparatus», en Frederic L. HOLMES y Trevor H. LEVERE (eds.), *Instruments and Experimentation in the History of Chemistry*, Cambridge Mass., MIT Press, pp. 137-152.
- HOLMES, Frederic L., y LEVERE, Trevor H. (eds.) (2000), *Instruments and Experimentation in the History of Chemistry*, Cambridge Mass., MIT Press.
- HOLMYARD, Eric (1990), *Alchemy*, Nueva York, Dover Publications (1.<sup>a</sup> ed., 1957).
- HOLTON, Gerald (1992), «How to think about the anti-science phenomenon», *Public Understanding of Science*, 1, pp. 103-128.
- HOLTON, Gerald, y BLANPIED, William A. (eds.) (1976), *Science and its public. The changing relationship*, Dordrecht, Reidel.
- HOLUB, Renate (1992), *Antonio Gramsci. Beyond Marxism and Postmodernism*, Londres, Routledge.
- HOMASSEL (1798), *Cours théorique et pratique sur l'art de la teinture en laine, soie, fil, coton*, París, Courcier.
- HOSKIN, Michael (1997), *The Cambridge Illustrated History of Astronomy*, Cambridge, Cambridge University Press.
- HUFF, Toby E. (1993), *The Rise of Early Modern Science. Islam, China, and the West*, Cambridge, Cambridge University Press.
- HUGHES, Thomas P. (1983), *Networks of Power. Electrification in Western Society, 1880-1930*, Baltimore, Johns Hopkins University Press.
- HULME, Mike (2009), *Why we disagree about climate change: Understanding controversy, inaction and opportunity*, Cambridge, Cambridge University Press.
- ILES, Alastair (2007), «Identifying environmental health risks in consumer products: non-governmental organizations and civic epistemologies», *Public Understanding of Science*, 16(4), pp. 371-391.

- IMPEY, Oliver, y MACGREGOR, Arthur (eds.) (1985), *The Origins of Museums: The Cabinet of Curiosities in 16<sup>th</sup> and 17<sup>th</sup> century Europe*, Oxford, Clarendon.
- INGE, Thomas M. (ed.) (1981), *American popular culture*, 3 vols., Londres, Greenwood Press.
- IRVING, Alan, y MICHAEL, Mike (2003), *Science, Technology and Public Knowledge*, Maidenhead, Open University Press.
- IRVING, Alan, y WYNNE, Brian (eds.) (1996), *Misunderstanding Science? The Public Reconstruction of Science and Technology*, Cambridge, Cambridge University Press.
- JACOBI, Daniel (1999), *La communication scientifique. Discours, figures, modèles*, Grenoble, Presses Universitaires de Grenoble.
- JACOBI, Daniel, y SCHIELE, Bernard (eds.) (1988), *Vulgariser la science. Le procès de l'ignorance*, Seysell, Champ Vallon.
- JAMES, Frank A. J. L. (2002), «Never talk about science, show it to them: the lecture theatre of the Royal Institution», *Interdisciplinary Science Reviews*, 27(3), pp. 225-228.
- JAMIESON, Dale (1992), «Ethics, Public Policy, and Global Warming», *Science, Technology & Human Values*, 17(2), pp. 139-153.
- JARDINE, Nick; SECORD, James, y SPARY, Emma (eds.) (1996), *Cultures of Natural History*, Cambridge, Cambridge University Press.
- JASANOFF, Sheila (2003a), «Technologies of humility: Citizens participation in governing science», *Minerva*, 41(3), pp. 223-244.
- (2003b), «Breaking the Waves in Science Studies: Comment on H. M. Collins and Robert Evans», *Social Studies of Science*, 33(3), pp. 389-400.
- (eds.) (2004), *States of Knowledge. The coproduction of science and social order*, Londres, Routledge.
- (2005), *Designs on Nature: Science and Democracy in Europe and the United States*, Princeton, Princeton University Press.
- JASANOFF, Sheila; MARKLE, Gerald E.; PETERSEN, James C., y PINCH, Trevor (eds.) (1995), *Handbook of Science and Technology Studies*, Londres, Sage.
- JEANNERET, Yves (1994), *Écrire la science: formes et enjeux de la vulgarisation*, París, Presses universitaires de France.
- JOHNS, Adrian (1998), *The Nature of the Book. Print and Knowledge in the Making*, Chicago, University of Chicago Press.
- JONES, Caroline, y GALISON, Peter (eds.) (1998), *Picturing Science, Producing Art*, Nueva York, Routledge.
- JORDANOVA, Ludmila (ed.) (1986), *Languages of Nature. Critical Essays on Science and Literature*, Londres, Free Association Books.
- JOSS, Simon (ed.) (1999), *Public participation in science and technology*, *Science and Public Policy*, 26(5).
- KAISER, David (ed.) (2005a), *Pedagogy and the Practice of Science. Historical and Contemporary Perspectives*, Cambridge Mass., MIT Press.
- (2005b), *Drawing Theories Apart: The Dispersion of Feynman Diagrams in Postwar Physics*, Chicago, The University of Chicago Press.

- KAISER, David. y WARWICK, Andrew (2005), «Conclusion: Kuhn, Foucault, and the Power of Pedagogy», en David KAISER (ed.), *Pedagogy and the practice of Science. Historical and Contemporary Perspectives*, Cambridge Mass., MIT Press, pp. 393-404.
- KAPLAN, Steven L. (ed.) (1984), *Understanding Popular Culture. Europe from the Middle Ages to the Nineteenth Century*, Amsterdam, Mouton Publications.
- KARGON, Robert (1977), *Science in Victorian Manchester. Enterprise and Expertise*, Manchester, Manchester University Press.
- KELLEY, Patricia D.; ROSS, Robert M., y ALLMON, Warren D. (2008), *Stephen Jay Gould: Reflections on His View of Life*, Oxford, Oxford University Press.
- KELLY, Susan E. (2003), «Public Bioethics and Publics: Consensus, Boundaries and Participation in Biomedical Science Policy», *Science, Technology and Human Values*, 28(3), pp. 339-364.
- KLEINMAN, Daniel Lee (2000), *Science, Technology and Democracy*, Albany, State University of New York Press.
- KLEIN, Ursula (2005a), «Introduction: Technoscientific Production», *Perspectives on Science*, 13, pp. 139-141.
- (2005b), «Technoscience avant la lettre», *Perspectives on Science*, 13, pp. 226-266.
- KLINE, Ronald (1995), «Construing “Technology” as “Applied Science”. Public Rhetoric of Scientists and Engineers in the United States, 1880-1945», *Isis*, 86, pp. 194-221.
- KNIGHT, David (2002), «Scientific lectures: a history of performance», *Interdisciplinary Science Reviews*, 27(3), pp. 217-224.
- (2006), *Public Understanding of Science: A History of Communicating Scientific Ideas*, Londres, Routledge.
- KOHLER, Robert (2007), «Finders/Keepers: Collecting Science and Collecting Practices», *History of Science*, 45, pp. 1-27.
- KRIGE, John, y PESTRE, Dominique (eds.) (1997), *Science in the Twentieth Century*, Amsterdam, Harwood Academic.
- KRÜGER, Gesine; SOMMER, Marianne, y MAYER, Ruth (eds.) (2008), *Ich Tarzan - Affenmenschen und Menschenaffen zwischen Science und Fiction*, Bielefeld, Science Studies.
- KUKLICK, Henrika, y KOHLER, Robert E. (eds.) (1996), *Osiris: Science in the Field*, 11.
- KUHN, Thomas S. (1962), *The Structure of Scientific Revolutions*, Chicago, University of Chicago Press.
- KUSUKAWA, Sachiko, y MACLEAN, Ian (eds.) (2006), *Transmitting Knowledge: Words, Images, and Instruments in Early Modern Europe*, Oxford, Oxford University Press.
- LA FOLLETTE, Marcel (1990), *Making Science our own: public images of science, 1910-1955*, Chicago, University of Chicago Press.
- (2007), «Taking Science to the Marketplace: Examples of Science Services representation of chemistry during the 1930s», en Joachim SCHUMMER,

- Bernadette BENSUADE-VINCENT y Brigitte VAN TIGGELEN (eds.), *The Public Image of Chemistry*, Singapore, World Scientific Publishing, pp. 259-298.
- (2008), *Science on the Air: Popularizers and Personalities on Radio and Early Television*, Chicago, University of Chicago Press.
- LAFUENTE, Antonio (1992), «La cultura técnica como espectáculo: las Exposiciones Universales», *Política científica*, 31, pp. 22-25.
- (2002), *Los públicos de la ciencia. Un año de la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología*, Madrid, Fundación Española de Ciencia y Tecnología.
- LAFUENTE Antonio, y ELENA, Alberto (1996), «Los científicos ante su imagen y su público», *Claves de Razón Práctica*, 67, pp. 48-55.
- LAFUENTE, Antonio, y PIMENTEL, Juan (2002), «La construcción de un espacio público para la ciencia: escrituras y escenarios en la Ilustración española», en José Luis PESET REIG (dir.), *Historia de la ciencia y de la técnica en la Corona de Castilla. Siglo XVIII*, vol. IV, Salamanca, Junta de Castilla y León, pp. 111-155.
- LAFUENTE, Antonio, y SARAIVA, Tiago (eds.) (1998), *Imágenes de la ciencia en la España contemporánea*, Madrid, Fundación Arte y Tecnología.
- (2004), «The Urban Scale of Science and the Enlargement of Madrid (1851-1936)», *Social Studies of Science*, 34, pp. 531-569.
- LANDES, David S. (1969), *The Unbound Prometheus*, Cambridge, Cambridge University Press.
- LANGLOIS, Claude, y LAPLANCHE, François (dirs.) (1992), *La science catholique. L'Encyclopédie théologique de Migne (1844-1873) entre apologétique et vulgarisation*, París, CERF.
- LANKFORD, John (1981a), «Amateurs and Astrophysics: A Neglected Aspect in the Development of a Scientific Specialty», *Social Studies of Science*, 11(3), pp. 275-303.
- (1981b), «Amateurs versus Professionals: The Controversy over Telescope Size in Late Victorian Science», *Isis*, 72, pp. 11-28.
- LATOUR, Bruno (1986), *Laboratory life: the construction of scientific facts*, Princeton, Princeton University Press (edición en castellano, 1995).
- (1993), *The Pasteurization of France*, Cambridge Mass., Harvard University Press.
- (2004), *Politics of nature: how to bring the sciences into democracy*, Cambridge Mass., Harvard University Press.
- LAURENT, John (1984), «Science, Society and Politics in Late Nineteenth-Century England: A Further Look at Mechanics' Institutes», *Social Studies of Science*, 14, pp. 585-619.
- LAW, John (ed.) (1991), *A Sociology of Monsters: Essays on Power, Technology and Domination*, Londres, Routledge.
- LAY, Mary; GURAK, Laura; GRAVON, Clare, y MYNTTI, Cynthia (eds.) (2000), *Body Talk: Rethoric, Technology, Reproduction*, Madison, University of Wisconsin Press.

- LE GOFF, Jacques (1993), *Los intelectuales en la Edad Media*, Barcelona, Gedisa (1.<sup>a</sup> ed. en francés, 1957).
- LEHMAN, Christine (2008), «Between Commerce and Philanthropy: Chemistry Courses in Eighteenth-Century Paris», en Bernadette BENSUAU-DE-VINCENT y Christine BLONDEL (eds.), *Science and Spectacle in the European Enlightenment*, Aldershot, Ashgate, pp. 103-116.
- LANGLEBERT, Edmond-Jean-Joseph (1879), *Cours élémentaire d'études scientifiques*, París, Delalain.
- LAIDLER, Keith J. (1993), *The World of Physical Chemistry*, Oxford, Oxford University Press.
- LENGWILER, Martin (2008), «Participatory approaches in Science and Technology», *Science, Technology and Human Values*, 33(2), pp. 186-200.
- LENOIR, Timothy (1997), *Instituting Science: The Cultural Production of Scientific Disciplines*, Stanford, Stanford University Press.
- LEVINE, George (ed.) (1987), *One Culture. Essays in Science and Literature*, Madison, University of Wisconsin Press.
- LEVITT, Norman, y GROSS, Paul (1994), «The perils of democratizing science», *The Chronicle of Higher Education*, octubre 5, B1, B2.
- LEWENSTEIN, Bruce V. (1992), «Cold fusion and hot history», *Osiris*, 7, pp. 135-163.
- (1995a), «From Fax to Facts: Communication in the Cold Fusion Saga», *Social Studies of Science*, 25, pp. 408-424.
- (1995b), «Science and the Media», en Sheila JASANOFF *et al.*, *Handbook of Science and Technology Studies*, Londres, Sage, pp. 343-360.
- (2000), «Popularization», en Aren HESSENBRUCH (ed.), *Reader's Guide to the History of Science*, Londres, Fitzroy Dearborn Publishers, pp. 586-588.
- LEYDESDORFF, Loet, y WARD, Janelle (2005), «Science Shops: A Kaleidoscope of Science-Society Collaborations in Europe», *Public Understanding of Science*, 14, pp. 353-372.
- LIE, Merete, y SØRENSEN, Knut H. (eds.) (1996), *Making Technology our Own? Domesticating Technology into Everyday Life*, Oslo, Scandinavian University Press.
- LIGHTMAN, Bernard (2007), «Lecturing in the Spatial Economy of Science», en Aileen FYFE y Bernard LIGHTMAN (eds.), *Science in the Marketplace: Nineteenth-Century Sites and Experiences*, Chicago, University of Chicago Press, pp. 97-132.
- (2000), «The Visual Theology of Victorian Popularizers of Science: From Reverent Eye to Chemical Retina», *Isis*, 91, pp. 651-680.
- (2007), *Victorian Popularizers of Science. Designing Nature for New Audiences*, Chicago, Chicago University Press.
- LINDBERG, David (2002), *Los inicios de la ciencia occidental*, Barcelona, Paidós (1.<sup>a</sup> ed. en inglés, 1992).
- LINDEE, Susan M. (1991), «The American Career of Jean Marcet's *Conversations on Chemistry*, 1806-1853», *Isis*, 82, pp. 9-23.

- LIVINGSTONE, David N. (2003), *Putting Science in its Place. Geographies of Scientific Knowledge*, Chicago, University of Chicago Press.
- LOMBORG, Bjorn (2001), *The Skeptical environmentalist: measuring the real state of the world*, Cambridge, Cambridge University Press.
- LONG, Pamela O. (1991), «The openness of knowledge: An ideal and its context in 16th-century writings on mining and metallurgy», *Technology and Culture*, 32, pp. 318-355.
- LOVELOCK, James (2000), *Gaia. A New Look at life on Earth*, Oxford, Oxford University Press (reimpresión con nuevo prefacio y correcciones) (1.ª ed., 1979).
- LUGO, Sara (2008), *Ciencia, historia e ideología en la Cataluña del siglo xx. El Instituto Ravetllat-Pla en Sudamérica entre 1924 y 1936*, Bellaterra, Tesis de Máster-UAB.
- LUNDGREN, Anders, y BENSUADE-VINCENT, Bernadette (2000), *Communicating Chemistry. Textbooks and Their Audiences, 1789 1939*, Canton Mass., Science History Publications.
- LYNN, Michael R. (2006), *Popular Science and Public Opinion in Eighteenth-Century France*, Manchester, Manchester University Press.
- LYOTARD, Jean-François (1984), *The postmodern condition*, Manchester, Manchester University Press (1.ª ed. en francés, 1979).
- LLOYD, Geoffrey E. R. (1971), *Polarity and Analogy: Two Types of Argumentation in Early Greek Thought*, Cambridge, Cambridge University Press.
- MACDONALD, Sharon (1996), «Authorising Science: Public Understanding of Science in Museums», en Alan IRVING y Brian WYNNE (eds.), *Misunderstanding Science? The Public Reconstruction of Science and Technology*, Cambridge, Cambridge University Press.
- (2002), *Behind the Scenes at the Science Museum*, Oxford, Berg.
- (2005), «Accessing Audiences: Visiting Visitor Books», *Museums and Society*, 3, pp. 119-136.
- MACDONALD, Sharon, y SILVERSTONE, Roger (1992), «Science on display: the representations of scientific controversy in museum exhibitions», *Public Understanding of Science*, 1, pp. 69-87.
- MACKENZIE, John M. (1984), *Propaganda and Empire. The manipulation of British public opinion, 1880-1960*, Manchester, Manchester University Press.
- (1986), *Imperialism and popular culture*, Manchester, Manchester University Press.
- MACKINDER, Halford John, y SADLER, Michael Ernest (1891), *University Extension. Past, Present and Future*, Londres, Cassell.
- MACORMICK, Sabrina (2007), «Democratizing Science Movements: A New Framework for Mobilization and Contestation», *Social Studies of Science*, 37(4), pp. 609-623.
- MAIDMENT, Brian (2001), «Entrepreneurship and the artisans: John Cassell, the Great Exhibition and the periodical idea», en Louise PURBRICK (ed.), *The Great Exhibition of 1851*, Manchester, Manchester University Press, pp. 97-113.

- MALET, Antoni (2002), «Divulgación y popularización científica en el siglo XVIII: entre la apología cristiana y la propaganda ilustrada», *Quark*, 26, pp. 13-23.
- (2007), *La recepció de la ciència moderna a Catalunya: Isaac Newton a la Barcelona del set-cents*, Barcelona, Institut de Cultura de Barcelona.
- MARKELL MORANTZ, Regina (1997), «Nineteenth-Century Health Reform and Women: A Program of “Self-Help”», en Guenter B. RISSE *et al.* (eds.), *Medicine without Doctors*, Nueva York, Science History Publications, pp. 73-93.
- MARKOVITS, Andrei S., y DEUTSCH, Karl W. (eds.) (1980), *Fear of science-trust in science: Conditions for change in the climate of opinion*, Cambridge Mass., Oelgeschlager, Gunn & Hain.
- MARTÍ THOMAS, Juan (1882), *Memoria y discurso leídos en la sesión inaugural del Ateneo Libre de Cataluña, celebrada el 22 de noviembre de 1881*, Barcelona, Redondo y Xumetra.
- MARTÍNEZ-VIDAL, Àlvar, y PARDO-TOMÁS, José (1996), «El primitivo teatro anatómico de Barcelona», *Medicina e Historia*, 65, pp. 5-28.
- MARX, Leo (1992), «Environmental degradation and the ambiguous social role of science and technology», *Journal of the History of Biology*, 25, pp. 449-468.
- MAYHEW, Henry (1851), *1851, or the adventures of Mr. and Mrs. Sandboys and family who came up to London to «enjoy themselves» and to see the Great Exhibition*, Londres, D. Boque.
- MAZZOLINI, Renato G. (ed.) (1993), *Non-Verbal Communication in Science prior to 1900*, Florencia, Olschki.
- MCELHENY, Victor K. (1985), «Impacts of Present-Day Popularization», en Terry SHINN y Richard WHITLEY (eds.), *Expository Science. Forms and Functions of Popularisation*, Dordrecht, Kluwer, pp. 277-288.
- MCCRAY, W. Patrick (2006), «Amateur Scientists, the International Geophysical Year, and the Ambitions of Fred Whipple», *Isis*, 97, pp. 634-658.
- MEAD, Clifford, y HAGER, Thomas (eds.) (2001), *Linus Pauling: Scientist and Peacemaker*, Corvallis, Oregon State University Press.
- MEDINA-DOMÈNECH, Rosa María, y MENÉNDEZ NAVARRO, Alfredo (2005), «Cinematic Representations of Medical Technologies in the Spanish Official Newsreel, 1943-1970», *Public Understanding of Science*, 14, pp. 393-408.
- MEIKLE, Jeffrey L. (1997), «Material Doubts. The Consequences of Plastic», *Environmental History*, 2(3), pp. 278-300.
- MERTENS, Joost (2000), «Technology as the Science of Industrial Arts: Louis-Sébastien Lenormand (1757-1837) and the popularization of technology», *History and Technology*, 18(3), pp. 203-231.
- MEUNIER, Victor (1857-1859), *Essais scientifiques*, 3 vols., París, Bureau de l'ami des sciences.
- MEYER-THUROW, Georg (1982), «The industrialization of invention: a case study from the German chemical industry», *Isis*, 73, pp. 363-381.

- MICHAEL, Mike (1992), «Lay Discourses in Science: Science-in-General, Science-in-Particular, and the Self», *Science, Technology and Human Values*, 17, pp. 313-333.
- MILLAR, Robin (1994), «School student's understanding of key ideas about radioactivity and ionizing radiation», *Public Understanding of Science*, 3, pp. 53-70.
- MITMAN, Gregg (1993), «Cinematic Nature. Hollywood Technology, Popular Culture, and the American Museum of Natural History», *Isis*, 84, pp. 637-661.
- MORANTA, Alessandro; GUGGENHEIM, Michael; GISLER, Priska, y POHL, Christian (2003), «The Reality of Experts and the Imagined Lay Person», *Acta Sociologica*, 46, pp. 150-165.
- MORRELL, Jack (1986), «Brains of Britain», *Social Studies of Science*, 16, pp. 735-745.
- (1995), «Wissenschaft in Worstedpolis: Public Science in Bradford, 1800-1850», *The British Journal for the History of Science*, 18, pp. 1-23.
- MORRELL, Jack, y THACKRAY, Arnold (1981), *Gentlemen of Science. Early Years of the British Association for the Advancement of Science*, Oxford, Oxford University Press.
- MORRIS, Pat A. (2003), *Rowland Ward: Taxidermist to the World*, Ascot, MPM Publishing.
- MORRIS, Peter (2007), «The image of chemistry presented in the Science Museum, London in the 20<sup>th</sup> Century. An international Perspective», en Joachim SCHUMMER, Bernadette BENSUADE-VINCENT y Brigitte VAN TIGGELEN (eds.), *The Public Image of Chemistry*, Singapore, World Scientific Publishing, pp. 297-328.
- MORTON, Alan Q. (ed.) (1995), *Science Lecturing in the Eighteenth Century. The British Journal for the History of Science*, 28.
- MORUS, Iwan Rhys (1996), «Manufacturing Nature: Science, Technology and Victorian Consumer Culture», *The British Journal for the History of Science*, 29, pp. 403-434.
- (1998), *Frankenstein's children: electricity, exhibition, and experiment in early-nineteenth-century London*, Princenton, Princenton University Press.
- (2006), «Seeing and Believing Science», *Isis*, 97, pp. 101-110 (*Focus: Science and visual Culture*).
- (2007), «“More the Aspect of Magic than Anything Neutral”. The Philosophy of Demonstration», en Aileen FYFE y Bernard LIGHTMAN (eds.), *Science in the Marketplace: Nineteenth-Century Sites and Experiences*, Chicago, University of Chicago Press, pp. 336-370.
- MOSCOSO, Javier (2000), *Materialismo y religión: ciencias de la vida en la Europa ilustrada*, Barcelona, Ediciones del Serbal.
- (2005), *Ciencia y técnica en la Enciclopedia. Diderot y D'Alembert*, Tres Cantos, Nívola.

- MOSCOSO, Javier; PIMENTEL, Juan, y BARONA, Josep Lluís (2003), *La Ilustración y las ciencias: para una historia de la objetividad*, Valencia, Universitat de València.
- MOSLEY, Stephen (1999), «Public perceptions of smoke pollution in Victorian Manchester», en David E. NYE (ed.), *Technologies of Landscape: From Reaping to Recycling*, Cambridge Mass., MIT Press, pp. 161-186.
- MULTHAUF, Robert P. (1966), *The Origins of Chemistry*, Londres, Oldbourne.
- MUMFORD, Lewis (1979), *Técnica y civilización*, Madrid, Alianza (1.ª ed. en inglés, 1934).
- (2005), *Museums and the History of Science* (2005), *Isis (Focus)*, 96(4), pp. 559-608.
- MYERS, Greg (1985), «Nineteenth-century popularizations of thermodynamics and the rhetoric of social prophecy», *Victorian Studies*, 29, pp. 35-66.
- (2003), «Discourse studies of scientific popularisation: questioning the boundaries», *Discourse Studies*, 5(2), pp. 265-279.
- NAHUIS, Roel, y VAN LENTE, Harro (2008), «Where are the Politics? Perspective on Democracy and Technology», *Science, Technology and Human Values*, 33, pp. 559-581.
- NAUMANN, Barbara (ed.) (2005), *Science and Literature. Science in Context*, 18(2).
- NAVARRO, Víctor, y EAMON, William (eds.) (2007), *Más allá de la Leyenda Negra: España y la Revolución Científica/Beyond the Black Legend: Spain and the Scientific Revolution*, Valencia, Universitat de València-CSIC.
- NELKIN, Dorothy (1978), «Scientists in an Adversary Culture: the 1930s», *Science, Technology and Human Values*, 24, pp. 33-39.
- (1987), *Selling Science. How the Press Covers Science and Technology*, Nueva York, Freeman and Co.
- (1994), «Promotional metaphors and their popular appeal», *Public Understanding of Science*, 3(1), pp. 25-31.
- (1995), «Science Controversies. The Dynamics of Public Disputes in the United States», en Sheila JASANOFF *et al.*, *Handbook of Science and Technology Studies*, Londres, Sage, pp. 444-456.
- NELKIN, Dorothy, y LINDEE, Susan M. (1995), *The DNA mystique. The gene as a cultural icon*, Nueva York, Freeman.
- NICHOLLS, Philip A. (2001), «The Social Construction and Organisation of Medical Marginality: the Case of Homeopathy in Mid-Nineteenth-Century Britain», en Robert JUTTE, Motzi EKLOF y Marie C. NELSON (eds.), *Historical Aspects of Unconventional Medicine: Approaches, Concepts, Case Studies*, Sheffield, EAHM and Health Publications, pp. 163-181.
- NICHOLLS, Phillip A. (1988), *Homeopathy and the Medical Profession*, Londres, Croom Helm.
- NICOLSON, Majorie H. (1956), *Science and Imagination*, Ithaca, Cornell University Press.

- (1960), *Voyages to the Moon*, Nueva York, MacMillan.
- NIDERST, Alain (ed.) (1991), *La diffusion des sciences au XVIII<sup>e</sup> siècle. Revue d'histoire des sciences*, 44(3/4).
- NIETO-GALAN, Agustí (1997), «Calico printing and chemical knowledge in Lancashire in the early 19th century: The life and “colours” of John Mercer», *Annals of Science*, 54, pp. 1-28.
- (2000), «From the workshop to the print: Bancroft, Berthollet and the textbooks on the art of dyeing in the late eighteenth-century», en Bernadette BENSUADE-VINCENT y Anders LUNDGREN, *Communicating Chemistry. Textbooks and Their Audiences, 1789-1939*, Canton Mass., Science History Publications, pp. 275-304.
- (2001a), *Colouring Textiles. A History of Natural Dyestuffs in Industrial Europe*, Dordrecht, Kluwer.
- (2001b), *La seducción de la máquina. Vapores, submarinos e inventores*, Madrid, Nívola.
- (2004a), *Cultura industrial, historia y medio ambiente*, Barcelona, Rubes.
- (2004b), «Free radicals in the European periphery: “translating” organic chemistry from Zurich to Barcelona in the early twentieth century», *The British Journal for the History of Science*, 37, pp. 167-191.
- (2008), «El llibre de divulgació científica a la Barcelona de finals del segle XIX: autors, editorials, públics», en Pilar VÉLEZ (ed.), *L'exaltació del llibre al Vuitcents. Art, indústria i consum a Barcelona*, Barcelona, Biblioteca de Catalunya, pp. 201-220.
- (2009a), «... not fundamental in a state of full “civilization”. The *Societat Astronòmica de Barcelona* (1910-1921) and its popularization program», *Annals of Science*, 66(4), pp. 497-528.
- (2009b), «The popularization of science in Spain around 1900: New sources, new questions», en Arne SCHIRRMACHER (ed.), *Communicating Science in the 20<sup>th</sup> Century. A Survey on Research and Comparative Perspectives*, Berlín, MPI Preprint, 385, pp. 77-92.
- (2009c), «L'astronomia popular al segle XIX: de François Arago a Camille Flammarion», *Actes d'Història de la Ciència i de la Tècnica*, 2(1), pp. 193-208.
- (2010a), «Between Craft Routines and Academic Rules: Natural Dyestuffs and the “Art” of Dyeing in the Eighteenth Century», en Ursula KLEIN y Emma SPARY (eds.), *Materials and Expertise in Early Modern Europe. Between Market and Laboratory*, Chicago, Chicago University Press, pp. 321-354.
- (2010b), «La ciencia en la esfera pública del siglo XIX: géneros, discursos y apropiaciones», *Cultura Escrita & Sociedad*, 10, pp. 53-80.
- (2010c), «Aplicar la Química a les Arts: L'Escola de Química», en Francesc BARCA et al. (eds.), *Fàbrica, Taller, Laboratori: La Junta de Comerç de Barcelona: ciència i tècnica per a la indústria i el comerç (1769-1851)*, Barcelona, Cambra de Comerç, pp. 90-105.

- (2011a), «Antonio Gramsci Revisited: Historians of Science, Intellectuals, and the Struggle for Hegemony», *History of Science*, 49 (4), pp. 453-478.
- (2011b), «The Cultures of Natural History in Spain around 1900: Odón de Buen (1863-1945) and his audiences» (manuscrito en preparación).
- NIKOLOW, Sybilla, y SCHIRRMACHER, Arne (eds.) (2007), *Wissenschaft und Öffentlichkeit als Ressourcen füreinander. Studien zur Wissenschaftsgeschichte im 20. Jahrhundert*, Frankfurt am Main, Campus.
- NOFRE, David (2006a), *Una ciència de l'home, una ciència de la societat: frenologia i magnetisme animal a Catalunya, 1842-1854*, Tesis Doctoral, Bellaterra, Universitat Autònoma de Barcelona.
- (2006b), «En el centro de todas las miradas: una aproximación a la historiografía de la frenología», *Dynamis*, 26, pp. 93-124.
- NOWOTNY, Helga; SCOTT, Peter, y GIBBONS, Michael (2001), *Re-thinking science: knowledge and the public in an age of uncertainty*, Cambridge, Polity Press.
- (2003), «“Mode 2” revisited: The new production of knowledge», *Minerva*, 41(3), pp. 179-194.
- NUMBERS, Ronald L. (1977), «Do-It-Yourself the Sectarian Way», en Guenter B. RISSE *et al.* (eds.), *Medicine without Doctors*, Nueva York, Science History Publications, pp. 49-72.
- NYE, David E. (1999a), *American Technological Sublime*, Cambridge Mass., MIT Press.
- (ed.) (1999b), *Technologies of Landscape: From Reaping to Recycling*, Cambridge Mass., MIT Press.
- NYE, Mary Jo (1975), «Science and Socialism: The case of Jean Perrin in the Third Republic», *French Historical Studies*, 9(1), pp. 141-169.
- (1993), *From chemical philosophy to theoretical chemistry: dynamics of matter and dynamics of disciplines, 1800-1950*, Berkeley, University of California Press.
- NYHART, Lynn K. (2009), *Modern Nature. The Rise of the Biological Perspective in Germany*, Chicago, The University of Chicago Press.
- OLESKO, Kathryn M. (1989), «Physics Instruction in Prussian Secondary Schools before 1859», *Osiris*, 5, pp. 94-120.
- (1991), *Physics as a calling: Discipline and practice in the Königsberg seminar for physics*, Ithaca, Cornell University Press.
- (1993), «Tacit knowledge and school formation», *Osiris*, 8, pp. 16-29.
- (2006), «Science Pedagogy as a Category of Historical Analysis: Past, Present, & Future», *Science & Education*, 15(2-3).
- OLMI, Giuseppe (1992), *L'inventario del mondo. Catalogazione della natura e luoghi del sapere nella prima età moderna*, Bolonia, Il Mulino.
- (2008), *La Biblioteca dels Salvador en la República de les Lletres*, Barcelona, Institut Botànic de Barcelona.
- OLSON, Richard (2008), *Science and scientism in nineteenth-century Europe*, Urbana, University of Illinois Press.

- OOSTERHUIS, Harry (2000), *Step-children of nature. Richard von Krafft-Ebing's Psychiatry, and the Making of Sexual Identity*, Chicago, Chicago University Press.
- ORDÓÑEZ, Javier, y ELENA, Alberto (eds.) (1990), *La Ciencia y su público: perspectivas históricas*, Madrid, CSIC.
- OSBORNE, Michael A. (1994), *Nature, the Exotic, and the Science of French Colonialism*, Bloomington, Indiana University Press.
- OUDSHOORN, Nelly, y PINCH, Trevor (eds.) (2003), *How Users Matter. The Co-Construction of Users and Technologies*, Cambridge Mass., MIT Press.
- PACEY, Arnold (2001), *Meaning in Technology*, Cambridge Mass., MIT Press (1.ª ed., 1999).
- PANDORA, Katherine, y RADER, Karen A. (2008), «Science in the Everyday World. Why Perspectives from the History of Science Matter», *Isis*, 99, pp. 350-364.
- PAPANELOPOULOU, Faidra, y KJÆRGAARD, Peter C. (2009), «Making the Paper: Science and Technology in Spanish, Greek and Danish Newspapers around 1900», *Centaurus*, 51(2), pp. 89-96.
- PAPANELOPOULOU, Faidra; NIETO-GALAN, Agustí, y PERDIGUERO, Enrique (eds.) (2009), *Popularizing Science and Technology in the European Periphery, 1800-2000*, Aldershot, Ashgate.
- PARDO-TOMÁS, José (2003-2004), «Censura inquisitorial y lectura de libros científicos. Una propuesta de replanteamiento», *Tiempos Modernos*, 9, pp. 1-18.
- (2006a), *Un lugar para la ciencia. Escenarios de práctica científica en la sociedad hispana del siglo XVI*, La Orotava, Fundación Canaria Orotava de Historia de la Ciencia.
- (2006b), «De los libros de secretos a los manuales de salud: cuatro siglos de popularización de la ciencia», *Quark*, 37-38, pp. 30-38.
- (2010), «Escrito en la rebotica. Coleccionismo naturalista y prácticas de escritura en el gabinete de curiosidades de la familia Salvador. Barcelona, 1626-1857», *Cultura Escrita & Sociedad*, 10, pp. 17-52.
- PARDO-TOMÁS, José, y MARTÍNEZ-VIDAL, Àlvar (2005), «Anatomical Theatres and the Teaching of Anatomy in Early Modern Spain», *Medical History*, 49, pp. 251-280.
- (2008), «Stories of Disease Written by Patients and Lay Mediators in the Spanish Republic of Letters (1680-1720)», *Journal of Medieval and Early Modern Studies*, 38(3), pp. 467-491.
- PARRY, Linda (ed.) (1996), *William Morris*, Londres, Phillip Wilson Publishers-Victoria and Albert Museum.
- PAULING, Linus (1958), *Química general: una introducción a la química descriptiva y a la moderna teoría química*, Madrid, Aguilar.
- PERDIGUERO, Enrique (1992), «The popularization of medicine during the Spanish Enlightenment», en Roy PORTER (ed.), *The popularization of medicine, 1650-1850*, Londres, Routledge, pp. 160-193.

- PESTRE, Dominique (2003), «Regimes of knowledge production in society: towards a more political and social reading», *Minerva*, 41(3), pp. 245-261.
- PETTIT, Annie (1989), «La diffusion des savoirs comme devoir positive», *Romantisme, La science pour tous*, 65, pp. 7-25.
- PICKSTONE, John (2000), *Ways of knowing: a new history of science, technology and medicine*, Manchester, Manchester University Press.
- PICON, Antoine (2007), «French Engineers and Social Thought, 18th-20th Centuries: An Archeology of Technocratic Ideals», *History and Technology*, 23, pp. 197-208.
- PIMENTEL, Juan (2003), *Testigos del Mundo. Ciencia, literatura y viajes en la Ilustración*, Madrid, Marcial Pons.
- PLUCHE, Antonie Noël (1771-1773), *Espéctaculo de la naturaleza o conversaciones acerca de las particularidades de la historia natural que han parecido más a propósito para excitar a una curiosidad útil y formarles la razón a los jóvenes lectores*, Madrid, Imprenta de Pedro Marín (1.ª ed. en castellano, 1753-1755; 1.ª ed. en francés, 1732-1750).
- POHL VALERO, Stefan (2007), *La circulación de la energía. Una historia cultural de la termodinámica en la España de la segunda mitad del siglo XIX*, Tesis doctoral, Bellaterra, Universitat Autònoma de Barcelona.
- (2009), «The Circulation of Energy: Thermodynamics, National Culture and Social Progress in Spain, 1868-1890», en Faidra PAPANELOPOULOU, Agustí NIETO-GALAN y Enrique PERDIGUERO (eds.), *Popularizing Science and Technology in the European Periphery, 1800-2000*, Londres, Ashgate, pp. 115-134.
- POIRIER, Jacques, y LANGLOIS, Claude (dirs.) (1992), *Raspail et la vulgarisation médicale*, París, J. Vrin.
- PORTER, Roy (1983), «The patient's view: Doing medical history from below», *Theory and Society*, 14, pp. 175-198.
- (ed.) (1985a), *Patients and practitioners: Lay perceptions of medicine in pre-industrial society*, Cambridge, Cambridge University Press.
- (1985b), «Lay medical knowledge in the eighteenth century: the Gentleman's Magazine», *Medical History*, 29, pp. 138-168.
- (ed.) (1992), *The popularization of medicine, 1650-1850*, Londres, Routledge.
- (1994), *London: A Social History*, Londres, Penguin Books.
- PURBRICK, Louise (ed.) (2001), *The Great Exhibition of 1851. New interdisciplinary essays*, Manchester, Manchester University Press.
- PURSELL, Carroll W., Jr. (ed.) (1994), *Technology in America. A History of Individuals and Ideas*, Cambridge Mass., MIT Press.
- PYENSON, Lewis, y SHEETS-PYENSON, Susan (1999), *Servants of Nature. A History of Scientific Institutions, Enterprises and Sensibilities*, Londres, Norton.
- PYENSON, Lewis, y GAUVIN, Jean-François (eds.) (2002), *The Art of Teaching Physics: The Eighteenth-Century Demonstration Apparatus of Jean Antoine Nollet*, Sillery, Editions du Septentrion.

- RABEHARISOA, Vololona, y CALLON, Michel (1999), *Le pouvoir des malades. L'Association française contre les myopathies et la recherche*, París, Les Presses de l'École des Mines.
- (2004), «Patients and scientists in French muscular dystrophy research», en Sheila JASANOFF (ed.), *States of Knowledge. The coproduction of science and social order*, Londres, Routledge, pp. 142-160.
- RAICHVARG, Daniel (1993), *Science et spectacle. Figures d'une reencontré*, Niza, Z éditions.
- (2005), *Sciences pour tonus?*, París, Découvertes Gallimard.
- RAICHVARG, Daniel, y JACQUES, Jean (1991), *Savants et ignorants: une histoire de la vulgarisation des sciences*, París, Seuil.
- RAMSEY, Matthew (1999), «Alternative medicine in modern France», *Medical History*, 43(3), pp. 286-322.
- RANDALL, Adrian J. (1994), «Reinterpreting "luddism": resistance to new technology in the British industrial revolution», en Martin BAUER (ed.), *Resistance to new technology. Nuclear power, information technology and biotechnology*, Cambridge, Cambridge University Press, pp. 57-80.
- RASPAIL, François-Vincent (1847), *Manual de la salud, o medicina y farmacia domésticas*, Barcelona, Imprenta y Librería de la Viuda e Hijos de Mayol.
- (1851), *Casos prácticos de curaciones (casi milagrosas): conseguidas por el nuevo método F. V. Raspail*, Barcelona, Imprenta y Librería de la Viuda e Hijos de Mayol.
- (1876) *Biblioteca de Raspail, o sea publicación de todas sus obras médicas y científicas bajo la dirección de D. Joaquin Puigferrer, médico-cirujano. Causas y Defensas. Manual de la Salud. Farmacopea y Casos Prácticos*, Barcelona, Luís Tasso.
- RAVETZ, Jérôme R. (1971), *Scientific Knowledge and its Social Problems*, Oxford, Clarendon Press.
- (1990), *The Merger of Knowledge and Power. Essays in Critical Science*, Londres-Nueva York, Mansell Publishing.
- REINGOLD, Nathan (1985), «Metro-Goldwyn-Mayer meets the Atom Bomb», en Terry SHINN y Richard WHITLEY (eds.), *Expository Science. Forms and Functions of Popularisation*, Dordrecht, Kluwer, pp. 229-245.
- REY, Roselyne (1991), «La vulgarisation médicale au XVIII<sup>e</sup> siècle: le cas des dictionnaires portatifs de santé», *Revue d'histoire des sciences*, 44(3/4), pp. 413-433.
- RHEES, David J. (1993), «Corporate Advertising, Public Relations and Popular Exhibits: The Case of Du Pont», *History and Technology*, 10, pp. 65-75.
- RIPPA BONATI, Maurizio, y PARDO TOMÁS, José (2004), *Il teatro dei corpi. Le pitture colorate d'anatomia di Girolamo Fabrici d'Acquapendente*, Milán, Mediamed Edizioni Scientifiche.
- RISSE, Guenter B.; NUMBERS, Ronald L., y LEAVITT, Judith W. (eds.) (1977), *Medicine without doctors: home health care in American history*, Nueva York, Science History.

- RIVERS, Isabel (ed.) (1982), *Books and their readers in eighteenth-century England*, Leicester, Leicester University Press.
- ROBERTS, Marie Mulrey, y PORTER, Roy (eds.) (1993), *Literature and Medicine during the Eighteenth Century*, Londres, Routledge.
- ROCA-ROSELL, Antoni (1988), «La recepció del pensament d'Einstein a Catalunya», *Revista de Física*, 2.º semestre, pp. 11-17.
- ROCA-ROSELL, Antoni (ed.) (2004), *Josep Comas i Solà. Astrònom i divulgador*, Barcelona, Ajuntament de Barcelona.
- (2005), «Einstein en Barcelona», *Quark*, 36, pp. 26-35.
- RODÉS, Luis (1927), *El Firmamento*, Barcelona, Salvat.
- RODRÍGUEZ OCAÑA, Esteban (2004), «La empresa interminable. Ciudadanía, salud y sanitarios en la historia», *Dynamis*, 24, pp. 281-289.
- ROQUÉ, Xavier (1995), «Prensa i cultura de la ciència a Catalunya», en *Actes de les III Trobades d'Història de la Ciència i de la Tècnica*, Barcelona, Societat Catalana d'Història de la Ciència i de la Tècnica, pp. 47-60.
- ROSEN, George (1993), *A History of Public Health*, Baltimore, Johns Hopkins University Press (1.ª ed., 1958).
- ROSSI, Paolo (1996), *Les philosophes et les machines, 1400-1700*, París, Preses Universitaires de France (1.ª ed. en italiano, 1962).
- (1998), *El nacimiento de la ciencia moderna en Europa*, Barcelona, Crítica.
- ROUSSEAU, Georges S. (1982), «Science books and their readers in the eighteenth century», en Isabel RIVERS (ed.), *Books and their readers in eighteenth-century England*, Leicester, Leicester University Press, pp. 197-237.
- ROWE, Gene, y FREWER, Lynn J. (2000), «Public Participation Methods: A framework for evaluation», *Science, Technology and Human Values*, 25(1), pp. 3-29.
- Royal Society of London (1985), *The Public Understanding of Science*, Londres, The Royal Society.
- RUDOLPH, John L. (2005), «Turning Science to Account: Chicago and the General Science Movement», *Isis*, 96, pp. 353-389.
- (2008), «Historical Writing on Science Education: a View of the Landscape», *Studies in Science Education*, 44(1), pp. 63-82.
- RUIZ-CASTELL, Pedro (2007), «Instrumentos científicos en la colección de Vincencio Juan de Lastanosa», en *Vincencio Juan de Lastanosa (1607-1681). La pasión de saber*, Huesca, Instituto de Estudios Altoaragoneses, pp. 159-165.
- (2008), *Astronomy and astrophysics in Spain (1850-1914)*, Newcastle, Cambridge Scholar Press.
- RUIZ Y PABLO, Ángel (1919), *Historia de la Real Junta Particular de Comercio de Barcelona (1758 a 1847)*, Barcelona, Henrich y Cía.
- RUIZ, Eduardo (2008), *Camille Flammarion o la astronomía novelada*, Tesis de Máster, Bellaterra, Universitat Autònoma de Barcelona.

- RYDELL, Robert W. (1984), *All the World's a Fair. Visions of Empire at American International Expositions, 1876-1916*, Chicago, University of Chicago Press.
- SANTIÁÑEZ-TIÓ, Nil (ed.) (1995), *De la luna a mecanópolis. Antología de la ciencia ficción española (1832-1913)*, Barcelona, Ediciones Sirmio.
- SASTRE, Jaume (2008), *La imatge pública de la ciència i la tecnologia a la Great Exhibition*, Tesis de Máster, Bellaterra, Universitat Autònoma de Barcelona.
- SCHAFFER, Simon (1983), «Natural Philosophy and Public Spectacle in the Eighteenth Century», *History of Science*, 21, pp. 1-43.
- SCHIRRMACHER, Arne (2008), «Nach der Popularisierung. Zur Relation von Wissenschaft und Öffentlichkeit im 20. Jahrhundert», *Geschichte und Gesellschaft*, 34, pp. 73-95.
- SCHROEDER-GUDEHUS, Brigitte, y RASMUSSEN, Anne (1992), *Les fastes du progrès. Le guide des expositions universelles, 1851-1992*, París, Flammarion.
- SCHROEDER-GUDEHUS, Brigitte; RASMUSSEN, Anne, y BOLENZ, Eckhard (eds.) (1992), *La Société industrielle et ses musées: Demande sociale et choix politiques*, París, EAC.
- SCHUMMER, Joachim; BENSUADE-VINCENT, Bernadette, y VAN TIGGELEN, Brigitte (eds.), *The Public Image of Chemistry*, Singapore, World Scientific Publishing.
- SCHWARTZ COWAN, Ruth (1983), *More work for mother: the ironies of household technology from the open hearth to the microwave*, Nueva York, Basic Books.
- SCOTT, Monique (2005), «Writing the History of Humanity: The Role of Museums in Defining Origins and Ancestors in a Transnational World», *Curator*, 48(1), pp. 74-89.
- SCOTT, Monique, y GIUSTI, Ellen (2006), «Designing Human Evolution Exhibitions. Insights from Exhibitions and Audiences», *Museums & Social Issues*, 1, pp. 49-68.
- SECORD, Anne (1994), «Science in the Pub», *History of Science*, 32(3), pp. 269-315.
- (1996), «Artisan botany», en Nicholas JARDINE, James SECORD y Emma SPARY (eds.), *Cultures of Natural History*, Cambridge, Cambridge University Press, pp. 378-393.
- SECORD, James (1985), «Newton in the nursery: Tom Telescope and the philosophy of tops and balls, 1761-1838», *History of Science*, 23, pp. 127-151.
- (2000), *Victorian Sensation. The Extraordinary Publication, Reception and Secret Authorship of Vestiges of the Natural History of Creation*, Chicago, The University of Chicago Press.
- (2002), «Botany on a Plate: Pleasure and the Power of Pictures in promoting early nineteenth-century scientific knowledge», *Isis*, 93(1), pp. 28-57.

- (2004), «Knowledge in Transit», *Isis*, 95, pp. 654-672.
- (2007), «How scientific conversation became shop talk», en Aileen Fyfe y Bernard Lightman (eds.), *Science in the Marketplace: Nineteenth-Century Sites and Experiences*, Chicago, University of Chicago Press, pp. 23-59.
- SEED, David (2005), *A Companion to Science Fiction*, Oxford, Blackwell.
- SEGALL, Alexander, y ROBERTS, Lance W. (1980), «A Comparative Analysis of Physicians Estimates and Levels of Medical Knowledge among Patients», *Sociology of Health and Illness*, 2(3), pp. 317-334.
- SERRANO, Elena (2007), *El Espectáculo de la Naturaleza en la España del XVIII*, Tesis de Máster, Bellaterra, Universitat Autònoma de Barcelona.
- SERRANO, José Manuel (2003), *De lo fantástico a lo real. Diccionario de la ciencia en el cine*, Tres Cantos, Nívola.
- SERVOS, John W. (1990), *Physical chemistry from Ostwald to Pauling: the making of a science in America*, Princeton, Princeton University Press.
- SHAPIN, Steven (1990), «Science and the public», en Robert C. Olby, Geoffrey N. Cantor, John R. R. Christie y M. Jonathan S. Hodge (eds.), *Companion to the History of Modern Science*, Londres, Routledge, pp. 990-1007.
- (1994), *A Social History of Truth, Civility and Science in Seventeenth-Century England*, Chicago, University of Chicago Press.
- (1996), *The Scientific Revolution*, Chicago, The University of Chicago Press (versión en castellano, 2000).
- SHAPIN, Steven, y BARNES, Barry (1977), «Science, nature and control: interpreting Mechanics' Institutes», *Social Studies of Science*, 7, pp. 31-74.
- SHAPIN, Steven, y SHAFFER, Simon (1985), *Leviathan and the Air-Pump: Hobbes, Boyle, and the Experimental Life*, Princeton, Princeton University Press.
- SHEETS-PYENSON, Susan (1985), «Popular science periodicals in Paris and London: The emergence of a low scientific culture, 1820-1875», *Annals of Science*, 42, pp. 549-572.
- (1986), «Cathedrals of Science: The Development of Colonial Natural History Museums during the late Nineteenth Century», *History of Science*, 25, pp. 279-300.
- SHELLEY, Mary Wollstonecraft (2006), *Frankenstein o el moderno Prometeo*, Barcelona, Mondadori (1.ª ed. en inglés, 1818).
- SHIELE, Bernard, y KOSTER, Emlyn (eds.) (1998), *La révolution de la muséologie des sciences: Vers les musées du XXI<sup>e</sup> siècle*, Lyon, Presses Universitaires de Lyon.
- SHINN, Terry, y WHITLEY, Richard (eds.) (1985), *Expository Science. Forms and Functions of Popularization*, Dordrecht, Reidel.
- SHORTER, Edward (1985), *Beside manners: the troubled history of doctors and patients*, Nueva York, Simon and Schuster.
- SHORTLAND, Michael (1987), «Screen Memories: Towards a History of Psychiatry and Psychoanalysis in the Movies», *The British Journal for the History of Science*, 20(4), pp. 421-452.

- SHTEIR, Anne B. (1996), *Cultivating Women, Cultivating Science: Flora's Daughters and Botany in England, 1760 to 1860*, Baltimore, Johns Hopkins University Press.
- (1997), «Gender and “Modern” Botany in Victorian England», *Osiris*, 12, pp. 29-38.
- SIMON, Bart (2001), «Public science: media configuration and closure in the cold fusion controversy», *Public Understanding of Science*, 10, pp. 383-402.
- SIMON, Josep (2009), «Circumventing the “Elusive Quarries” of Popular Science: The Communication and Appropriation of Ganot's Physics in Nineteenth-Century Britain», en Faidra PAPANELOPOULOU, Agustí NIETO-GALAN y Enrique PERDIGUERO (eds.), *Popularizing Science and Technology in the European Periphery, 1800-2000*, Londres, Ashgate, pp. 89-114.
- (2011), *Communicating Physics: The Production, Circulation and Appropriation of Ganot's Textbooks in France and England, 1851-1887*, Londres, Pickering & Chatto.
- SMITH, Pamela H., «Art, Science, and Visual Culture in Early Modern Europe», *Isis*, 97, pp. 83-100 (*Focus: Science and visual Culture*).
- SMITH, Pamela H., y FINDLEN, Paula (eds.) (2002), *Merchants of Marvels. Commerce, Science, and Art in Early Modern Europe*, Londres, Routledge.
- SMITH, Merritt Roe, y MARX, Leo (eds.) (1994), *Does Technology Drive History? The Dilemma of Technological Determinism*, Cambridge Mass., MIT Press (edición en castellano, 1996).
- SNOW, Charles Pearce (1959), *The Two Cultures and the Scientific Revolution*, Cambridge, Cambridge University Press.
- SOKAL, Alan (1996), «A physicist experiment with cultural studies», *Lingua Franca*, mayo-junio, pp. 62-64.
- SOKAL, Alan, y BRICMONT, Jean (1998), *Intellectual impostures*, Londres, Profile Books.
- SOLÀ, Pere (1978), *Els ateneus obrers i la cultura popular a Catalunya*, Barcelona, La Magrana.
- SØRENSEN, Knut H.; AUNE, Margrethe, y HALTING, Morten (2000), «Against linearity: On the cultural appropriation of science and technology», en Meinolf DIEKERS y Claudia VAN GROTE (eds.), *Between Understanding and Trust*, Amsterdam, Harwood Academic Publishers.
- SPARY, Emma C. (2004), «Scientific Symmetries», *History of Science*, 42(1), pp. 1-46.
- SPURGEON, David (dir.) (1986), *La vulgarisation scientifique: son histoire, ses succès, ses échecs, Impact, Science et Société*, 36(4).
- STAR, Susan L., y GRIESEMER, James R. (1989), «Institutional Ecology, “Translations” and Boundary Objects: Amateurs and Professionals in Berkeley's Museum of Vertebrate Zoology, 1907-1939», *Social Studies of Science*, 19, pp. 387-420.

- STEINMÜLLER, Karlheinz (1997), «Science Fiction and Science in the 20<sup>th</sup> century», en John KRIGE y Dominic PESTRE (eds.), *Science in the Twentieth Century*, Amsterdam, Harwood Academic, pp. 339-360.
- STERELNY, Kim (2001), *Dawkins vs. Gould: Survival of the Fittest*, Cambridge, Cambridge University Press.
- STEWART, Larry (1992), *The Rise of Public Science. Rhetoric, Technology and Natural Philosophy in Newtonian Britain, 1660-1750*, Cambridge, Cambridge University Press.
- STIRLING, Andy (2008), «“Opening up” and “closing down”», *Science, Technology and Human Values*, 33(2), pp. 262-292.
- STRADLING, David, y THORSHEIM, Peter (1999), «The smoke of great cities: British and American efforts to control air pollution, 1860-1914», *Environmental History*, 4(1), pp. 6-31.
- STRASSER, Bruno J. (2006), *La fabrique d'une nouvelle science: la biologie moléculaire à l'âge atomique (1945-1964)*, Florencia, Leo S. Olschki.
- SUTON, Geoffrey (1985), *Science for a Polite Society: Gender, Culture and the Demonstration of Enlightenment*, Boulder, Westview Press.
- SUVIN, Darko (1984), *Metamorfosis de la ciencia ficción. Sobre la poética y la historia de un género literario*, México, Fondo de Cultura Económica (edición en inglés, 1979).
- TABERNERO, Carlos (2006), «L'audiència-meca: ciència, tecnologia i la condició humana en el cinema de Stanley Kubrick i Steven Spielberg», *Mètode*, 48, pp. 71- 76.
- TARR, Joel A. (1996), *The Search for the Ultimate Sink. Urban Pollution in Historical Perspective*, Akron, The University of Akron Press.
- TASCHWER, Klaus (1997), «People's universities in a former metropolis: Interfaces between the social and spatial organization of popular adult education in Vienna, 1890-1930», en Barry J. HAKE y Tom STEELE (eds.), *Intellectuals, activists and reformers. Studies of cultural, social and educational reform movements in Europe, 1890-1930*, Leeds, Leeds Studies in Continuing Education, pp. 175-202.
- TAUB, Liba (1998), «On the role of museums in history of science, technology and medicine», *Endeavour*, 22, pp. 41-43.
- TAYLOR, Katie (2009), «Learning with dissectable paper globe kits», *Explore Whipple Collections*, Cambridge, Whipple Museum of the History of Science.
- TEYSSEIRE, Daniel (1995), *La médecine du peuple de Tissot à Raspail: 1750-1850*, Créteil, Conseil général du Val de Marne.
- THOMAS, Geoffrey, y DURANT, John (1987), «Why should we promote the public understanding of science?», *Scientific Literary papers*, 1, pp. 1-14.
- THURK, Jessica, y FINE, Gary Alan (2003), «The Problem of Tools. Technology and the Sharing of Knowledge», *Acta Sociologica*, 46(2), pp. 107-117.
- TIMMERMANN, Carsten (2001), «Rationalizing “Folk Medicine” in Interwar Germany: Faith, Business, and Science at “Dr. Madaus & Co.”», *Social History of Medicine*, 14(3), pp. 459-482.

- TISSANDIER, Gaston (2003), *Recreaciones científicas. La física y la química sin aparatos ni laboratorio y sólo por los juegos de la infancia*, presentación de Jordi Pablo, Barcelona, Alta Fulla (facsimil de 1887, Madrid, Bailly-Baillière) (1.ª ed. en francés, 1880).
- TOCHIGI, Yoko (2007), *La tecnología eléctrica en la Exposición de Barcelona de 1888*, Tesis de Máster, Bellaterra, Universitat Autònoma de Barcelona.
- TOPHAM, Jonathan (1992), «Science and popular education in the 1930s: the role of Bridgewater Treatises», *The British Journal for the History of Science*, 25, pp. 397-430.
- (2000), «Scientific Publishing and the Reading of Science in Nineteenth-Century Britain», *Studies in the History and Philosophy of Science*, 1(4), pp. 559-612.
- (2009), «Introduction», *Focus: Historicizing "Popular Science"*, *Isis*, 100, pp. 310-318.
- TRAVIS, Anthony S. (1993), *The Rainbow Makers. The Origins of the Synthetic Dyestuffs Industry in Western Europe*, Londres-Toronto, Lehigh Associated University Press.
- TUCKER, Jeniffer (2006), «The historian, the picture and the archive», *Isis*, 97, pp. 111-120.
- TURNER, Frank Miller (1974), *Between Science and Religion. The Reaction to Scientific Naturalism in Late Victorian Britain*, New Haven, Yale University Press.
- (1980), «Public Science in Britain, 1880-1919», *Isis*, 71, pp. 589-608.
- TURNER, Stephen (2001), «What is the problem with Experts?», *Social Studies of Science*, 31(1), pp. 123-149.
- TURNER, Gerard L'E. (2005), «The impact of Hooke's *Micrographia* and its influence on microscopy», en Paul KENT y Allan CHAPMAN (eds.), *Robert Hooke and the English Renaissance*, Leominster Mass., Gracewing Press, pp. 124-145.
- VAN HELDEN, Albert, y HANKINS, Thomas (eds.) (1994), *Instruments, Osiris*, 2<sup>nd</sup> series, 9.
- VAN WYHE, John (2002), «The authority of human nature: the *Schädellehre* of Franz Joseph Gall», *The British Journal for the History of Science*, 35, pp. 17-42.
- (2004a), «Was Phrenology a Reform Science? Towards a New Generalization for Phrenology», *History of Science*, 42(3), pp. 313-331.
- (2004b), *Phrenology and the Origins of Victorian Naturalism*, Aldershot, Ashgate.
- (2007), «The difusion of phrenology through public lecturing», en Aileen FYFE y Bernard LIGHTMAN (eds.), *Science in the Marketplace: Nineteenth-Century Sites and Experiences*, Chicago, University of Chicago Press, pp. 60-96.
- VINCENT, Levinus (1719), *Description abrégé des planches qui représentent les cabinets et quelques-unes des curiosités contenues dans le théâtre des merveilles de la nature*, Harlem, Aux dépens de l'auteur.

- VOLTI, Rudi (1996), «A Century of Automobility», *Technology and Culture*, 37, pp. 663-685.
- WALLIS, Roy (ed.) (1979), «On the margins of science: The social construction of rejected knowledge», *Sociological Review Monograph*, 27.
- WAQUET, Françoise (2003), *Parler comme un livre. L'oralité et le savoir (XVI<sup>e</sup>-XX<sup>e</sup> siècle)*, París, Albin Michel.
- WARNER, Michael (2002a), *Publics and Counterpublics*, Nueva York, Zone Books.
- (2002b), «Publics and Counterpublics», *Public Culture*, 14(1), pp. 49-90.
- WARWICK, Andrew (2003), *Masters of theory. Cambridge and the rise of mathematical physics*, Chicago, University of Chicago Press.
- WEINGART, Peter (2001a), *Die Studen der Wahrheit? Vom Verhältnis der Wissenschaft und Medien in der Wissensgesellschaft*, Weilerwist, Velbrück.
- (2001b), *Die Wissenschaft der Öffentlichkeit. Essays zum Verhältnis von Wissenschaft, Medien und Öffentlichkeit*, Weilerwist, Velbrück.
- (2007), «Chemists and their craft in fiction films», en Joachim SCHUMMER, Bernadette BENSUADE-VINCENT y Brigitte VAN TIGGELEN (eds.), *The Public Image of Chemistry*, Singapore, World Scientific Publishing, pp. 81-96.
- WESSELY, Christina (2006), «Karriere einer Weltanschauung. Die Weltelehre, 1894-1945», *Zeitgeschichte*, 6, pp. 3-22.
- (2008), «Künstliche Tiere». *Zoologische Gärten und urbane Moderne. Wien und Berlin, 1840-1910*, Berlín, Kadmos.
- WESTFALL, Richard (1980), *Never at Rest. A Biography of Isaac Newton*, Cambridge, Cambridge University Press.
- WHITAKER, Katie (1996), «The Culture of Curiosity», en Nicholas JARDINE, James SECORD y Emma SPARY (eds.), *Cultures of Natural History*, Cambridge, Cambridge University Press, pp. 75-90.
- WHITE, Stephen K. (1995), *The Cambridge Companion to Habermas*, Cambridge, Cambridge University Press.
- WILLIAMS, Raymond (1977), *Marxism and Literature*, Oxford, Oxford University Press.
- WINTER, Alison (1991), «Ethereal Epidemic: Mesmerism and the Introduction of Inhalation Anaesthesia in Early Victorian London», *Social History of Medicine*, 4, pp. 1-27.
- (1994), «Mesmerism and popular culture», *History of Science*, 32(3), pp. 317-343.
- WISE, Norton (2006), «Making Visible», *Isis*, 97, pp. 75-82.
- WITHERS, Charles W. J. (1998), «Towards a History of Geography in the Public Sphere», *History of Science*, 36, pp. 45-78.
- WYNNE, Brian (1995), «Public Understanding of Science», en Sheila JASANOFF *et al.*, *Handbook of Science and Technology Studies*, Londres, Sage, pp. 361-388.
- (1991), «Knowledges in context», *Science, Technology and Human Values*, 16(1), pp. 111-121.

- YANNI, Carla (1996), «Divine Display or Secular Science. Defining Nature at the Natural History Museum in London», *The Journal of the Society of Architectural Historians*, 55, pp. 276-299.
- YEARLEY, Steven (1995), «The Environmental Challenge to Science Studies», en Sheila JASANOFF *et al.*, *Handbook of Science and Technology Studies*, Londres, Sage, pp. 457-479.
- YEO, Richard (1991), «Reading Encyclopaedias: Science and the Organization of Knowledge in British Dictionaries of Arts and Sciences, 1730-1850», *Isis*, 82, pp. 24-49.
- (2001), *Encyclopaedic Visions. Scientific Dictionaries and Enlightenment Culture*, Cambridge, Cambridge University Press.
- YEO, Eileen, y YEO, Stephen (eds.) (1981), *Popular Culture and Class Conflict, 1590-1914: Explorations in the History of Labour and Leisure*, Sussex, The Harvester Press.
- YOXEN, Edward (1985), «Speaking out about competition. An Essay on “the Double Helix” as Popularisation», en Terry SHINN y Richard WHITLEY (eds.), *Expository Science. Forms and Functions of Popularisation*, Dordrecht, Kluwer, pp. 163-181.
- ZARZOSO, Alfons (2001), «El pluralismo médico a través de la correspondencia privada en la Cataluña del siglo XVIII», *Dynamis*, 21, pp. 409-433.
- (2004), *Medicina i Il·lustració a Catalunya. La formació de l'Acadèmia Médico-Pràctica de Barcelona*, Barcelona, Fundació Noguera.
- ZILSEL, Edgar (1941-1942), «The Sociological Roots of Science», *American Journal of Sociology*, 47, pp. 544-562.
- ZIMAN, John (1968), *Public Knowledge: An Essay concerning the social dimension of science*, Cambridge, Cambridge University Press.
- ZIMMERMAN, Corinne, *et al.* (2001), «Science at the Supermarket: A comparison on what appears in the popular press, experts' advice to readers, and what students want to know», *Public Understanding of Science*, 10, pp. 37-58.
- ZOLA, Emile (1881), *Le roman expérimental*, París, Charpentier.

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<p>Fig. 1.1. El famoso grabado de la lección de anatomía de Andreas Vesalius y su público (1543). Andreas Vesalius, <i>De humani corporis fabrica</i> (facsimil), Madrid, Doce Calles, 1997. Reproducido con permiso de la Biblioteca de Catalunya (Barcelona).....</p>	49
<p>Fig. 1.2. Bernard de Fontenelle en plena explicación de la pluralidad de mundos en sus <i>Entretiens</i> (1686). Bernard Fontenelle, <i>Entretiens sur la pluralité des mondes. Nouvelle édition, avec des remarques &amp; des figures en taille-douce de M. Bode</i>, Berlín, Imprimerie de L. P. Wegener, 1783. Reproducido con permiso de la Biblioteca de Catalunya (Barcelona).....</p>	53
<p>Fig. 1.3. Busto frenológico ilustrado con la ubicación de las cualidades físicas y morales del individuo. Luis Figuiet, <i>Conócete a ti mismo. Tratado popular de fisiología humana (traducida y anotada por Gaspar Sentiñón)</i>, 2 vols., Herederos de Pablo Riera, 1881, vol. I, p. 389. Reproducido con permiso de la Biblioteca de Catalunya (Barcelona) .....</p>	61
<p>Fig. 1.4. Portada de Louis Figuiet, <i>Les merveilles de la science, ou description populaire des inventions modernes</i>, 4 vols., Paris, Furne, Jouvet et Cie, Éditeurs, 1867, una de sus obras de divulgación científica de mayor popularidad. Reproducido con permiso de la Biblioteca de Catalunya (Barcelona).....</p>	68
<p>Fig. 1.5. En la librería Bastinos de Barcelona en 1897. Catálogo Bastinos, 1897. <i>Fons Bergnes de las Casas</i> c. 301-2 (Biblioteca de Catalunya). Reproducido con permiso de la Biblioteca de Catalunya (Barcelona).....</p>	72
<p>Fig. 1.6. Portadas de: Jules Verne, <i>De la tierra a la luna</i> y <i>Viaje al centro de la tierra</i>, traducidas al castellano por Antoni Ribot i Fontseré (1813-1871), Madrid, Imprenta de Gaspar y Roig, 1868. Reproducido con permiso de la Biblioteca de Catalunya (Barcelona).....</p>	77
<p>Fig. 2.1. El <i>cabinet de curiosités</i> de Levinus Vincent y sus visitantes, en Haarlem, Holanda (1705). Ilustración c.1719. Escuela Holan-</p>	

desa. Bibliothèque des arts décoratifs. París. Archives Charmet. Reproducido con permiso de The Bridgeman Art Library .....	85
Fig. 2.2. Los visitantes en la Great Exhibition de Londres de 1851. Las masas llegadas del norte de Inglaterra se aglomeran en Piccadilly Circus en su camino hacia la Exposición. George Cruikshank (1792-1878), The Stapleton Collection. Reproducido con permiso de The Bridgeman Art Library .....	89
Fig. 2.3. Los visitantes en la Gran Galería del Museo de Historia Natural de París a finales del siglo XIX. Escuela francesa (siglo XIX). Bibliothèque des arts décoratifs. París. Archives Charmet. Reproducido con permiso de The Bridgeman Art Library ...	96
Fig. 2.4. El teatro de anatomía de Leiden en un grabado anónimo de 1609. Colección privada. Reproducido con permiso de The Bridgeman Art Library .....	107
Fig. 2.5. Un curso de física experimental de Jean-Antoine Nollet a mitades del siglo XVIII. Louis Figuier, <i>Les merveilles de la science</i> , vol. I, p. 561. Reproducido con permiso de la Biblioteca de Catalunya (Barcelona) .....	110
Fig. 2.6. Michael Faraday en una conferencia pública sobre los metales comunes, en la Royal Institution de Londres (1855). Litografía en colores de Alexander Blaikley (1816-1903), c. 1856. Reproducido con permiso de The Bridgeman Art Library .....	113
Fig. 2.7. Portada de la novela de Michael Crichton, <i>Jurassic Park</i> (1991). Publicada originalmente en inglés en 1990, fue llevada al cine por Spielberg en 1993. Reproducido con permiso de la Biblioteca de Catalunya (Barcelona) .....	120
Fig. 3.1. Sesión de magnetismo animal en París en la década de 1780. Louis Figuier, <i>Les merveilles de la science</i> , vol. II, p. 633. Reproducido con permiso de la Biblioteca de Catalunya (Barcelona) .....	125
Fig. 3.2. Demostración pública de una anestesia con éter en el Massachusetts General Hospital de Boston (1846). Louis Figuier, <i>Les merveilles de la science</i> , vol. II, p. 653. Reproducido con permiso de la Biblioteca de Catalunya (Barcelona) .....	133
Fig. 3.3. <i>Amateurs</i> de la Sociedad Astronómica de Barcelona en plena observación de un eclipse solar en abril de 1912. <i>Boletín de la Sociedad Astronómica de Barcelona</i> , núm. 26, 1913, p. 82. Reproducido con permiso de la Biblioteca de Catalunya (Barcelona) .....	141
Fig. 3.4. François Arago en l'Académie des sciences de París en su ejercicio de secretario perpetuo. Louis Figuier, <i>Les merveilles de la science</i> , vol. III, p. 41. Reproducido con permiso de la Biblioteca de Catalunya (Barcelona) .....	150
Fig. 4.1. Joseph Black en una lección sobre el calor en la Universidad de Glasgow hacia 1760. Louis Figuier, <i>Les merveilles de la science</i> , vol. I, p. 77. Reproducido con permiso de la Biblioteca de Catalunya (Barcelona) .....	176

Fig. 4.2. Los estudiantes en el laboratorio de Justus von Liebig en Giessen hacia 1840. Litografía en color. Carl Friedrich Wilhelm Trautschold, (1815-1877), c. 1840. Bibliothèque nationale. París. Archives Charmet. Reproducido con permiso de The Bridgeman Art Library.....	178
Fig. 4.3. El químico francés Henri Sainte-Claire Deville (1818-1881) en una clase de química con sus colegas y estudiantes en la École normale, en París, hacia 1850. Óleo de Léon Augustin Lhermitte (1844-1925), 1890. École normale supérieure. París. Reproducido con permiso de The Bridgeman Art Library.....	190
Fig. 4.4. Linus Pauling enseñando química en la década de 1960. Reproducido con permiso de «Linus Pauling and The Nature of The Chemical Bond: A Documentary History Website». Oregon State University.....	192
Fig. 5.1. La muerte de Sophie Blanchard en accidente en 1819. Louis Figuier, <i>Les merveilles de la science</i> , vol. II, pp. 544 y 547. Reproducido con permiso de la Biblioteca de Catalunya (Barcelona).....	207
Fig. 5.2. Demostración pública de Otto von Guericke del poder de la bomba de vacío (1654). Louis Figuier, <i>Les merveilles de la science</i> , vol. I, pp. 40- 41. Reproducido con permiso de la Biblioteca de Catalunya (Barcelona).....	213
Fig. 5.3. Artesanos tintoreros de la seda en la Manufactura Real de <i>Gobelins</i> , París, 1772, según un grabador de la <i>Encyclopédie</i> . Denis Diderot y Jean D'Alembert (eds.), <i>Encyclopédie ou dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers</i> , París, Briasson, David, Le Breton, Durand; Neuchatel, Samuel Faulche, vol. X, 1772 (1751-1780). Reproducido con permiso de The Bridgeman Art Library.....	217
Fig. 5.4. Inauguración pública en 1783 de un barco a vapor cerca de Lyon. Invento original del marqués Jouffroy d'Abbans. Louis Figuier, <i>Les merveilles de la science</i> , vol. I, p. 165. Reproducido con permiso de la Biblioteca de Catalunya (Barcelona).....	223
Fig. 5.5. La química para chicas (1958). Un juego para estimular la vocación y el interés por esa ciencia entre las nuevas generaciones en Estados Unidos. Foto de Gregory Tobias. Colección de la Chemical Heritage Foundation. Reproducido con permiso de Chemical Heritage Foundation, Philadelphia, PA.....	236
Fig. 6.1. Ilustración de la cubierta del libro de Juan Luis Arsuaga e Ignacio Martínez, <i>La especie elegida. La larga marcha de la evolución humana</i> (1998); un ejemplo de la enorme producción divulgativa y mediática del proyecto Atapuerca. Reproducido con permiso de la Biblioteca de Catalunya (Barcelona).....	259
Fig. 6.2. Portada de la revista <i>Time</i> del 8 de mayo de 1989, dedicada a la controversia sobre la fusión fría. Reproducido con permiso de <i>Time Magazine</i> . Time Inc.....	263