

Hispania, LVI/2, núm. 193 (1996)

DE LA REVOLUCIÓN CIENTÍFICA A LA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL: LA DIMENSIÓN TECNOLÓGICA DEL NEWTONIANISMO

por

ALBERTO ELENA y JAVIER ORDÓÑEZ

Universidad Autónoma de Madrid.

RESUMEN: *Aunque la historiografía ha tendido siempre a separar dos fenómenos tan característicos de la modernidad como son la Revolución Científica y la Revolución Industrial, una atenta reconsideración de los mismos permite sin embargo vislumbrar una perspectiva diferente. Desde este punto de vista, el newtonianismo —en su vertiente más experimental y práctica— habría constituido finalmente el vínculo entre la tradición de la ciencia académica y la práctica artesanal, generándose en su seno algunas de las que serían las principales líneas de fuerza de la nueva mentalidad industrial.*

PALABRAS CLAVE. **Revolución Científica, Revolución Industrial, Newtonianismo, Filosofía Natural, Popularización de la Ciencia.**

ABSTRACT: *Although historiography has always tended to separate two phenomena that characterize the modern age, the Scientific Revolution and the Industrial Revolution, a careful reconsideration of the aforementioned however, allows us to catch a glimpse of a different perspective. From this point of view, Newtonianism (from its more experimental and practical angle) would have ultimately constituted a link between academic science and the craft tradition thus generating what was to be the driving force of the new industrial mentality.*

KEY WORDS: **Scientific Revolution, Industrial Revolution, Newtonianism, Natural Philosophy, Science Popularization.**

La Revolución Científica y la Revolución Industrial fueron sin duda dos de los fenómenos históricos más característicos del mundo moderno y desde luego la historiografía así lo ha reconocido con una serie prácticamente interminable de trabajos consagrados a la una y a la otra. Sin embargo, no son tan frecuentes —y, menos aún, rigurosos— los intentos de determinar la posible

Hispania, LVI/2, núm. 193 (1996) 541-564

conexión entre ambas revoluciones. Cuando los historiadores se han preguntado por la existencia o inexistencia de tal vínculo se han dejado casi siempre llevar —tal y como aquí trataremos de poner de relieve— por ciertos mitos heredados de una tradición acrítica y mucho más proclive a la leyenda que lo que la práctica historiográfica contemporánea pudiera considerar legítimo. Así, de la mano de una limitada y superficial consideración de la invención de la máquina de vapor o de los desarrollos tecnológicos en la industria textil los historiadores han acostumbrado a negar cualquier posible influjo del conocimiento científico sobre los mismos. Landes, por ejemplo, afirmaba taxativamente que «a pesar de los múltiples esfuerzos por relacionar la Revolución Industrial con la Revolución Científica de los siglos XVI y XVII, esta relación parece haber sido muy difusa»¹, circunscribiéndose a casos muy específicos y de todo punto excepcionales. «Si acaso —añadía Landes arrojando más leña al fuego— fue el progreso del conocimiento científico el que debió mucho a los esfuerzos y los logros de la tecnología; el flujo de ideas o métodos en la otra dirección fue mucho menor y continuaría siéndolo hasta bien entrado el siglo XIX»². En términos muy similares se expresaban asimismo A.R. Hall y M. Boas Hall: «El nacimiento de la tecnología moderna con la llamada Revolución Industrial de los siglos XVIII y comienzos del XIX no debió prácticamente nada a la ciencia y, en cambio, todo a los logros de la tradición artesanal»³. De ser así, Revolución Científica y Revolución Industrial serían dos procesos absolutamente independientes y la práctica artesanal habría resultado más *fructífera* que las grandes ideas de los padres de la ciencia

¹ LANDES, David S., *The Unbound Prometheus*, Cambridge, Cambridge University Press, 1969 / cit. por ed. cast. *Progreso tecnológico y revolución industrial*; Madrid, Editorial Tecnos, 1979, pág. 76.

² LANDES, David S., *The Unbound Prometheus*, pág. 77.

³ HALL, A. Rupert, y BOAS HALL, Marie, *A Brief History of Science*, Londres, New American Library, 1964, pág. 219. La tesis fue desarrollada por A.R. Hall en otros lugares. Así, por ejemplo, en «Engineering and the Scientific Revolution» (*Technology and Culture*, vol. II, num. 4 [1961]; pág. 334) escribía: «No es que los grandes descubrimientos de los físicos matemáticos estuvieran simplemente por encima de las cabezas de los ingenieros prácticos; es que carecían de cualquier utilidad para ellos» porque —añadía en otro artículo— «evidentemente la concepción de los científicos de cómo perfeccionar la práctica artesanal rara vez era realista» («What did the Industrial Revolution in Britain owe to Science?»; en MCKENDRICK, Neil, [ed.], *Historical Perspectives. Studies in English Thought in Honour of J. H. Plumb*; Londres, Europa Publications, 1974; pág. 136). Variantes de esta misma posición se encuentran, entre otros muchos lugares, en ASHBY, Eric, *Technology and the Academies: An Essay on Universities and the Scientific Revolution*, Londres, Macmillan, 1958; págs. 50-51; DAUMAS, Maurice, «Le mythe de la révolution technique»: *Revue d'Histoire des Sciences*, vol. XVI (1963); passim; CHECKLAND, S. G., *The Rise of Industrial Society in England, 1815-1885*, Londres, Longman, 1964; págs. 73-74; FORES, Michael, «Constructed Science and the Seventeenth-century 'Revolution'»: *History of Science*, vol. XXII (1984); passim; etc. DEANE, Phyllis, *The First Industrial Revolution*; Cambridge, Cambridge University Press, 1965 / ed. cast. *La Primera Revolución Industrial*; Barcelona, Ediciones Península, 1968), siguiendo la línea del propio Toynbee en su obra clásica sobre el tema (*Lectures on the Industrial Revolution in England*; Londres, Rivingtons, 1884), ni siquiera considera el problema de la relación entre ciencia y tecnología durante la Revolución Industrial.

moderna. Ni que decir tiene, empero, que esta opinión generalizada no siempre ha venido expuesta en términos tan rotundos y, como esperamos mostrar en este trabajo, tan injustificados.

Una versión más moderada de la tesis de la inconexión de ciencia teórica y tecnología durante la Revolución Industrial ha sido presentada, entre otros, por Colin Russell y S. Berrick Saul. Este último, por ejemplo, tras aceptar sustancialmente la visión de Landes se vio no obstante forzado a admitir vagamente cómo la ciencia de la época pudo haber contribuido en alguna medida a modificar la cultura tradicional y a promover de forma paralela nuevas y más fecundas actitudes hacia la naturaleza y el conocimiento ⁴. Russell, por su parte, sigue otra vía y circunscribe la validez de aquella tesis a la primera fase de la Revolución Industrial, reconociendo por lo demás la existencia de significativas excepciones como la que representa la famosa Lunar Society de Birmingham ⁵. No parece, sin embargo, que ninguna de estas mediaciones aporte realmente una visión original del problema y, menos aún, un análisis riguroso del mismo. Pero tales posiciones introducen al menos una cierta dosis de prudencia en la evaluación de la cuestión, lejos ya de las esquemáticas visiones a que venimos haciendo referencia: «Fue la misma sociedad de Europa occidental —apunta Peter Mathias ⁶— la que asistió a los grandes avances de la ciencia y la tecnología a lo largo del vasto lapso temporal que va del siglo XV al siglo XVIII. Considerar esto como un accidente sería erigir al nihilismo en dogma».

No obstante, resulta curioso constatar cómo entre los estudios clásicos de la Revolución Industrial tan sólo el de T.S. Ashton concede algún papel a la ciencia en el desarrollo de la misma y apunta algunas de las direcciones por las que algunas décadas más tarde habrían de discurrir otros historiadores. Le parecía, por ejemplo, de todo punto exagerada la pretensión de muchos de sus colegas de atribuir al azar y al genio individual las invenciones y los desarrollos tecnológicos que hicieron posible la Revolución Industrial ⁷. Por otro lado, Ashton se cuidó asimismo de subrayar la importancia de Newton y, en general, de la filosofía experimental inglesa a la hora de forjar una nueva actitud ante la naturaleza y la investigación, liberando a la filosofía natural de la metafísica y fomentando la idea de progreso, además del gusto por los procedimientos experimentales tan próximos a la práctica tecnológica e industrial ⁸. Por último, se encuentra también en Ashton un reconocimiento de la rele-

⁴ BERRICK SAUL, S., «Industrializzazione: il caso britannico», en el volumen colectivo *La rivoluzione industriale tra il Settecento e l'Ottocento*; Milán, Arnoldo Mondadori Editore, 1984, pág. 35.

⁵ RUSSELL COLIN, A., *Science and Social Change, 1700-1900*, Londres, Macmillan, 1983, pág. 98 y, en general, págs. 96-113.

⁶ MATHIAS, Peter, «Who unbound Prometheus? Science and Technical Change, 1600-1800», en MATHIAS Peter (ed.), *Science and Society, 1600-1900*; Cambridge, Cambridge University Press, 1969, pág. 78.

⁷ ASHTON, T. S., *The Industrial Revolution*, Oxford, Oxford University Press, 1948 / cit. por ed. cast. *La Revolución Industrial*; México, Fondo de Cultura Económica, 1950, págs. 21-22.

⁸ ASHTON, T. S., *The Industrial Revolution*, págs. 23-24.

vancia del sistema educativo escocés —y, en menor medida, de las academias de disidentes— para el desarrollo tecnológico del país⁹, intuiciones todas ellas que configurarían algunos de los ejes del discurso de quienes más recientemente han defendido la tesis de la interrelación de ciencia y tecnología en la Revolución Industrial.

De este modo, Musson y Robinson remitieron directamente a Ashton al afirmar que «los desarrollos científicos y tecnológicos del siglo XVIII no fueron en absoluto independientes y que la Revolución Industrial fue también un movimiento intelectual» y no, como solía mantenerse, «el producto casi exclusivo de un burdo empirismo»¹⁰. En su opinión la fuente de muchos equívocos sobre el tema no era sino el tradicional mito de la ciencia pura, que había llevado a muchos de sus colegas a negar el carácter científico de los intereses tecnológicos e industriales de los hombres del siglo XVIII por ser excesivamente empíricos y fragmentarios¹¹. Pero, en efecto, «para los filósofos naturales del siglo XVIII (...) la distinción entre ciencia 'pura' y 'aplicada' sencillamente no existía»¹². Margaret Jacob ha mostrado recientemente cómo, por ejemplo, John Smeaton se veía a sí mismo como un teórico, sin duda familiarizado con la nueva ciencia newtoniana, pero «tan pobre como un ratón de iglesia» (según su propia expresión) no podía permitirse una exclusiva dedicación teórica y hubo de subsistir realizando toda clase de trabajos prácticos¹³. El hiato entre ciencia teórica y tecnología de que con frecuencia hablan los historiadores no corresponde ciertamente a la visión del siglo XVIII; antes bien, hay que convenir con Arnold Thackray que, «de hecho, uno de los más obvios, característicos y desconocidos aspectos de la Revolución Industrial es la convicción generalizada e inquebrantable de sus líderes de que sus éxitos se debían al progreso y a la adecuada aplicación de la ciencia»¹⁴. La alianza entre teoría y práctica —entre ciencia y tecnología— era frecuentemente proclamada en la época tanto por los filósofos naturales como por los ingenieros o industriales. Así, el anónimo autor de una nota en *The London Tradesman* en 1747 escribía: «Un ingeniero precisa de una mentalidad eminentemente mecánica y ha de estar versado en todas las leyes y principios de la mecánica, así como en las llamadas fuerzas mecánicas (...) Debe así-

⁹ ASHTON, T. S., *The Industrial Revolution*, págs. 27-29.

¹⁰ MUSSON, A. E., y ROBINSON, Eric, *Science and Technology in the Industrial Revolution*, Manchester, Manchester University Press, 1969, pág. VII.

¹¹ MUSSON, A. E., y ROBINSON, Eric, *Science and Technology in the Industrial Revolution*, págs. 1-9 y, sobre todo, 188.

¹² JACOB, Margaret C., *The Cultural Meaning of the Scientific Revolution*, Nueva York, Alfred Knopf, 1988, pág. 137. Un punto de vista similar se encuentra en BUCHANAN, R. A., «The Promethean Revolution», *History of Technology*, vol. I (1976), pág. 80, y TIMMONS, George, «Education and Technology in the Industrial Revolution», *History of Technology*, vol. VIII (1983), págs. 136-137.

¹³ JACOB, Margaret C., *The Cultural Meaning of the Scientific Revolution*, págs. 160-163.

¹⁴ THACKRAY, Arnold, *Science and Technology in the Industrial Revolution: History of Science*, vol. IX (1970), pág. 77.

mismo aprender matemáticas y dibujo, siendo absolutamente necesario que domine todo ello perfectamente»¹⁵.

La relación de ejemplos que mostraran la valoración claramente positiva de la actitud teórica por parte de ingenieros, técnicos, artesanos, empresarios, etc. podría prolongarse caprichosamente, mas no parece necesario incidir en hechos —pese a todo— bien conocidos¹⁶. Más interesante resulta, en cambio, subrayar cómo incluso aquellos casos en los que la historiografía tradicional hallara sus mejores argumentos en favor de la tesis de la inconexión entre ciencia teórica e invención técnica pueden y deben ser revisados desde una perspectiva muy diferente. Así, el desarrollo de la industria textil —que ni siquiera Musson y Robinson creyeron que debiera nada a la ciencia¹⁷— puede ser susceptible de otra lectura que, sin hablar en ningún caso de una causalidad estricta¹⁸, permita no obstante acercar las decisivas innovaciones en la industria textil del siglo XVIII a la actividad teórica. Sabemos, por ejemplo, que Richard Arkwright se dirigió en diferentes ocasiones a James Watt para recabar del mismo consejos de carácter teórico¹⁹ y que reclutó relojeros para construir telares porque, en su opinión, sin ser del oficio conocían perfectamente los *principios* de esa técnica en virtud de su comprensión de los principios mecánicos más generales²⁰. Cabría objetar, con todo, que este *instinto mecánico* dista todavía mucho de ser genuinamente científico²¹, mas ello no haría sino devolvernos al mito de la ciencia pura y, en otro sentido, al del analfabetismo y el burdo empirismo de los artífices de la Revolución Industrial. Las *Lives of Engineers*²² de Samuel Smiles, algo así como la contrapartida tecnológica de los *Eloges* de Fontenelle, crearon ciertamente la impresión de que sus héroes eran carpinteros y ferreteros ignorantes a los que sólo un peculiar *instinto mecánico* condujo por el camino de la gloria. Ya Eric Robinson salió

¹⁵ Citado por CARDWELL, D. S. L., «Science, Technology and Industry», en ROUSSEAU, George S., y PORTER, Roy (eds.), *The Ferment of Knowledge. Studies in the Historiography of Eighteenth-Century Science*; Cambridge, Cambridge University Press, 1980, pág. 478.

¹⁶ Véase, por ejemplo, TIMMONS, George, «Education and Technology in the Industrial Revolution», págs. 137-139.

¹⁷ MUSSON, A. E. y ROBINSON, Eric, *Science and Technology in the Industrial Revolution*, págs. 81-82.

¹⁸ En general, ninguno de los autores que defienden la tesis de la interconexión abogan por una relación causal. Así, por ejemplo, Neil McKendrick escribe: «Pocos especialistas rigurosos esperarían hoy que un único factor —y no la ciencia, desde luego— pudiera bastar para dar cuenta del rápido desarrollo económico de Gran Bretaña (...) Pero la conexión entre el mundo de la ciencia y el mundo de la industria está ya perfectamente fundamentada y documentada» («The Role of Science in the Industrial Revolution: A Study of Josiah Wedgwood as a Scientist and Industrial Chemist»; en TEICH, Mikulas y YOUNG, Robert [eds.], *Changing Perspectives in the History of Science. Essays in Honour of Joseph Needham*; Londres, Heinemann, 1973; págs. 310-311).

¹⁹ Véase TIMMONS, George, «Education and Technology in the Industrial Revolution», págs. 138-139.

²⁰ CARDWELL, D. S. L., «Science, Technology and Industry», págs. 459-460.

²¹ CHECKLAND, S. G., *The Rise of Industrial Society in England, 1815-1885*, pág. 74.

²² SMILES, Samuel, *Lives of the Engineers, with an Account of their Principal Works*, Londres, J. Murray, 1861-1862.

al paso de tal lugar común mostrando cómo la educación de los artífices de la Revolución Industrial fue con frecuencia relativamente sofisticada ²³ y Cardwell, por su parte, ha subrayado recientemente cómo la imagen que de James Brindley nos diera Smiles —un cuasi-analfabeto— nada tiene que ver con la que la investigación de su más reciente y riguroso biógrafo ofrece ²⁴.

El caso de la llamada *revolución química* y el nacimiento de la química industrial es igualmente ilustrativo. Habitualmente se ha venido presentando este último como un mero producto del ensayo y error característicos de la tradición artesanal. Quizás los procedimientos ideados por John Roebuck para fabricar ácido sulfúrico debieran más a la intuición que a conocimientos propiamente científicos, pero el proceso de Leblanc presenta un componente teórico innegable y el *eau de javelle* de Berthollet fue claramente descubierto a resultas de un trabajo estrictamente científico ²⁵. De este modo, pues, convendría relativizar las opiniones extremas de quienes hacen de la Revolución Industrial el triunfo de un *instinto mecánico* que poco o nada tendría que ver con el desarrollo de la ciencia teórica de la época y, en consecuencia, la *vendetta* de técnicos y artesanos cuasi-analfabetos (maestros, eso sí, en su oficio) tras siglos y siglos de reverencia al ideal más o menos contemplativo encarnado por la filosofía natural.

Pero si los artífices de esta Primera Revolución Científica —de aquí en adelante nos referiremos de manera casi exclusiva al siglo XVIII y sobre todo al período anterior a 1760 ²⁶— no eran heroicos ferreteros dotados de un *instinto mecánico* singular, sino hombres en buena medida dialogantes con la ciencia de su tiempo, una nueva pregunta se impone entonces: ¿cómo pudieron trans-

²³ ROBINSON, Eric, «Training Captains of Industry: The Education of Matthew Boulton (1770-1842)»: *Annals of Science*, vol. X, num. 4 (1954); cit. por su reimpresión en MUSSON, A. E. y ROBINSON, Eric, *Science and Technology in the Industrial Revolution*, págs. 200-215, *passim*.

²⁴ CARDWELL, D. S. L., «Science, Technology and Industry», pág. 478. La biografía a que se hace referencia es BOUCHER, Cyril T. G., *James Brindley, Engineer: 1716-1772*, Norwich, Goose, 1968.

²⁵ Véase CARDWELL, D. S. L., «Science, Technology and Industry», págs. 465-466. Más recientemente HOLMES, Frederick L., *Eighteenth-Century Chemistry as an Investigative Enterprise*, Berkeley, University of California Press, 1989, ha mostrado cómo frente al tradicional punto de vista de GILLISPIE, Charles C., en su ya clásico «The Discovery of the Leblanc Process», (*Isis*, vol. XLVIII [1956]) el proceso de fabricación de sosa inventado por Nicolas Leblanc no fue en absoluto ajeno a consideraciones teóricas y, en la medida en que se evite una definición de ciencia excesivamente restrictiva, puede muy bien considerarse una aplicación del conocimiento científico.

²⁶ La fecha de 1760 fue sugerida ya por Toynbee, habiendo sido aceptado su punto de vista por numerosos historiadores. Así, incluso Ashton escribía: «Durante el período que va de 1700 a 1760 Gran Bretaña no experimentó una revolución ni en la técnica de la producción, ni en la estructura de la industria, ni en la vida social o económica de sus habitantes» (*The Industrial Revolution*, pág. 71). Sin desear entrar ahora en los espinosos problemas de periodización, sí que será necesario sin embargo reivindicar para la primera mitad del siglo XVIII el mérito de haber contribuido considerablemente a la forja de una —digámoslo así— actitud industrial sin duda determinante de desarrollos posteriores. De este modo, pues, nuestro propósito en este trabajo es poner de relieve cómo efectivamente antes de 1760 se dieron ya en Inglaterra algunos fenómenos enormemente significativos de cara a la gran Revolución Industrial que habría de cristalizar en el siglo XIX.

mitirse tales conocimientos a falta de cualquier estímulo universitario o de la existencia de centros de formación técnica? Landes calificó de misteriosa la cuestión ²⁷, haciéndose tal vez eco de una evidente perplejidad difundida ya en la época. Así, hasta bien entrado el siglo XVIII la fama de los técnicos e ingenieros ingleses no era precisamente envidiable. Defoe había dicho que los ingleses no eran inventores demasiado originales, aunque sí muy hábiles en sacar provecho de las ideas de los demás ²⁸, y todavía en 1766 un impresor suizo podía hacerse eco de lo que ya pasaba por ser un lugar común: «[Los ingleses] no pueden jactarse de muchos inventos, sino tan sólo de haber perfeccionado los hechos por otros; de ahí viene el proverbio de que para que una cosa sea perfecta tiene que haber sido inventada en Francia y perfeccionada en Inglaterra» ²⁹. Es cierto que a lo largo del siglo XVII un buen número de los ingenieros, arquitectos, mineros, relojeros, etc. que trabajaban en Inglaterra procedían del extranjero (refugiados hugonotes en su mayor parte) y que esta afluencia no cesó drásticamente en el siglo XVIII ³⁰. A lo largo de éste, sin embargo, la situación económica comienza a cambiar y el prestigio de los técnicos e ingenieros ingleses aumenta hasta devenir la admiración de Europa ³¹. No hay más que pensar en el desarrollo de la máquina de Newcomen y su notable difusión en el Continente para convenir cuán real fue esa transformación que presumiblemente cristalizó en la década de 1730 ³². La primera de estas máquinas utilizada con fines comerciales fue la que operaba en Dudley Castle, Worcester, en 1712, alcanzando ya el número de treinta las que se encontraban en funcionamiento en Inglaterra en torno a 1730. En esas mismas fechas funcionaban ya máquinas de Newcomen en Bélgica, Francia, Austria, Hungría y Suecia ³³, por más que el primer contrato internacional para la explotación de

²⁷ LANDES, David S., *The Unbound Prometheus*, pág. 77.

²⁸ Citado por CARDWELL, D. S. L., «Science, Technology and Industry», págs. 453-454.

²⁹ Citado por MATHIAS, Peter, «Skills and the Diffusion of Innovations from Britain in the Eighteenth Century», (en *Transactions of the Royal Historical Society*, vol XXV [1975]; *cit.*, por su reimpresión en MATHIAS, Peter, *The Transformation of England. Essays in the Economic and Social History of England in the Eighteenth Century*; Londres, Methuen, 1979; págs. 21-44, pág. 23.

³⁰ Véase HAMILTON, S. B., «Continental Influences on British Engineering to 1800» en *Archives Internationales d'Histoire des Sciences*, vol. II (1958), *passim*, y MUSSON, A. E., «The Diffusion of Technology in Great Britain during the Industrial Revolution», en MUSSON, A. E. y ROBINSON, Eric, *Science and Technology in the Industrial Revolution*, págs. 60-61.

³¹ «Los ingleses son los maestros de la mecánica práctica»: el dictamen de Louis Simmond, un visitante suizo-americano a Inglaterra a comienzos del siglo XIX, constituye una expresión paradigmática de la nueva actitud. Citado por PORTER, Roy, «The Economic Context», en PORTER, Roy, SCHAFFER, Simon, BENNETT, Jim y BROWN, Olivia, *Science and Profit in Eighteenth-Century London*; Cambridge, The Whipple Museum of the History of Science, 1985, pág. 1.

³² Tal es la fecha sugerida por PORTER, Roy, «The Economic Context», pág. 1, y, en virtud de los elementos de juicio disponibles (algunos de los cuales se mencionan más adelante), parece adecuada.

³³ HOLLISTER-SHORT, G. J., «The Introduction of the Newcomen Engine into Europe» (*Transactions of the Newcomen Society*, vol. XLVIII [1976-1977]), *passim*. Pueden verse asimismo las secciones relevantes de la obra clásica sobre el tema: ROLT, L. T. C. y ALLEN, J. S., *The Steam Engine of Thomas Newcomen*, Nueva York, Science History Publication, 1977.

la misma en el Continente del que se tenga noticia no se firmara sino en 1730³⁴. Naturalmente sería un inglés, Isaac Potter, quien concediera la licencia, como ingleses habían sido la mayor parte de los ingenieros constructores de dichas máquinas (el propio Potter, John O'Kelly, George Sanders...); en los restantes casos fueron obra de técnicos e ingenieros formados en Inglaterra, como Joseph Fischer von Erlach y Marten Triewald. Evidentemente el espionaje industrial estaba a la orden del día y lo seguiría estando a pesar del ulterior refuerzo del sistema de patentes y del decreto de distintas prohibiciones legales orientadas a frenar la exportación de tecnología. Las invenciones inglesas no tardaban en llegar al Continente, pero incluso así el liderazgo de las Islas en materia de tecnología parecía cada vez más incuestionable³⁵.

En este punto convendría, no obstante, recordar los esfuerzos de los gobiernos continentales —y particularmente de Francia— por promover el desarrollo tecnológico e industrial en sus territorios. A través de la propia Académie des Sciences de París, primero, y de la Ecole des Ponts et Chaussées a partir de 1747 (por no hacer referencia a instituciones posteriores) el estado francés realizó un gran esfuerzo en esta dirección, mas los resultados —como es bien sabido— no estuvieron a la altura de las circunstancias³⁶. Probablemente el carácter estatal de tales instituciones y su dedicación casi exclusiva a la satisfacción de las necesidades oficiales —militares en buena medida— de la nación redundaron en una escasa repercusión comercial de sus actividades y apenas pudieron contribuir al desarrollo de una mentalidad industrial similar a la que, incluso con anterioridad a 1760, venía forjándose en Inglaterra. Sin duda la *revolución en el consumo* de que han hablado algunos autores³⁷ fue un fenómeno genuinamente inglés en el siglo XVIII. Precisamente a la inexistencia de tal demanda en fechas previas se ha atribuido con frecuencia el fracaso de las tentativas de industrialización en la Inglaterra del siglo XVII³⁸ e incluso el del ambicioso programa de la Royal Society tendente a compilar

³⁴ MIKULAS, Teich, «Diffusion of Steam, Water and Air Power to and from Slovakia during the Eighteenth Century and the Problem of the Industrial Revolution», en *L'acquisition des techniques par les pays non-initiateurs*; Colloques Internationaux du C.N.R.S., num. 538; Pont-à-Mousson, 1970. Citado por MATHIAS, Peter, *Skills and the Diffusion of Innovations from Britain in the Eighteenth Century*, pág. 30.

³⁵ La afluencia de técnicos e ingenieros extranjeros a Inglaterra durante el siglo XVIII pudo así deberse a razones diferentes de las que habían atraído a sus antecesores del siglo XVII: ya no se trataba tanto de satisfacer una demanda como de acudir en pos de un ambiente más estimulante desde el punto de vista profesional que el de sus respectivos países.

³⁶ No cabe entrar aquí en la consideración de las razones de dicho fracaso. Una interpretación plausible se encuentra en MATHIAS, Peter, «Skills and the Diffusion of Inventions from Britain in the Eighteenth Century», págs. 26-27, y MUSSON, A. E., «The Diffusion of Technology in Great Britain during the Industrial Revolution», pág. 81.

³⁷ Véase MCKENDRICK, N., BREWER, J., y PLUMB, J. H., *The Birth of a Consumer Society. The Commercialization of Eighteenth-Century England*, Bloomington (Ind.), Indiana University Press, 1982.

³⁸ MATHIAS, Peter, *Skills and the Diffusion of Innovations from Britain in the Eighteenth Century*, págs. 23-24.

una historia de los oficios de inspiración inequívocamente baconiana³⁹. Con el advenimiento del nuevo siglo —y particularmente en su segunda mitad— Inglaterra devino por derecho propio la primera nación industrial del mundo, no faltando ni siquiera entonces sus más variados apologetas. Así, «Joseph Wright fue el primer pintor profesional que expresó directamente el espíritu de la Revolución Industrial»⁴⁰ en las todavía tempranas décadas de 1760 y 1770⁴¹, mientras que Arthur Young describía su viaje por el norte del país en

³⁹ HALL, A. Rupert, con la displicencia que le es habitual al tratar de estas cuestiones, afirmó en una ocasión («What did the Industrial Revolution in Britain owe to Science?», pág. 134) que el interés de la Royal Society por la historia de los oficios no produjo nada más que material de estudio para los historiadores del futuro. Por contra, Kathleen H. OCHS, que ha estudiado minuciosamente el programa de la Royal Society, ha llegado a conclusiones algo diferentes en *The Failed Revolution in Applied Science: The Study of Industry by Members of the Royal Society of London, 1660-1688* (tesis doctoral, Universidad de Toronto, 1981) y «The Royal Society of London's History of Trades Programme: An Early Episode in Applied Science» (*Notes and Records of the Royal Society of London*, vol. XXXIX, num. 2 [1985]). Si bien es cierto que las aportaciones de la Royal Society a la historia de los oficios en modo alguno afectaron a la industria inglesa en los espectaculares términos soñados por Bacon, sí contribuyeron en cambio a crear nuevas actitudes frente a la actividad técnica e industrial, que serían las que durante el siglo XVIII —en condiciones más favorables incluso desde el punto de vista de la estabilidad política, como ha subrayado JACOB, Margaret C., (*The Cultural Meaning of the Scientific Revolution*, págs. 137-138)— definieran el nuevo espíritu característico de la Primera Revolución Industrial inglesa. Efectivamente, como OCHS sugiere («The Royal Society of London's History of Trades Programme: An Early Episode in Applied Science», págs. 129-130 y passim), Bacon y sus partidarios pecaron de ingenuidad al pensar que la mera descripción enciclopédica de las actividades técnicas y artesanales podría bastar para promover una transformación en el sector y, por otro lado, la propia naturaleza de la joven Royal Society era a todas luces inadecuada para llevar a cabo tan vasta tarea; si a ello unimos las reticencias generales (incluso entre los *fellows* de la sociedad) a divulgar los secretos técnicos en una sociedad en la que el sistema de patentes distaba mucho de garantizar ninguna clase de derechos, es fácil comprender por qué el programa de la historia de los oficios se saldó con un fracaso, al menos en un plano efectivo y a corto plazo. El famoso *boom* de las patentes en la década de 1690, en el que algunos creyeron reconocer un indicio de tal repercusión, no puede tomarse —como Christine MacLEOD ha mostrado recientemente en «The 1690s Patents Boom: Innovation or Stock-Jobbing?» (*Economic History Review*, 2.ª serie, vol. XXXIX, num. 4 [1986]) y, con mayor detalle, en *Inventing the Industrial Revolution: The English Patent System, 1660-1800* (Cambridge, Cambridge University Press, 1988)— al pie de la letra e interpretarse a la ligera: antes bien, «el total anual de patentes en este período no tiene valor alguno como indicador de un cambio tecnológico» («The 1690s Patents Boom», pág. 550), sino que está más bien ligado a los avatares del sistema de patentes de la época.

⁴⁰ KLINGENDER, Francis D., *Art and the Industrial Revolution*, Londres, N. Carrington, 1947 / cit. por ed. cast. *Arte y Revolución Industrial*, Madrid, Ediciones Cátedra, 1983, pág. 81.

⁴¹ Joseph Wright (1734-1797), natural de Derby, encarnó efectivamente el optimismo y la admiración ilustradas hacia la ciencia, así como la inquebrantable fe en el progreso tecnológico, con cuadros tan famosos como *A Philosopher giving a Lecture on the Orrery* (1763-1765), *An Experiment on a Bird in the Air-Pump* (1768) o, sobre todo, la serie de obras que en la década de 1770 consagrara a fraguas, fundiciones, fábricas de vidrio, diques, etc. Sobre Wright pueden verse, además de KLINGENDER, Francis D., *Art and the Industrial Revolution*, págs. 81-94; BEMROSE, William, *The Life and Works of Joseph Wright*, Londres-Derby, Bemrose & Sons, 1885; SMITH, S. C. K. y BEMROSE, H. C., *Wright of Derby*, Londres, Philip Allan & Co., 1922; y NICOLSON, Benedict, *Joseph Wright of Derby, 1734-1797*, Londres, The Arts Council, 1958, y *Joseph Wright of Derby*, Londres, Paul Mellon Foundation for British Art-Routledge and Kegan Paul, 1968.

términos que nada tendrían que envidiar a los de cualquier utopía tecnológica y que desde luego estaban ya muy lejos de las idílicas visiones de anteriores viajeros⁴². La transformación industrial de Inglaterra estaba, pues, inequívocamente en marcha antes de las fechas en que los manuales al uso cifran su comienzo. Determinar cómo fue ello posible nos obliga a volver nuevamente a la pregunta de Landes —y tantos otros, en realidad— acerca de los canales de transmisión del conocimiento tecnológico en la Inglaterra de la primera mitad del siglo XVIII.

El hecho de que buena parte de los artífices de la Revolución Industrial pudieran ciertamente obtener una nada desdeñable formación científica pese a no haber pisado jamás un aula universitaria pone de relieve hasta qué punto existían —como muy oportunamente apuntara A.E. Musson⁴³— facilidades para la proliferación de autodidactas en este campo. Sin duda el analfabetismo disminuyó considerablemente durante el período cubierto por la Revolución Industrial y la instrucción básica alcanzó a capas más amplias de la población inglesa⁴⁴, mas ello no basta para explicar la extraordinaria difusión de los conocimientos científicos y tecnológicos de que venimos hablando. A falta de institutos mecánicos o escuelas técnicas —se ha dicho⁴⁵— el aprendizaje de éstos tenía por únicos foros los talleres de quienes a su vez los habían adquirido por tradición oral, de manera que en materia de tecnología la instrucción formal habría tenido una importancia muy secundaria y colateral en dicho proceso. Sin embargo, y aun cuando no sea del todo inexacta tal apreciación, atribuir a la mera tradición oral, de maestros a aprendices, la extraordinaria difusión de conocimientos tecnológicos en la Inglaterra del siglo XVIII parece sin duda exagerado. Así, no sería aventurado suponer que debieron existir otros canales de transmisión, a medio camino entre las elitistas instituciones universitarias y los modestos talleres de mecánicos y artesanos: la proliferación de sociedades científicas en las provincias inglesas —casi siempre animadas por personajes un tanto heterodoxos desde el punto de vista religioso— es, para algunos historiadores, una de esas posibles vías.

⁴² «La Inglaterra de Arthur Young —escribió Klingender (*Art and the Industrial Revolution*, pág. 54— semeja un laboratorio gigantesco. En todas partes se llevan a cabo excitantes experimentos; se están realizando maravillas de ingeniería inimaginables desde los tiempos de Roma; en el norte se anima un nuevo sentimiento de poder». El credo del propio Young no podía ser más explícito: «Cuando la agricultura, las manufacturas y el comercio florecen, una nación se enriquece y se engrandece y no puede abundar la riqueza sin estimular esa laboriosidad general y espíritu de progreso que, finalmente, induce a llevar a cabo obras que, en tiempos más pobres, se hubieran considerado prodigios» (*A Six Months Tour through the North of England*; Londres, W. Strahan, 1770; vol. III, pág. 312).

⁴³ MUSSON, A. E., «The Diffusion of Technology in Great Britain during the Industrial Revolution», pág. 73.

⁴⁴ Véase TIMMONS, George, «Education and Technology in the Industrial Revolution», pág. 140 y *passim*.

⁴⁵ MATHIAS, Peter, «Skills and the Diffusion of Innovations from Britain in the Eighteenth Century», págs. 34-35.

Evidentemente tratar de estudiar el desarrollo de la ciencia y la tecnología en la Inglaterra del siglo XVIII atendiendo de forma exclusiva a la gran institución del país, la Royal Society de Londres, carecería de todo sentido ⁴⁶. De nuevo hay que retrotraerse a la conocida monografía de Ashton en pos de una adecuada valoración del papel jugado por dichas sociedades ⁴⁷, si bien los argumentos serían desarrollados con más detalle por otros autores en fechas posteriores. Diversos estudios subrayaron la extraordinaria importancia de la Lunar Society de Birmingham ⁴⁸, la Manchester Literary and Philosophical Society ⁴⁹ o la Derby Philosophical Society ⁵⁰, por no mencionar aquí sino los casos más relevantes (Newcastle-on-Tyne, Liverpool, Leeds, Bristol, etc. fueron, no obstante, sedes de sociedades *filosóficas* caracterizadas por una notable actividad). En todas ellas la alianza entre ciencia y tecnología se reveló poderosísima y no sin razón se ha considerado como uno de sus objetivos fundamentales el determinar cuál podría ser «el papel de la ciencia en el estímulo y promoción del desarrollo económico» ⁵¹ de la nación. Bastaría el más somero examen de los intereses de, por ejemplo, la Lunar Society para advertir cuán real era su dimensión tecnológica: máquinas de vapor, máquinas eléctricas, canales, metalurgia, química industrial, eran algunos de los temas de investigación más frecuentes en esa pequeña e informal, pero enormemente activa, sociedad que contaba entre sus miembros a personajes de la talla de James Watt, Joseph Priestley, Erasmus Darwin o Josiah Wedgwood ⁵².

Si consideramos el caso de sociedades menos afortunadas e influyentes, las conclusiones no por ello serían muy diferentes. Así, Margaret Jacob ⁵³ se

⁴⁶ SCHOFIELD, Robert E., «The Industrial Orientation of Science in the Lunar Society of Birmingham», *Isis*, vol. XLVIII, num. 154 (1957), pág. 408.

⁴⁷ ASHTON, T. S., *The Industrial Revolution*, págs. 28-30. Dos sugerentes visiones de conjunto sobre el tema se encuentran en PORTER, Roy, «Science, Provincial Culture and Public Opinion in Enlightenment England», (*British Journal of Eighteenth Century Studies*, vol. III, num. 1 [1980]) y EVANS, Raymond J., *The Diffusion of Science: The Geographical Transmission of Natural Philosophy in the English Provinces, 1660-1760*, tesis doctoral; Universidad de Cambridge, 1982.

⁴⁸ SCHOFIELD, Robert E., «The Industrial Orientation of Science in the Lunar Society of Birmingham» y, sobre todo, *The Lunar Society of Birmingham: A Social History of Provincial Science and Industry in Eighteenth-Century England* (Oxford, Oxford University Press, 1963), *passim*; MUSSON, A. E., y ROBINSON, Eric, «Science and Industry in the Late Eighteenth Century», en MUSSON, A. E. y ROBINSON, Eric, *Science and Technology in the Industrial Revolution*, págs. 142-147; MCKENDRICK, Neil, *The Rôle of Science in the Industrial Revolution*, pág. 275; etc.

⁴⁹ MUSSON, A. E. y ROBINSON, Eric, *Science and Industry in the Late Eighteenth Century*, págs. 89-118, y NICHOLSON, F., *The Literary and Philosophical Society, 1781-1851*, (*Manchester Literary and Philosophical Society Memoirs*, vol. LXVIII, [1923-1924]), *passim*.

⁵⁰ ROBINSON, Eric, *The Derby Philosophical Society (Annals of Science*, vol. IX [1953]; *cit.* por su reimpresión en MUSSON, A. E. y ROBINSON, Eric, *Science and Technology in the Industrial Revolution*, págs. 190-199), *passim*.

⁵¹ MCKENDRICK, Neil, «The Rôle of Science in the Industrial Revolution», pág. 275.

⁵² SCHOFIELD, Robert E., «The Industrial Orientation of Science in the Lunar Society of Birmingham», especialmente págs. 410-415.

⁵³ JACOB, Margaret C., *The Cultural Meaning of the Scientific Revolution*, págs. 157-158.

ha hecho eco recientemente del sorprendente caso de la Spalding's Gentlemen Society, institución que llegaría a contar con 374 miembros (naturalmente no todos ellos activos) en una localidad de no más de 500 familias y que frecuentaron, entre otros, el famoso médico William Stukeley, el ingeniero John Grundy y el divulgador científico John Rowning. Filosofía newtoniana, historia natural y tecnología eran los tres ejes de la actividad de la sociedad, alguno de cuyos miembros —Grundy, sin ir más lejos— habrían de defender, una vez más, la relevancia del conocimiento teórico para la realización de las empresas tecnológicas con que soñaban él y sus consocios ⁵⁴.

La confluencia del fervor newtoniano y los más explícitos intereses tecnológicos no era, sin embargo, exclusiva de la Spalding's Gentlemen Society, por más que ciertamente sea ésta una asociación infrecuente en la extensísima bibliografía sobre la Revolución Industrial. Naturalmente explorar tal conexión nos obliga a volver una vez más sobre el problema de la difusión del newtonianismo en el siglo XVIII, si bien desde un ángulo enteramente distinto ⁵⁵. Para ello «necesitamos comprender el papel jugado por los discípulos y valedores de Newton en una sociedad que experimentaba una profunda transformación política y económica» ⁵⁶. Pero mientras que la dimensión ideológica del newtonianismo ha sido ya convenientemente estudiada ⁵⁷, no cabe decir lo mismo de la vertiente tecnológica del mismo. Conviene, sin embargo, recordar de entrada cómo «el vínculo entre la ciencia newtoniana y su aplicación tecnológica no fue casual ni su articulación dependió de circunstancias puramente coyunturales» ⁵⁸, sino que fue promovido por los primeros discípulos de Sir Isaac de una manera tan consciente como esforzada.

⁵⁴ Véase JACOB, Margaret C., *The Cultural Meaning of the Scientific Revolution*, pág. 158.

⁵⁵ La difusión del newtonianismo a lo largo del siglo XVIII ha sido tratada en numerosas ocasiones por los historiadores. De entre los innumerables trabajos consagrados al tema cabe destacar el ya clásico BRUNET, Pierre, *L'introduction des théories de Newton en France au XVIII^e siècle*, París, Librairie Scientifique Blanchard, 1931; HALL, A. Rupert, «Newton in France: A New View» (*History of Science*, vol. XIII [1975]); GUERLAC, Henry, *Newton on the Continent*, Ithaca (N.Y.), Cornell University Press, 1981; BOSS, Valentin, *Newton and Russia: The Early Influence*, Cambridge (Mass.), Harvard University Press, 1972; CASINI, Paolo, «Le newtonianisme au siècle des lumières» (*Dix-huitième siècle*, vol. I [1969]) y «Les débuts du newtonianisme en Italie» (*Dix-huitième siècle*, vol. X [1978]); y FERRONE, Vincenzo, *Scienza, natura, religione. Mondo newtoniano e cultura italiana nel primo Settecento*, Nápoles, Jovene Editore, 1982. La línea de investigación que hemos seguido en este artículo es, sin embargo, particularmente deudora de los trabajos de Larry Stewart y Margaret C. Jacob citados frecuentemente en estas notas.

⁵⁶ STEWART, Larry, «Public Lectures and Private Patronage in Newtonian England», *Isis*, vol. LXXVII, núm. 286 (1986), pág. 47. La tarea es acometida por el propio Stewart en su excelente *The Rise of Public Science. Rhetoric, Technology, and Natural Philosophy in Newtonian Britain, 1660-1750*, Cambridge, Cambridge University Press, 1992.

⁵⁷ JACOB, Margaret C., *The Newtonians and the English Revolution, 1689-1720*, Ithaca (N.Y.), Cornell University Press, 1976; puede verse asimismo una reconstrucción más sumaria en ELENA, Alberto, «¿Estilo newtoniano o ideología newtoniana?» (en ELENA, Alberto, *A hombros de gigantes. Estudios sobre la Primera Revolución Científica*; Madrid, Alianza Editorial, 1989).

⁵⁸ JACOB, Margaret C., *The Cultural Meaning of the Scientific Revolution*, págs. 140-141.

Una cosa es clara: en la Inglaterra de «entre aproximadamente 1680 y 1750 ciencia, o filosofía natural, quería decir Newton»⁵⁹. Simon Schaffer ha sido más preciso y ha mostrado convenientemente cómo fue el interés por la teoría de la materia newtoniana lo que dio cohesión a la aparentemente multiforme filosofía natural de este período⁶⁰. Sin duda para muchos la obra de Newton representaba ante todo un método óptimo para el estudio de la naturaleza (el éxito del nuevo sistema del mundo así lo evidenciaba)⁶¹, mas para otros newtonianos venía a ser prácticamente sinónimo de filosofía corpuscular. Arnold Thackray⁶² ha puesto adecuadamente de relieve cuán profundo fue el influjo ejercido por Sir Isaac en la química del siglo XVIII. En particular, la herencia newtoniana significaba dos cosas para los cultivadores de la misma: primero, que la materia era perfectamente homogénea; y, segundo, que la suya era una disciplina cuantificable y rigurosa como la que más, puesto que su objeto no era otro que el estudio de las afinidades químicas (o, mejor, de las fuerzas de atracción entre las partículas materiales), siendo éste susceptible de un tratamiento análogo al que tan buen resultado había dado a escala macroscópica⁶³. Así, para muchos de los filósofos naturales de comienzos del siglo XVIII ser newtonianos significaba proseguir la investigación de los *principios activos* revelados a través de las fuerzas que operan en la naturaleza (la electricidad, sobre todo), conforme al programa experimental diseñado en la *Opticks* y, más en concreto, en las famosas *Queries* que cerraban dicha obra. Este *newtonianismo experimental*⁶⁴ vino, pues, a erigirse en una de las principales orientaciones de la filosofía natural de la primera mitad del siglo XVIII y sin duda desempeñó un papel de primera magnitud en el proceso de difusión y popularización de las nuevas ideas que habían encontrado ya su sanción teológica y política con las Boyle Lectures⁶⁵.

Porque, como muy bien ha apuntado Jim Bennett, «en esta primera fase de la difusión de la filosofía natural newtoniana el componente experimental se vio reforzado al arroparse las conferencias públicas con demostraciones

⁵⁹ ROUSSEAU, George S., «Science Books and their Readers in the Eighteenth Century» (en RIVERS, I. [ed.], *Books and their Readers in Eighteenth-Century England*; Leicester, Leicester University Press, 1982), pág. 215.

⁶⁰ SCHAFER, Simon, «Natural Philosophy» (en George ROUSSEAU, S. y PORTER, Roy [eds.], *The Ferment of Knowledge*), págs. 55-92 y, muy especialmente, págs. 58-71.

⁶¹ Véase I. COHEN, Bernard, *Franklin and Newton*, Filadelfia, The American Philosophical Society, 1956, págs. 179-182. Incluso en ingenieros como John Smeaton la influencia de Newton en el plano metodológico es innegable, tal y como oportunamente subrayara CARDWELL, D. S. L., «Science, Technology and Industry», pág. 470.

⁶² THACKRAY, Arnold, *Atoms and Powers. An Essay on Newtonian Matter-Theory and the Development of Chemistry*, Cambridge (Mass.), Harvard University Press, 1970, *passim*.

⁶³ THACKRAY, Arnold, *Atoms and Powers* (cit. por la ed. italiana *Atomi e Forze. Studio sulla teoria della materia in Newton*; Bolonia, Società Editrice Il Mulino, 1981), pág. 21.

⁶⁴ COHEN, I. Bernard, *Franklin and Newton*, especialmente págs. 151-201.

⁶⁵ JACOB, Margaret C., *The Newtonians and the English Revolution, 1689-1720*, especialmente págs. 143-200.

prácticas»⁶⁶. Este fue, ciertamente, uno de los fenómenos más característicos de la ciencia inglesa de comienzos del siglo XVIII y no cabe duda alguna de que sus promotores fueron los discípulos y seguidores de Newton⁶⁷. No se conocen con exactitud los orígenes de estos cursos y conferencias populares en la Restauración, pero es innegable que con el advenimiento del nuevo siglo no eran ya una novedad. Las más famosas de esas conferencias eran las que a la sazón —entre 1698 y 1707, probablemente— impartiera John Harris en la Marine Coffee House gracias a la financiación de Charles Cox, un cervecero de Southwark deseoso de contribuir a la divulgación de la filosofía natural y las matemáticas aplicadas. El hecho de que se celebraran en una *coffee house* habla a las claras del carácter popular de las mismas, al tiempo que de la importancia de esta institución en la vida cultural inglesa de la época⁶⁸. En efecto, «las conferencias públicas fueron el vehículo por medio del cual la de otro modo esotérica e incomprensible filosofía natural de carácter matemático devino inteligible para un público mucho mayor que el que hubiera podido leer los *Principia*»⁶⁹. Como Larry Stewart oportunamente recordara⁷⁰, este espíritu democrático estaba sin duda bien arraigado en muchos de los popularizadores de Newton de comienzos del siglo XVIII y así Benjamin Martin,

⁶⁶ BENNETT, Jim, «The Scientific Context» (en PORTER, Roy, SCHAFFER, Simon, BENNETT, Jim y BROWN, Olivia, *Science and Profit in Eighteenth-Century London*), pág. 6. Naturalmente ése fue el mayor estímulo para el desarrollo de una floreciente industria de fabricación de instrumentos científicos, sin parangón en la Europa continental, destinados no ya a la investigación en sentido estricto, sino a su empleo en conferencias y exhibiciones públicas o, simplemente, a entretener en su ocio a amateurs acomodados. Sobre este problema pueden verse, además de la obra que acabamos de citar, MILLBURN, John R., *Benjamin Martin, Author, Instrument-Maker and Country Showman* (Leiden, Noodhoff, 1976), y «The Office of Ordnance and the Instrument-Making Trade in the Mid-Eighteenth Century» (*Annals of Science*, vol. XLV, num. 3 [1988]); y ROBISCHON, Mary M., *Scientific Instrument Makers in London during the Seventeenth and Eighteenth Century* (tesis doctoral, Universidad de Michigan, 1983).

⁶⁷ En realidad, esta preocupación por la educación popular ni siquiera puede decirse que fuera ajena al propio Newton; véase, por ejemplo, *The Correspondence of Isaac Newton* (Cambridge, Cambridge University Press, 1961), vol. III, págs. 357-368. Sobre los cursos y conferencias públicos en la Inglaterra de comienzos del siglo XVIII pueden verse ROWBOTTOM, Margaret, «The Teaching of Experimental Philosophy in England, 1700-1730» (en *Actes du XI^e Congrès International d'Histoire des Sciences*; Wrocław-Varsovia-Cracovia, Ossolineum, 1968); GIBBS, F. W., «Itinerant Lecturers in Natural Philosophy» (*Ambix*, vol. VI [1960]); y, desde una perspectiva más amplia, el excelente artículo de STEWART, Larry, «The Selling of Newton: Science and Technology in Early Eighteenth-Century England» (*Journal of British Studies*, vol. XXV, num. 2 [1986]), y su obra *The Rise of Public Science*, ya citada.

⁶⁸ «La auténtica fuente de la popularización de la filosofía natural en el siglo XVIII, así como el origen de muchos libros, ha de buscarse en las *coffee houses* de Inglaterra, sus *penny universities*, y no es las academias militares, escuelas o universidades, al menos hasta 1720» (ROUSSEAU, George S., «Science Books and their Readers in the Eighteenth Century», pág. 207). Véase también ELLIS, Aytoun, *The Penny Universities: A History of the Coffee Houses* (Londres, Secker and Warburg, 1956).

⁶⁹ STEWART, Larry, *The Selling of Newton*, pág. 179.

⁷⁰ STEWART, Larry, *The Selling of Newton*, pág. 179.

uno de los más famosos conferenciantes itinerantes del momento, reprochaba explícitamente a Pemberton que su *View of Sir Isaac Newton's Philosophy* hubiera sido «demasiado cara para el bolsillo del gran público»⁷¹, casi tanto como los *Principia* del maestro. De este modo, los newtonianos de comienzos del siglo XVIII trataron de llegar a un público no sólo más amplio, sino cualitativamente distinto, del que hubiera podido tener acceso directo a las obras de Sir Isaac. Intereses prácticos y comerciales se superpusieron a los estrictamente científicos y culturales, pero tanto en un caso como en el otro era preciso ofrecer una versión más accesible (sin duda no-matemática) de la filosofía natural newtoniana y en ello la vertiente experimental de ésta se reveló un óptimo aliado⁷².

Los cursos de Harris se interrumpieron en 1707, pero James Hodgson — hasta entonces ayudante de Flamsteed— y Francis Hauksbee —el conocido fabricante de instrumentos— tomaron el relevo casi inmediatamente y, cuando ellos dieron por concluida su tarea, otro newtoniano, Humphrey Ditton, se haría cargo de las ya prestigiosas conferencias de la Marine Coffee House hasta su fallecimiento en la primavera de 1715. Pero en esas fechas había ya alternativas a estos cursos en otros foros. Así, por ejemplo, John Keill —un discípulo de David Gregory que había acompañado a éste desde la universidad de Edimburgo a la de Oxford— comenzó a impartir cursos de filosofía natural desde una perspectiva marcadamente experimental en Hart Hall, Oxford, en 1704 ó 1705. Entre los asistentes a sus conferencias se encontraba Jean Téophile Desaguliers (de quien tendremos ocasión de hablar largo y tendido en las páginas que siguen), que le sucedería a partir de 1710 y que más tarde reconocería a Keill como uno de los principales artífices de esta nutrida tradición de conferencias populares de

⁷¹ MARTIN, Benjamin, *The Philosophical Grammar; Being a View of the Present State of Experimental Physiology, or Natural Philosophy* (Londres, J. Noon, 1735), pág. vi.

⁷² Véase JACOB, Margaret C., *The Cultural Meaning of the Scientific Revolution*, pág. 141. George S. Rousseau ha mostrado cómo esta extraordinaria difusión de la filosofía natural en Inglaterra a partir de 1710-1720 no sólo dio lugar a un índice de consumo de libros sin precedentes («Science Books and their Readers in the Eighteenth Century», pág. 211), sino que fueron estas exigencias populares las responsables en última instancia de que obras derivativas, textos de divulgación debidos a discípulos, se publicaran e incluso reimprimieran con más frecuencia que las obras del propio Newton (Rousseau, pág. 218). Esta industria editorial newtoniana llegaría incluso a públicos hasta entonces enteramente ajenos al mundo de la filosofía natural, como es el caso de las mujeres y los niños. En 1690 el *Athenian Mercury* de John Dunton había ya dado cabida a la curiosidad femenina sobre cuestiones científicas, si bien sería a partir de 1704 con la publicación del *Ladies' Diary* cuando este público encontrara su auténtico cauce de información (por no hablar ya de libros como el de Algarotti, rápidamente traducido al inglés: véase a este respecto el trabajo de FEHÉR, Márta, «The Triumphal March of a Paradigm, A Case Study of the Popularization of Newtonian Science»; en FEHÉR, Márta, *Changing Tools. Case Studies in the History of Scientific Methodology*, Budapest, Akadémiai Kiadó, 1995). Tom Telescope's *Newtonian System of Philosophy*, recientemente estudiado por SECORD, James «Newton in the Nursery: Tom Telescope and the Philosophy of Tops and Balls, 1761-1838» (*History of Science*, vol. XXIII [1985]), haría lo propio en el caso del público infantil algunas décadas más tarde.

filosofía experimental⁷³. En Cambridge, mientras tanto, Roger Cotes y William Whiston habían iniciado —en mayo de 1707— un curso de filosofía experimental centrado en problemas de pneumática e hidrostática, que ni siquiera se interrumpió al ser expulsado Whiston de la universidad por sus ideas heréticas, ya que le sustituyó Roger Smith, primo de Cotes (mientras que Whiston acudió a Londres para aliarse con Hauksbee en una nueva serie de conferencias populares en la gran ciudad, donde sin embargo Desaguliers se venía erigiendo en el principal animador de tales empresas). La oferta londinense se completó en 1720 con los cursos regulares que Thomas Watts, Benjamin Worster y, más tarde, James Stirling, Peter Brown y William Vream impartieran en la academia que el primero de ellos dirigía en Little Tower Street (inicialmente una escuela para contables, reconvertida en un foro para la difusión de la filosofía experimental)⁷⁴.

El prestigio de todos estos conferenciantes fue pronto reconocido e incluso en el extranjero comenzó a hablarse de un estilo inglés a la hora de enseñar la filosofía natural. Así, por ejemplo, Willem J. s'Gravesande —que había sido discípulo de Desaguliers en Londres— escribía en 1720 en el prefacio a un manual introductorio a la filosofía newtoniana: «Dado el carácter abstracto de todas las demostraciones matemáticas, no me cabe la menor duda de que resultarían más fáciles si las conclusiones se establecieran ante nuestros ojos por procedimientos experimentales, siguiendo el ejemplo de los ingleses, cuya forma de enseñar la filosofía natural es la que me sugirió el método que he seguido en esta obra»⁷⁵. Esta era, en efecto, la naturaleza de la mayor parte de las conferencias populares impartidas por los discípulos de Newton. «Los primeros conferenciantes, y luego todos sus sucesores empleaban ingenios de creciente complejidad —especialmente bombas pneumáticas e hidráulicas, palancas, poleas y péndulos— para ilustrar las leyes newtonianas del movimiento y mostrar simultáneamente su posible aplicación a los negocios, el comercio y la industria. Desde el primer momento era obvio que carecía de

⁷³ DESAGULIERS, Jean Téophile, *A Course of Experimental Philosophy* (vol. I: Londres, J. Senex, W. Innys, R. Manby, J. Osborn y T. Longman, 1734 / vol. II: Londres, W. Innys, M. Senex y T. Longman, 1744), vol. I, prefacio, pág. vi.

⁷⁴ Ni que decir tiene que esta somera descripción no aspira en absoluto a cubrir la totalidad de los cursos y conferencia populares de filosofía natural en el Londres de comienzos del siglo XVIII. Cualquier relación que aspirase a ser mínimamente completa debería incluir, por lo demás, los innumerables cursos y conferencia impartidos en las provincias por hombres como James Jurin (Newcastle), John Horsley (Newcastle, Morphet, Bath), Isaac Thompson (Durham, Newcastle), Peter Shaw (Scarborough), Caleb Rotheram (Kendal y Manchester), James Ardern (Manchester), Matthew Turner (Warrington)..., por no hablar de Benjamin Martin, un auténtico profesional de los cursos itinerantes. Incluso las grandes figuras abandonaron Londres en más de una ocasión para impartir cursos y conferencias en las provincias —caso de Whiston y Desaguliers, por ejemplo— si es que no en el extranjero (Desaguliers cruzaría el Canal para impartir sus cursos en las Provincias Unidas).

⁷⁵ S'GRAVESANDE, Willem J., *Physices elementa mathematica, experimentis confirmata. Sive introductio ad philosophiam Newtonianam* (Leiden, Van der Aa, 1720), prefacio.

sentido ofrecer explicaciones matemáticas a un público integrado por legos. El formato de estas primeras conferencias venía dictado por los intereses de hombres preocupados por pesar y trasladar mercancías, perfeccionar los transportes marítimos y fluviales, drenar pantanos o eliminar la humedad de las minas (...) Por medio de estas conferencias científicas la naturaleza devenía cognoscible, sus leyes podían ser controladas a placer y, lo que no era menos importante, aplicadas»⁷⁶.

En una palabra, pues, «muchos de los de hoy en día oscuros valedores de la filosofía natural newtoniana reconocieron en ella un elemento práctico ligado al utilitarismo de corte baconiano del siglo XVII»⁷⁷. Los intereses comerciales no sólo predominaban entre el público de los cursos y conferencias populares, sino que constituían su misma razón de ser: no en vano tales actividades solían estar financiadas por hombres de negocios (quienes, por cierto, también se contaban entre los principales suscriptores de las publicaciones de Newton y sus discípulos). Para Larry Stewart, pionero en el estudio de esta problemática, «esta compleja red de asociaciones financieras podría tal vez ser adecuadamente descrita como una combinación de patronazgo e inversión»⁷⁸. Dentro de esta sin duda «destacable convergencia de intereses científicos y financieros»⁷⁹, los filósofos experimentales ingleses de la primera mitad del siglo XVIII encontraron numerosas y excepcionales ocasiones para prodigar sus talentos. No sólo floreció, como antes se apuntaba, el negocio de la fabricación de instrumentos científicos, sino que la demanda de expertos en los más diversas esferas del conocimiento tecnológico (minería, suministro de agua, ingenios mecánicos, etc.) no tuvo destinatarios mejores que ellos. Y ciertamente los filósofos experimentales «no pecaron de tibieza a la hora de responder a las exigencias de los patrones con que se encontraban, lo que también explica en parte el gran número de invenciones prácticas debidas a cuantos tomaban parte activa en las conferencias públicas»⁸⁰. El caso de Jean Théophile Desaguliers, cuyos cursos alcanzaron un prestigio incuestionable, no es menos característico a este respecto y puede servirnos aquí como prototipo del quehacer de tantos otros filósofos naturales ingleses de la primera mitad del siglo XVIII (a los que por obvias razones de espacio no podemos prestar aquí la debida atención).

Desaguliers había nacido en La Rochelle (Francia) en 1683⁸¹, pero su familia se trasladó muy pronto a Inglaterra y allí creció John Teophilus —como

⁷⁶ JACOB, Margaret C., *The Cultural Meaning of the Scientific Revolution*, pág. 142.

⁷⁷ STEWART, Larry, «Public Lectures and Private Patronage in Newtonian England», pág. 47.

⁷⁸ STEWART, Larry, «Public Lectures and Private Patronage in Newtonian England», pág. 52.

⁷⁹ STEWART, Larry, «The Selling of Newton», pág. 183.

⁸⁰ STEWART, Larry, «The Selling of Newton», pág. 188.

⁸¹ No existe aún una biografía rigurosa de Desaguliers. Información útil al respecto puede encontrarse en HALL, A. Rupert, «Desaguliers, John Teophilus» (en Charles C. Gillispie [ed.], *Dictionary of Scientific Biography*; Nueva York, Charles Scribner's and Sons, 1970-1980), vol. IV, págs. 43-46; TORLAIS, Jean, *Un Rochelais grand-maître de la Franc-Maçonnerie et physicien au XVIII^e siècle: Le Révérend J.-T. Desaguliers* (La Rochelle, F. Pijollet, 1937); y, sobre todo, ROWBOTTOM, Margaret, «John Teophilus Desaguliers» (*Proceedings of the Huguenot Society of London*, vol. XXI [1965-1970]).

desde entonces sería conocido—, estudiando en Oxford entre 1705 y 1712, momento éste en que contraería matrimonio y, una vez afincado en Londres, comenzara a impartir sus célebres cursos (ya en Oxford había sustituido, como dijimos, a John Keill en los suyos entre 1710 y 1712). En julio de 1714 fue elegido *fellow* de la Royal Society y, poco después, en 1716, *curator of experiments* de la misma (cargo que detentaría hasta el año mismo de su muerte, 1744). En las sesiones de la sociedad pudo conocer a James Brydges, duque de Chandos, quien en 1716 le contrataría como capellán privado (Desaguliers había sido ordenado en 1710, aunque hasta entonces jamás había ejercido). Paralelamente tomaría parte activa en las actividades de la Gran Logia masónica londinense, sin que ninguna de estas —u otras— ocupaciones le distrajera de sus cursos populares de filosofía experimental, que alcanzaban ya 121 ediciones en el momento de publicar el primer volumen del texto definitivo de los mismos en 1734 ⁸².

Nada mejor, por cierto, que un atento examen del prefacio de este famoso *Course of Experimental Philosophy* (1734-1744) para conocer los intereses, planteamientos y métodos de Desaguliers: «Todo nuestro conocimiento de la naturaleza depende de los hechos, pues sin observaciones y experimentos nuestra filosofía natural no sería otra cosa que una ciencia de los términos y una jerga ininteligible. Ahora bien, luego hemos de recabar el auxilio de la geometría y la aritmética, si no queremos contentarnos con una mera historia natural y una filosofía conjetural» ⁸³. Es Newton, y no Descartes, quien a juicio de Desaguliers ha logrado materializar esta ambiciosa, aunque de todo punto necesaria, síntesis de la experiencia y las matemáticas. Pero si bien es cierto que la verdad de la filosofía newtoniana se funda en las matemáticas, no lo es menos que «sus descubrimientos físicos pueden ser enseñados sin necesidad de recurrir a aquéllas. Así, el gran Mr. Locke fue el primero en convertirse en newtoniano sin la ayuda de la geometría, pues habiendo preguntado a Mr. Huygens si todas las proposiciones matemáticas de los *Principia* eran verdaderas y habiéndole éste contestado que ciertamente podía confiar en su certeza, las dio por buenas y procedió a examinar atentamente los razonamientos y corolarios de ellas derivados hasta convertirse en un maestro en cuestiones de física y quedar plenamente convencido de los grandes descubrimientos contenidos en el libro. Luego leyó la *Opticks* con deleite, familiarizándose con cuanto hay en esta obra que no sea estrictamente matemático (todo esto me lo contó en distintas ocasiones el propio Newton ⁸⁴). Ahora bien, desde que se han inventado máquinas para explicar y demostrar experimentalmente lo que Sir Isaac Newton probara matemáticamente y varios de sus

⁸² *A Course of Experimental Philosophy*, vol. I, prefacio, págs. v-vi. Con anterioridad habían visto la luz sus *Physico-Mechanical Lectures* (1717), *A System of Experimental Philosophy, Prov'd by Mechanics* (1719) —editada por Paul Dawson sin la autorización del autor— y *A Course of Mechanical and Experimental Philosophy* (1725).

⁸³ *A Course of Experimental Philosophy*, vol. I, prefacio, pág. i.

⁸⁴ Desaguliers estuvo siempre en muy buenos términos con Newton, hasta el punto de que éste fue el padrino del tercero de sus hijos, no por casualidad llamado John Isaac.

experimentos se han reproducido en cursos públicos, son muchas las personas que se han instruido en filosofía natural al tiempo que les servía de entretenimiento; incluso hay algunos a los que tanto ha complacido lo que así han aprendido que han decidido estudiar matemáticas, que son las que a la postre harán de ellos filósofos eminentes»⁸⁵. Pero, añade Desaguliers, «como quiera que la mayor parte de mi auditorio —a instancias del cual he dado a la imprenta este curso— está escasamente versado en las ciencias matemáticas, no hay en las conferencias difíciles demostraciones geométricas ni cálculos algebraicos, probándose todo en cambio mediante múltiples experimentos, de manera que si alguno no acierta a producir una clara e inmediata convicción, otro sí lo hará. Lo único que pido a mis lectores es atención y sentido común, más un mínimo de conocimientos de aritmética; siempre y cuando, eso sí, comiencen por la primera lección y sigan adelante con constancia para que puedan avanzar desde las verdades más sencillas hasta las más complejas que de ellas se deducen»⁸⁶.

Los asistentes a los cursos de Desaguliers no podían, en absoluto, sentirse defraudados, al menos en el sentido de que encontraban exactamente lo que se les prometía⁸⁷. En un principio —esto es, en la década de 1710— los cursos seguían fielmente el patrón de los de Keill, viéndose reforzados con buen número de experimentos neumáticos a raíz de sus contactos con Hauksbee. Con el paso del tiempo, sin embargo, el creciente interés de Desaguliers por cuestiones mecánicas y tecnológicas dejaría su huella en los cursos, tal y como evidencia el texto de 1734-1744⁸⁸. Una prueba adicional de su sincero interés por tales problemas, alejado de cualquier oportunismo pasajero, la tenemos en el medio centenar de comunicaciones publicadas por Desaguliers en las *Philosophical Transactions* de la Royal Society entre 1716 y 1742⁸⁹ o en el carácter de los experimentos cuya ejecución supervisó en las sesiones de la sociedad⁹⁰: niveles, higrómetros, grúas, carretillas, aparatos para determinar la longitud en el mar, norias, ventiladores, bombas hidráulicas, máquinas de vapor... son algunos de los ingenios que atrajeron la atención de Desaguliers de manera casi ininterrumpida a lo largo de toda su vida.

⁸⁵ *A Course of Experimental Philosophy*, vol. I, prefacio, págs. iv-v.

⁸⁶ *A Course of Experimental Philosophy*, vol. I, prefacio, pág. vii.

⁸⁷ Siempre tenían, en cualquier caso, la posibilidad de abandonarlo antes de hacer efectivo el segundo pago de la cuota de asistencia, pues una guinea debía pagarse en el momento de la inscripción, pero la otra sólo tras la tercera sesión del curso; véase ROWBOTTOM, Margaret, «John Teophilus Desaguliers», pág. 202.

⁸⁸ Incluso entre la publicación del primer y el segundo volumen se aprecia nítidamente una cada vez mayor dedicación a problemas tecnológicos: de hecho, su estudio de las máquinas de Newcomen, los sistemas de suministro de agua o los ventiladores —de los que se habla más adelante— aparecerán el segundo volumen.

⁸⁹ Véase la somera presentación que de ellas hace ROWBOTTOM, Margaret, «John Teophilus Desaguliers», págs. 210-211.

⁹⁰ Véase THACKRAY, Arnold, *Atoms and Powers*, pág. 259.

Pero si bien la profunda implicación de Desaguliers en cursos y conferencias populares a lo largo de cuarenta y cinco años nos obliga ciertamente a sustraer su obra y su figura de cualquier cosa que cupiera calificar de ciencia pura o de mera lucubración especulativa, su actividad pública presenta por lo demás estrechos vínculos con el mundo comercial y financiero de la Inglaterra de la época, que sin duda trascienden la pura conexión docente. No por casualidad el *Newcastle Courant* anunciaba en 1741 un curso de Desaguliers subrayando que sería «particularmente útil a aquellos caballeros interesados en las minas de carbón, toda vez que [el conferenciante] conoce un método infalible para eliminar la humedad de los pozos»⁹¹. Sin duda Desaguliers no hubiera considerado indigno tal reclamo, él que por esas mismas fechas escribía en el prefacio a una traducción de Vaucanson: «Sigo aún trabajando en mi campo, que durante tantos años ha consistido en explicar no sólo los fenómenos de la naturaleza, sino también las operaciones de las artes [the Works of Art]»⁹². Enemigo desde siempre de esa tendencia de los artesanos a revestir su trabajo de una aureola de misterio y a propagar la falsa doctrina de que «muchas de las cosas que son verdad en la teoría no funcionan en la práctica»⁹³, Desaguliers pensaba por el contrario que nada puede haber más misterioso en las operaciones del hombre que en las cada vez más diáfanos operaciones de la naturaleza. Y a partir de ahí su credo no podía ser más explícito, tal y como su discusión —en el segundo volumen del *Course*— de la posible aplicación de la máquina de Savery para bombear agua en las minas de carbón evidenciaba a las claras: dado que la mano de obra es cara —incluso utilizar caballos como fuerza motriz lo es—, lo que hace falta es «que llegue un filósofo y encuentre el modo de accionar el balancín [de la bomba] sin necesidad del concurso de hombres o caballos»⁹⁴. Esta preocupación —económica si se quiere, pero desde luego extracientífica— encontraría un óptimo cauce a través de la asociación de Desaguliers con el duque de Chandos, su patrón durante casi tres décadas.

⁹¹ Citado por STEWART, Larry, «The Selling of Newton», pág. 182. El anuncio hace referencia obviamente a las investigaciones de Desaguliers sobre ventiladores, suscitada por la consulta de que había sido objeto en 1723 referente a la ventilación de las cámaras parlamentarias. Con el tiempo los ventiladores se revelaron idóneos para múltiples usos (secar el grano, ventilar hospitales, buques o minas, etc.) y fueron objeto de atención no sólo por parte de Desaguliers (quien añadiría un apéndice sobre el tema al segundo volumen del *Course*, págs. 556-569), sino también de destacadas figuras como Stephen Hales —autor de *A Description of Ventilators* (1743) y *A Treatise on Ventilators* (1758)— o Thomas Yeoman. Sobre el tema pueden verse ROBINSON, Eric, «The Profession of Civil Engineer in the Eighteenth Century: A Portrait of Thomas Yeoman, F. R. S., 1704(?)–1781» (*Annals of Science*, vol. XVIII, num. 4 [1962]/ cit. por su reimpresión en MUSSON, A. E. y ROBINSON, Eric, *Science and Technology in the Industrial Revolution*), págs. 378-379 y 384-387; y ALLEN, D. G. C. y SCHOFIELD, R. E., *Stephen Hales: Scientist and Philanthropist* (Londres, Scolar Press, 1980), págs. 81 y ss.

⁹² Nota del traductor a VAUCANSON, Jacques, *An Account of the Mechanism of an Automation or Image Playing on the German-Flute* (Londres, T. Parker, 1742).

⁹³ *A Course of Experimental Philosophy*, vol. II, págs. 415-416.

⁹⁴ *A Course of Experimental Philosophy*, vol. II, pág. 468.

Porque ni Desaguliers se limitó a ser el capellán del duque de Chandos ni, por lo demás, parece que éste le contratara con esta sola misión. En efecto, «aunque el cargo religioso pudo haber suministrado la excusa para que [Desaguliers] entrara al servicio del duque, lo que realmente atraía a éste era su pericia técnica»⁹⁵ y así sabemos, por ejemplo, que en 1718 el filósofo diseñó una máquina de vapor para bombear agua a un depósito situado en lo alto de la casa de Chandos en Cavendish Square o que, por poner sólo otro ejemplo, en 1722 estaba ocupado en la construcción de fuentes en la finca del duque en Cannons. «He estudiado durante muchos años las máquinas hidráulicas»⁹⁶, escribía Desaguliers al comienzo del segundo volumen de su *Course* como si deseara justificar la gran atención que a este tema presta en el mismo⁹⁷. De hecho, Desaguliers no se había limitado en absoluto a satisfacer las exigencias domésticas del duque a este respecto. Antes bien, había servido de asesor a la York Buildings Company —una de las muchas en que Chandos tenía intereses— en sus proyectos de suministro de agua al área metropolitana londinense⁹⁸, siendo posteriormente consultado sobre idéntico particular por los magistrados de Edimburgo. Lo que ediles y empresarios buscaban en Desaguliers era la opinión y el consejo de uno de los máximos expertos en máquinas de vapor, cuyo uso deseaban generalizar para el bombeo de agua de cara al suministro urbano, y a decir verdad no se equivocaban recurriendo a él.

Las *máquinas de fuego*, como a la sazón eran conocida las máquinas atmosféricas de vapor de Savery y Newcomen, encontraban sus más notables aplicaciones en el suministro de agua y en las minas. La York Buildings Company no sólo se ocupaba de aquél, sino que también estaba interesada en sus aplicaciones a la industria minera del norte del país. Y de nuevo en este punto Desaguliers se revela como una figura crucial, responsable en buena medida de la difusión de las *máquinas de fuego* en las minas inglesas e incluso —a través de señalados intermediarios— fuera de las Islas. Porque, en efecto, John O'Kelly, Joseph Fischer von Erlach o Marten Triewald —introdutores de las máquinas de Newcomen en Walonia, Hungría y Suecia, respectivamente⁹⁹—

⁹⁵ STEWART, Larry, «Public Lectures and Private Patronage in Newtonian England», pág. 53. Sobre el duque de Chandos, que también fue protector de John Keill y Richard Bentley, puede verse asimismo C.H. BAKER, Collins y BAKER, Muriel I., *The Life and Circumstances of James Brydges, First Duke of Chandos* (Oxford, Clarendon Press, 1949).

⁹⁶ *A Course of Experimental Philosophy*, vol. II, pág. vi.

⁹⁷ Varias de las memorias publicadas en las *Philosophical Transactions* se ocupan de estos mismos problemas, habiendo por lo demás traducido Desaguliers en 1718 un par de tratados de Mariotte sobre el particular: *The Motion of Water and Other Fluids. Being a Treatise of Hydrostatics... Together with a Treatise of the Same Author, giving Practical Rules for Fountains, or Jets d'Eau* (Londres, J. Senex, 1718).

⁹⁸ Sobre estos proyectos véase SMITH, Alan, «Steam and the City: The Committee of Proprietors of the Invention for Raising Water by Fire, 1715-1735» (*Transactions of the Newcomen Society*, vol XLIX [1977-1978]).

⁹⁹ Sobre la introducción de las máquinas de Newcomen en el Continente véase HOLLISTER-SHORT, G. J., «The Introduction of the Newcomen Engine into Europe», *passim*.

estuvieron asociados de una manera u otra a Desaguliers (Von Erlach y Triewald habían incluso asistido a sus cursos entre 1717 y 1719) y, a instancias suyas, trabajaron en las minas del norte de Inglaterra, antes de regresar a sus países, para familiarizarse con la nueva tecnología. Sabemos también que en 1718 tuvo lugar una demostración del funcionamiento de la máquina de Newcomen ante la Royal Society¹⁰⁰ y es más que implausible suponer que Desa-

¹⁰⁰ Véase HOLLISTER-SHORT, G. J., «The Introduction of the Newcomen Engine into Europe», pág. 24, donde se hace eco de la información aducida por KEYSER, J. G., *Neueste Reisen durch Deutschland, Bohmen, Ungarn, die Schweiz, Italien und Lothringen* (Hanover, N. Forster, 1740-1751), vol. II, pág. 1226. Ciertamente cabría preguntarse por el papel desempeñado por la Royal Society en todo este proceso. Un somero análisis de los artículos publicados en las *Philosophical Transactions* muestra cómo frente al 8% del total alcanzado durante el período 1665-1701 por contribuciones centradas en cuestiones tecnológicas, véase MERTON, Robert K., *Science, Technology and Society in Seventeenth-Century England* (Osiris, vol. IV [1978] / cit por la ed. cast. *Ciencia, tecnología y sociedad en la Inglaterra del siglo XVII*; Madrid, Alianza Editorial, 1984), págs. 75-78, este índice apenas si llega al 5% entre 1700 y 1732. Indudablemente esta apreciación no tiene sino un valor relativo, pues la publicación de las *Philosophical Transactions* no agota en absoluto la actividad de la Royal Society, mas con todo resulta indicativa de un acusado descenso del interés por los problemas tecnológicos en el primer tercio del siglo XVIII. En realidad no es que la institución como tal se desentendiera de la dimensión tecnológica de la ciencia de la época: la concesión de la Medalla Copley, su máximo galardón, a técnicos e ingenieros como John Harrison en 1749 (por su invención del cronómetro marino) o John Smeaton en 1759 (por sus famosos trabajos en el faro de Eddystone), entre otros muchos, pone de relieve el reconocimiento de esta vertiente utilitarista de la ciencia. Lo que estaba en juego, sin embargo, era la capacidad para promoverlo y en eso la Royal Society se había revelado poco apta desde su tentativa original de compilar una historia de los oficios. La sociedad no fue capaz de canalizar las inquietudes prácticas de algunos de sus fellows ni supo hacerse eco de la demanda procedente del exterior de la misma: así, es muy significativo que en 1711 la Royal Society desestimara la propuesta de Denis Papin de crear una *New Inventions Company* que se encargara de explotar económicamente las invenciones de los socios (*Journal Book of the Royal Society*, vol. V, 26 de abril de 1711; cit. por STEWART, Larry, «Public Lectures and Private Patronage in Newtonian England», pág. 58). Estos hubieron de buscarse sus patrones fuera de la institución y así su actividad escapó a cualquier control por parte de la misma para estar regida por inquietos *entrepreneurs* a los que las permanentes tendencias elitistas de la sociedad no siempre dieron acogida más allá del refrendo simbólico de sus galardones. Baste recordar las quejas del que luego sería *fellow* de la sociedad y receptor de la Medalla Copley, John Smeaton, quien en 1747 denunciaba el marcado componente elitista de dicho club de *gentlemen*, que había estipulado una cuota de admisión de nada menos que 23 libras: «Sólo los filósofos acomodados pueden permitirse pagarlo, así que me parece que el dicho papista se aplica perfectamente a ellos: si no hay cuartos, no hay padre nuestro [*'no penny no paternoster'*]» (Cit. por JACOB, Margaret C., *The Cultural Meaning of the Scientific Revolution*, pág. 161). El acusado divorcio de la élite culta y los técnicos, artesanos y comerciantes, ya patente desde la fundación de la sociedad, véase HUNTER, Michael, *The Royal Society and its Fellows, 1660-1700* (Chalfont St. Giles, The British Society for the History of Science, 1982), págs. 8-9, 24-26 y 115, o, para un cómputo ligeramente distinto que toma en cuenta además los *fellows* extranjeros, GÓMEZ, Susana, MILLÁN, Agustín, MORENO, Carlos y PASCUAL, María José, «Las relaciones internacionales de la Royal Society of London (1660-1700)», (*Sylva Clivus*, vol. I, num 1 <1987>), págs. 23-26, no hizo sino perpetuarse en el siglo XVIII y obligar a éstos a buscarse otros patrones: de este modo, el papel de la Royal Society en el plano de la ciencia aplicada y la tecnología se vio limitado a dar su sanción formal a los logros materializados fuera de la misma (aunque a veces por sus propios *fellows*).

guliers, en su calidad de *curator of experiments* de la misma, no tuviera nada que ver en ello. El hecho de que la publicidad de sus cursos —impartidos en algunos casos en francés o en latín para llegar incluso a los refugiados continentales en las Islas¹⁰¹— incidiera frecuentemente en su conocimiento de los principios de las máquinas de vapor no era, pues, casual e ilustra una vez más la extraordinaria convergencia de los intereses científicos y financieros en la época¹⁰². Indudablemente «a comienzos del siglo XVIII se estaba forjando el tipo de estructura social y económica que hizo la manipulación de la naturaleza no ya posible, sino deseable. ¿Y quién mejor para llevarla a cabo que aquéllos que afirmaban conocer la naturaleza mejor que nadie?»¹⁰³. Desaguliers, sin ser tal vez un gran científico, jugó no obstante un papel crucial en la difusión del newtonianismo experimental y contribuyó enormemente a promover esta dimensión tecnológica del newtonianismo de que venimos hablando, hasta el punto de haberse podido decir de él que «fue un activo catalizador de los primeros estadios de la Revolución Industrial»¹⁰⁴.

De lo que no cabe duda es de que estas aventuras industriales en las que Desaguliers y muchos de sus colegas se vieron implicados estaban ya muy lejos de los pasatiempos tecnológicos de aristócratas diletantes de otrora¹⁰⁵. Antes bien, constituían una esforzada tentativa de dotar a la ciencia (newtoniana) de una dimensión tecnológica que la hiciera apta para promover finalmente el desarrollo económico con el que desde hacía más de un siglo —desde los tiempos del Canciller Bacon— se venía soñando¹⁰⁶. Es probable que, contemplado desde el prisma de la Revolución Industrial, el saldo de todas estas iniciativas parezca más bien raquítico (el capital era todavía escaso; las máquinas, rudimentarias; la materia prima, cara; etc.), pero desde luego es evidente que los newtonianos ingleses acertaron a promover una nueva actitud ante la actividad tecnológica y económica y, lo que es más importante, a vender su ciencia a patrones cada vez más emprendedores. Naturalmente esto no significa que el newtonianismo fuera la causa de la Revolución Industrial,

¹⁰¹ ROWBOTTOM, Margaret, «John Teophilus Desaguliers», pág. 205.

¹⁰² Como Larry Stewart («The Selling of Newton», pág. 190) ha señalado, el caso de James Stirling, que pasó de enseñar matemáticas en la academia de Little Tower Street durante toda una década a ser administrador de la Scotch Mines Company, no fue en absoluto singular. Desaguliers, recordémoslo, no es sino el más brillante exponente de una alianza entre ciencia, tecnología e intereses económicos que sin duda estaba a la orden del día en la Inglaterra de la primera mitad del siglo XVIII.

¹⁰³ Larry Stewart, «The Selling of Newton», pág. 191.

¹⁰⁴ Margaret Rowbottom, «John Teophilus Desaguliers», pág. 218.

¹⁰⁵ G.J. Hollister-Short, «The Introduction of the Newcomen Engine into Europe», pág. 22.

¹⁰⁶ Es curioso, sin embargo, que un fenómeno tan inequívocamente inglés como éste encontrara notables ecos en los Países Bajos, donde con toda seguridad el newtonianismo era a la sazón más poderoso que en ningún otro lugar del Continente, no ya sólo con s'Gravesande o Musschenbroek, sino también con figuras menos conocidas como Van Swinden y Bosma o instituciones como el Athenaeum de Amsterdam. Véanse JACOB, Margaret C., *The Cultural Meaning of the Scientific Revolution*, págs. 182-198, y BERKEL, Klaas van, *In het voetspoor van Stevin. Geschiedenis van de natuurwetenschap in Nederland, 1580-1940* (Amsterdam, Boom, 1985), págs. 69-97.

mas tampoco cabe pensar que se tratara de dos fenómenos históricos absolutamente independientes ¹⁰⁷. Como muy bien ha dicho Larry Stewart, «no debemos ignorar el compromiso de los acólitos de Newton con la incipiente industrialización» ¹⁰⁸ del país, pues, en efecto, los newtonianos de la primera mitad del siglo XVIII acertaron a dar respuesta no sólo a las nuevas circunstancias sociales y políticas de Inglaterra, sino también a las nuevas condiciones económica y en esa misma medida coadyuvaron a la magna transformación que ha dado en llamarse Revolución Industrial. «Quizás Newton —añade Stewart— no hubiera reconocido tal creación, aunque es dudoso que a alguien familiarizado con el ruido y el humo de la Casa de la Moneda le hubiese pasado inadvertido lo que estaba ocurriendo» ¹⁰⁹. Al fin y al cabo, añadiríamos nosotros, si la única intervención de Newton en toda su carrera parlamentaria fue para pedir a un ujier que cerrara una ventana y así eludir una inoportuna corriente ¹¹⁰, cuán contento hubiera estado de haber presenciado la instalación en la cámara de esos ventiladores inventados por sus discípulos Hales y Desaguliers —símbolo sin duda del progreso tecnológico— que permitían obviar esa enojosa costumbre de tener las ventanas abiertas a deshora ¹¹¹.

¹⁰⁷ Larry Stewart, «The Selling of Newton», pág. 191.

¹⁰⁸ Larry Stewart, «The Selling of Newton», pág. 192.

¹⁰⁹ Larry Stewart, «The Selling of Newton», pág. 192.

¹¹⁰ La anécdota se encuentra, por ejemplo, en la biografía de François Arago, *cit.* por la ed. cast. *Grandes astrónomos (De Newton a Laplace)*; Madrid, Espasa-Calpe, 1945, pág. 15.

¹¹¹ Una de las memorias de Desaguliers sobre ventiladores se titulaba precisamente «An Account of an Instrument or Machine for changing the Air of the Room of sick People in a little Time, by either drawing out the foul Air, or forcing in fresh Air; or doing both successively, *without opening Doors or Windows*» (*Philosophical Transactions*, vol. XXXIX, num. 437 [1735]); el subrayado, obviamente, es nuestro.