

Historia de la ciencia y enseñanza de las ciencias

Stephen G. Brush



Los historiadores de la ciencia reclaman el derecho a ser útiles en educación enfatizando, no la comprensión restrictiva y pobre de la historia como recuento de lo obsoleto, sino su aspecto de reflexión y filosofía sobre el saber actual desde el anterior. El artículo presenta ejemplos de un uso estimulante y creador de la historia, en la enseñanza de las ciencias.

¿Cómo podemos mejorar el conocimiento general de la ciencia entre nuestros ciudadanos? La situación actual de regreso de la preocupación por la calidad y efectividad de la enseñanza incluye el tratamiento de temas tales como la motivación de los alumnos para aprender materias que consideran difíciles, cambiar el concepto público de los científicos animando a una participación informada en las decisiones sobre los usos de la tecnología y transmitir una imagen de la ciencia como parte de la cultura. Para alcanzar estas metas, los educadores han recomendado a menudo el uso de la Historia de la ciencia¹.

En este artículo analizo brevemente qué puede ofrecer la Historia de la ciencia a la enseñanza de las ciencias y en particular cómo se ha utilizado ya en un proyecto de curso de ciencias de éxito.

Permítaseme primero exponer que la «Historia de la ciencia» no es una simple colección de libros y artículos esperando salir de las estanterías para inyectarse en los cursos. Al igual que la ciencia o la enseñanza, es una empresa en curso realizada por personas con sus propias metas, que pueden incluir o no la mejora de la enseñanza de las ciencias.

En los últimos 50 años la historia de la ciencia ha evolucionado desde ser una materia tratada en serio sólo por unos pocos estudiosos, aunque utilizada ampliamente en la enseñanza de las ciencias, a ser una disciplina académica establecida, en cierto modo aislada de la comunidad científica. Los historiadores profesionales de la ciencia, viéndose a sí mismos como historiadores más que científicos, han criticado a los científicos por promulgar el «whiggismo»² y algunos de ellos han sobrevalorado el contexto social a costa del contenido técnico de la ciencia.

Ahora, habiendo alcanzado un grado de madurez y aceptación por parte de las humanidades y ciencias sociales, la Historia de la ciencia ha empezado a

reconstruir los puentes hacia la ciencia. Los historiadores de la ciencia acogen a los científicos con interés por la Historia y ofrecen una variedad de materiales para explicar la ciencia a los alumnos y al público en general. Por su parte, los científicos entienden mejor el valor de una sólida investigación histórica y han apoyado sustancialmente las acciones y centros históricos en sus propias sociedades, así como leído libros y publicaciones académicas que tratan temas de Historia de la ciencia. Esto es especialmente cierto en el caso de la Física, aunque otras ciencias también han avanzado en esta dirección³. Ya se reconocen tanto las relaciones públicas como los beneficios pedagógicos de la Historia.

Los malos entendidos entorpecen aún la comunicación entre distintas disciplinas académicas. Es preocupante ver que algunos educadores prominentes usan la etiqueta «Historia de la ciencia» en un sentido obsoleto y equívoco para caracterizar el acercamiento *tradicional* a la enseñanza de las ciencias, culpándola de los fracasos de tal procedimiento. En la última edición de una obra de referencia ampliamente utilizada sobre investigación educativa, encontramos estos pasajes en un resumen de informes sobre enseñanza de la ciencia:

«En el procedimiento de “reconocimiento histórico” el profesor es responsable de exponer ante los alumnos un resumen de las conclusiones que han obtenido los científicos en el pasado. Enfrentado a pocos recursos, poco tiempo y un libro de texto lleno de vistas fugaces de logros científicos del pasado, aplica principalmente a una “historia científica” un método de enseñanza del tipo asignar-recitar-examinar... Aunque la motivación del alumno es muy baja, se le disculpa porque se entiende que la ciencia debe ser una materia rigurosa y difícil...»

«Según estudios, en el nivel alto de tercer curso universitario la ciencia se enseñaba como examen de disciplinas científicas, es decir, un curso con un “concepto-de-historia-de-la-ciencia”... El programa de ciencias era esencialmente un “leer-repetir” de un libro de texto de ciencias mezclado con demostraciones ocasionales de fenómenos... Un control y disciplina fuertes eran mucho más fáciles de obtener y mantener si los alumnos leían y repetían en vez de dedicarse realmente a experimentar y pensar» (Butts, 1982).

¡Esto es exactamente lo contrario de lo que entiendo por un acercamiento histórico! La esencia de tal procedimiento no es simplemente exponer las conclusiones, sino mostrar cómo se llegó a ellas y qué opciones se alegaron plausiblemente; ciertamente, el procedimiento histórico pide pensar y, en muchos casos, experimentar.

Hace veinte o treinta años, al tratar este tema se podrían haber descrito los beneficios que *podrían* obtenerse de un acercamiento histórico a la enseñanza de las ciencias, con sólo pruebas anecdóticas para apoyar las afirmaciones. Pero hoy se puede señalar un proyecto importante de programa, el Curso de Física del Proyecto (Project Physics Course), desarrollado en Harvard con el apoyo de la Fundación Nacional de las Ciencias (National Science Foundation) como un ejemplo con éxito. El texto no presenta simplemente las conclusiones de la investigación, sino que muestra cómo se obtuvieron; el curso no se basa por completo en el texto, sino que tiene toda una serie de experimentos (incluyendo simulaciones de experimentos históricos), demostraciones, películas, transparencias y otros recursos. Algunos de los participantes en la redacción del texto de Física del Proyecto (incluido yo mismo) eran historiadores de la ciencia, como lo indicaban sus publicaciones y compromisos académicos del momento, aunque también tenían preparación avanzada y experiencia investigadora en ciencias.

Según sus directores, las tres grandes metas de la Física del Proyecto Harvard eran «diseñar un curso de Física orientado humanísticamente, atraer más

alumnos al estudio de la Física introductoria y averiguar más sobre los factores que influyen sobre el aprendizaje de la ciencia». De los varios efectos que esperaban alcanzar, los dos primeros eran:

1. Ayudar a los alumnos a aumentar su conocimiento del mundo físico concentrándose en ideas que caracterizan a la Física como lo mejor de la ciencia más que concentrarse en información aislada.

2. Ayudar a los alumnos a ver la Física como la actividad humana maravillosamente multifacética que es en realidad. Esto implicaba presentar la materia con una perspectiva histórica y cultural, y mostrar que las ideas de la Física tienen una tradición así como unos modos evolutivos de adaptación y cambio» (Rutherford, Holton y Watson; prefacio; ver también Holton, 1978).

Después de llegar al mercado en 1970, el curso de Física del Proyecto fue ampliamente adoptado en los Estados Unidos. Las estimaciones cuantitativas del número de escuelas y alumnos con varios textos de Física no son muy consistentes unas con otras, pero es una afirmación razonable que, a mediados de los años 70, alrededor del 15 por ciento de los alumnos de cursos de Física utilizaban el curso de Física del Proyecto⁴. Se trata de un logro sustancial a la vista del hecho ampliamente lamentado de que gran parte de los fondos federales colocados para el desarrollo de cursos en los años 60 y principios de los 70 produjeron material que alcanzaron menos del 5 por ciento de su audiencia prevista⁵. La introducción del curso de Física del Proyecto no ha alcanzado la meta de aumentar la matrícula *total* en cursos de Física a nivel nacional; al parecer, si ha ganado ha sido a costa de otros cursos tales como el desarrollado antes por el Comité para el Estudio de la Ciencia Física (Physical Science Study Committee, PSSC). Hay ciertas pruebas de que sí aumentó la matrícula en aquellas escuelas donde se utilizaba⁶, así que puede haber ayudado a compensar el descenso general de matrículas en otros lugares. El curso se ha traducido a otros idiomas y continúa utilizándose en países como Italia.

El equipo del Proyecto Harvard incluía a varios especialistas en investigación y evaluación educativas y hubo desde el principio un esfuerzo sustancial para determinar si el curso alcanzaba sus objetivos. Después de 1970, el uso del curso en muchas escuelas atrajo proyectos de otros investigadores no adscritos al proyecto original. Algunos de estos estudios miraban específicamente hacia metas que se pretendían alcanzar con el acercamiento histórico.

Los primeros estudios mostraron que el Curso de Física del Proyecto cambiaba sustancialmente las *actitudes* de los alumnos hacia la Física: la encontraban más histórica y filosófica que aquellos que estudiaban con PSSC; su conclusión era que el mismo curso era menos difícil y matemático y se disfrutaba más con la lectura del texto (ver Ahlgren y Walberg, 1973; Welch, 1973).

Glen S. Aikenhead (1974) encontró que «específicamente en cuatro áreas (las tácticas científicas, sus valores, sus funciones institucionales y la interacción de ciencia y sociedad) los logros del Proyecto excedían con mucho los del grupo de control»; los alumnos del curso de Física del Proyecto, además de no aprender a pensar en términos de un método «científico» típico, obtenían una apreciación de los papeles de procedimientos diversos, imaginación, confirmación e instrumentación en la búsqueda del conocimiento científico.

David J. Quattropani (1978) ha estudiado el cambio en la comprensión por parte del alumno de las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad en ocho clases de Física del Proyecto y diez de PSSC, en Connecticut. Ha indicado que el grupo de Física del Proyecto mejoró significativamente en este punto, aunque

el grado de incremento hallado en este grupo «no era bastante para establecer una diferencia significativa entre los dos grupos». Concluía que «un acercamiento histórico a la ciencia es prometedor y debería explorarse más como método de incrementar la comprensión por parte del alumno de las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad».

¿Se consigue el aumento en comprensión de la naturaleza de la ciencia y sus aspectos sociales a costa de un descenso en el *contenido* de ciencia aprendido? ¿Sirve la lección de historia simplemente para «aguar» el curso y desviar tiempo y energía de la «ciencia real» hacia «lo banal»? Algunos críticos sí que han señalado que el texto de Física del Proyecto no llega a cubrir todos los temas de los libros de texto tradicionales, aunque los mismos críticos dicen que su tratamiento de los conceptos científicos básicos es «excelente» (ver Lehman, 1982).

Hasta el punto, que el Examen de Progresos en Física de la Junta Universitaria (College Board Physics Achievement Test) puede medir la adquisición de conocimiento científico, la respuesta parece ser que a los alumnos del curso de Física del Proyecto les va casi igual de bien que a los de otros cursos. Un análisis de las notas en el período desde mayo de 1970 hasta enero de 1974 mostró que los alumnos de Física del Proyecto tenían notas medias entre 570 y 608 (el máximo es 800), mientras que aquellos con cursos de física tradicionales tenían medias de 583 a 6079. Por supuesto que el último no es un auténtico «grupo de control», ya que se puede aconsejar a los alumnos con poco interés o capacidad para las ciencias escoger la Física del Proyecto, mientras que a los buenos alumnos con gran interés en Física se les puede aconsejar escoger cursos tradicionales o PSSC. Así, sería de esperar que los alumnos de Física del Proyecto obtuvieran notas significativamente más bajas incluso si el texto fuera igual de efectivo transmitiendo información técnica. La razón por la que sus notas no son significativamente más bajas se revela en otro experimento. El Examen de Física de la Universidad Pública del Estado de Nueva York (New York State Regents Examination in Physics) se entregó para su realización a una muestra nacional de alumnos y se descubrió que a los alumnos de Física del Proyecto que no procedían de Nueva York no les fue tan bien como a otros alumnos, pero dentro del estado de Nueva York les fue igual. Los profesores de Nueva York, sabiendo que sus alumnos se enfrentarían a este examen que afecta a su futuro académico, simplemente aprovecharon algo de tiempo de clase para impartir materia que sabían que aparecería en el examen pero que no trataba el texto⁸. Presumiblemente, se aplica la misma táctica a alumnos que deban hacer el examen de la Junta Universitaria.

Por supuesto, se necesita más que un libro de texto, por efectivo que sea, para progresar en el aprendizaje. Según Wayne Welch, la mayoría de los estudios de investigación indican que no más del cinco por ciento de la desviación en el aprendizaje del alumno se debe al programa. En el uso del acercamiento histórico, el papel del profesor es crucial. Sin embargo, la mayoría de los profesores de ciencias están poco o nada preparados en Historia de la ciencia. La supresión de los Institutos de Verano, un medio posible de ofrecer esta preparación, fue un duro golpe para el éxito prolongado del Curso de Física del Proyecto. Este o cualquier otro medio de ofrecer una base de Historia de la ciencia para profesores de ciencias parece ser esencial si debemos comprender todos los beneficios de los recursos puestos en el desarrollo del curso. Pero no hay nada malo en un procedimiento diverso, tratando algunos temas históricamente

y el resto de un modo más tradicional. Dados tiempo y oportunidades limitados, la mayoría de los profesores debería intentar una presentación entusiasta y bien informada de un episodio más que una cronología superficial de la materia entera.

Muchos profesores de ciencias utilizan el procedimiento histórico en el nivel universitario, especialmente en cursos no especializados. Hay disponible cierto número de libros y artículos sobre Historia de la ciencia para tales cursos. Además, muchas Universidades tienen uno o más historiadores profesionales de la ciencia disponibles en su Facultad para aconsejar a los profesores de ciencias, así como para impartir sus propios cursos⁹. Pero estos profesores también necesitan más oportunidades para potenciar su propio conocimiento de la Historia de la ciencia. El gran número de asistentes a las sesiones de Historia celebradas durante las reuniones de la Sociedad Física de América (American Physical Society) y el número de peticiones de plazas en seminarios ocasionales de verano del NEH sobre Historia de la ciencia indican una demanda sustancial de que las Facultades desarrollen este área.

El Comité de Enseñanza de la Sociedad de Historia de la Ciencia (History of Science Society) lleva varios años patrocinando simposio sobre el uso de la Historia de la ciencia en programas universitarios (ver Donovan et al., 1978; Finocchiaro (Ed.), 1980; Finocchiaro et al., 1982; Goldberg, 1982). El resultado más reciente de este esfuerzo es una guía para profesores que sugiere lecturas y bibliografía así como sinopsis de varios temas importantes de Historia Moderna de la ciencia (ver Brush, 1987).

No he hablado mucho sobre los rasgos específicos o ejemplos de acercamiento histórico que podrían ser útiles en la enseñanza de las ciencias porque tanto yo como otros hemos tratado extensamente este tema en escritos pasados (Brush, 1969; Brush, 1979; Brush y King, 1972; Hetherington, 1982; Kauffman, 1979; Siegel, 1979). Pero resulta apropiado mencionar algunos aspectos relevantes para la enseñanza de ciencias en los años 80. Como señala Thomas L. Russell (1981), la experiencia del Curso de Física del Proyecto muestra que *podemos* mejorar las actitudes hacia la ciencia y la comprensión del funcionamiento de las ciencias utilizando la Historia. Pero si queremos mejorar la comprensión de la ciencia misma por parte de los alumnos, debemos tratar el material histórico «de modo que ilumine características particulares de la ciencia». Estas son tres características que me gustaría señalar:

1. La ciencia trata con amplias preguntas filosóficas que deberían ser de interés general, aunque a menudo se las ignora en los libros de texto. Estas preguntas se tratan mejor en los ámbitos de Historia. Su introducción en clase puede ayudar a contrarrestar la tendencia frecuente a juzgar la ciencia principalmente sobre la base de sus aplicaciones prácticas, una tendencia fomentada de un modo algo tonto por los propios científicos.

En el siglo XVIII, un tema importante era si las Leyes de la Naturaleza, en particular las de Isaac Newton, eran suficientes para dar cuenta de fenómenos del mundo físico tales como los movimientos de la Luna y los planetas —la teoría del «Universo mecánico»— o si debiera invocarse algún tipo de intervención divina para impedir que el sistema se viniera abajo (como el mismo Newton parecía creer). Este tema estaba estrechamente relacionado con los debates religiosos y filosóficos de la Ilustración francesa y con algunas de las ideas políticas que entraron en el borrador de la Constitución Americana.

En el siglo XIX, una de las cuestiones más importantes era si la Tierra y sus habitantes fueron creados sólo hace unos pocos miles de años o habían evolucionado de acuerdo con leyes naturales a lo largo de períodos de cientos de millones de años. Esa cuestión implicaba a los fundamentos de la Biología y la Geología, así como al desarrollo de la Historia y las Ciencias Sociales como disciplinas académicas.

En el siglo XX, los físicos discutían, además de sobre si el comportamiento de las partículas subatómicas es inherentemente aleatorio, si tiene sentido decir que tal comportamiento *existe independientemente de nuestra observación del mismo*. Los matemáticos discutían la posibilidad de probar algo con total certeza.

Traer tales temas a discusión no implica de ningún modo que deba darse «igual tiempo» a ambas partes. Por el contrario, lo que se aprende de la Historia es que una parte resultó victoriosa por razones que se pueden especificar y por tanto ganó el privilegio de ver adoptadas sus posturas no como verdad inmutable, sino como la mejor hipótesis de trabajo disponible sobre la cual basar investigaciones subsiguientes. Queremos señalar que los científicos a menudo tienen más éxito cuando actúan como si alguna ley, teoría o incluso principio filosófico se hubiera establecido firmemente, aunque reconozcan que puedan ser revisados drásticamente en algún momento en el futuro.

2. La investigación científica combina el descubrimiento de hechos subjetivos sobre el mundo con la creación de conceptos nuevos para describir y predecir esos hechos. La enseñanza tradicional de las ciencias y el periodismo de divulgación ponen demasiado énfasis en lo primero, perpetuando de este modo la imagen de experto arrogante que tiene acceso a un conocimiento infalible sobre el mundo («la ciencia demuestra que...»). A esto se suma la afirmación de que todos los fenómenos naturales, incluyendo el comportamiento humano, pueden reducirse a partículas atómicas y fuerzas físicas. A esta postura se la etiqueta a menudo como «positivismo», «cientificismo» o «reduccionismo mecanicista» por parte de los críticos científicos y a veces se le culpa de actitudes negativas por parte de los estudiantes y el público en general¹⁰. En el otro extremo, algunos sociólogos y filósofos aseguran que todo conocimiento, incluidos los hechos científicos y teoremas matemáticos, «se construyen socialmente». Desde este punto de vista, la ciencia no puede otorgarse posición preferente por encima de astrología, religión, misticismo, creacionismo y otras doctrinas (ver Bloor, 1976, 1978; Collins, 1981; Feyerabend, 1975; Roll-Hansen, 1983; Robinson, 1986).

Una tarea importante de la enseñanza de las ciencias es lograr un equilibrio entre estos dos extremos; mostrar cómo la ciencia puede adquirir conocimiento válido y útil, que es, sin embargo, producto del pensamiento humano, sujeto a cambio a la luz de pruebas y razonamientos nuevos (ver Holton, 1974; Shapere, 1986).

Dos ejemplos históricos distintos ilustran el problema: el sistema copernicano y la prueba de inteligencia (IQ test).

Según los historiadores modernos de astronomía, Copérnico adoptó un sistema heliocéntrico no porque era cuantitativamente más exacto que el sistema geocéntrico de la época, o porque fuera sustancialmente más simple (la idea familiar de que los teóricos geocentristas debían seguir añadiendo «epical sobre epiciclos» para que encajaran los nuevos datos es un mito). En vez de eso, su razón fue principalmente filosófica, e incluso estética —quería regresar a la an-

tigua idea de movimiento circular uniforme (Gingerich, 1975)—. No se ganó en simplicidad o exactitud sustanciales hasta que Kepler sustituyó las órbitas circulares por elipses y propuso un tipo específico de movimiento no uniforme (la ley de las áreas). Incluso entonces, la teoría heliocéntrica parecía refutarse al no poder detectar los astrónomos el palaraje estelar (el movimiento aparente de las estrellas debido al movimiento de la Tierra alrededor del Sol). El paso inicial de la astronomía geocéntrica a la heliocéntrica no se basó en ningún descubrimiento de un hecho objetivo, sino que obtuvo finalmente una justificación racional mucho después de la muerte de Copérnico. Sin embargo, le atribuimos correctamente un avance en la ciencia.

El otro ejemplo es más controvertido, pero merece una mención a causa de su gran importancia y relevancia sociales para los adolescentes de hoy en día. Cuando Louis Terman ensayó la primera versión de su prueba de inteligencia con escolares blancos de California, descubrió que la nota media de las chicas era un poco más alta que la de los chicos de la misma edad. Este resultado no era consistente con su presuposición de que los varones son al menos tan listos como las mujeres. Entonces equilibró los apartados de la prueba que tendían a dárselos mejor a los chicos con los que se les daban mejor a las chicas, de tal modo que la nota media sería de 100 para cada sexo (ver Terman, 1937). Pero cuando Terman y otros psicólogos aplicaron la prueba a negros y descubrieron que puntuaban por término medio varias unidades por debajo de los blancos, no realizaron una revisión similar para equilibrar la puntuación media y les bastó el «descubrimiento» de que los blancos son más listos que los negros. El resultado es la Prueba de Coeficiente Intelectual Stanford-Binet (Stanford-Binet IQ Test), ampliamente aceptada como medición objetiva de la capacidad intelectual inherente. De ella se derivó la Prueba de Aptitud Escolar (Scholastic Aptitude Test, SAT), utilizada para regular la admisión en Universidades selectivas y, por tanto, en posiciones apetecibles de la sociedad americana. Claramente, la prueba IQ y la SAT son mediciones socialmente construidas de la mente humana; aún no se ha determinado hasta qué punto se puede demostrar su realidad objetiva. Ciertamente, su uso ha tenido consecuencias enormes en las relaciones raciales y en las vidas de muchas personas cuyas carreras académicas se han visto afectadas por decisiones de admisión universitaria. Yo digo que no puede existir un debate sobre este asunto sin conocer algo de su historia.

3. Las mujeres y las minorías han hecho contribuciones importantes a la ciencia, aunque una discriminación flagrante y unos factores sociales negativos las han mantenido pequeñas en número. Un estudio más atento de la Historia de la ciencia puede asegurar que estas contribuciones no se olviden y se disponga de modelos apropiados que inspiren a la generación siguiente. A pesar de los esfuerzos considerables realizados en esta área durante los últimos 15 años, los libros de texto de ciencias continúan centrándose en una o dos superestrellas como Madame Curie, pasando por encima de otras mujeres y científicos de minorías importantes; o si no, los separan en listas y retratos al principio del libro sin integrar sus contribuciones en los lugares apropiados del texto mismo. A menudo, las propias contribuciones se mencionan pero no se atribuyen, aunque en el mismo texto las contribuciones de varones blancos se atribuyen con frecuencia.

Para ilustrar cómo se podrían incluir las contribuciones de mujeres en una

presentación histórica de la física, he aquí unos pocos ejemplos de episodios que formarían parte, naturalmente, de tal presentación, hubiera o no mujeres implicadas¹¹.

— Después de que Newton estableciera la leyes básicas de la mecánica, su amplio tratado, los *Principia* (1687) tuvo una amplia influencia en todo el mundo. Aunque algunos científicos podían utilizar la versión original latina, la mayoría tenían que fiarse de divulgaciones y traducciones, por ejemplo, en francés (Gabrielle-Emilie du Chatelet).

— A principios del siglo XIX se explicaban los últimos descubrimientos en mecánica celeste, electricidad, magnetismo y calor a los lectores científicos en libros divulgativos, preparando de este modo la aceptación de otra gran generalización, la ley de la conservación de la energía (Mary Somerville).

— Al principio del siglo XX el descubrimiento de la radioactividad por parte de Becquerel (1896) se convirtió en el medio para una transformación radical de la física y química atómicas cuando se aisló el radio, elemento intensamente radioactivo, y fueron determinadas sus propiedades (Marie Curie); los resultados directos incluyeron la transmutación de elementos y el modelo nuclear del átomo.

— Posterior al descubrimiento de la radioactividad artificialmente inducida (Irène Joliot-Curie), la investigación de Hahn y Strassmann llevó a la comprensión de que es posible un proceso de fisión nuclear de elementos pesados (Lise Meitner). El desarrollo de la bomba atómica siguió poco después.

— La estructura y propiedades del núcleo atómico se explicaron con éxitos con un «modelo de cáscara» (Marie Goepfert Mayer)

— La sugerencia de que la paridad podría no conservarse en reacciones nucleares con interacciones débiles (como el fraccionamiento beta) se confirmó por experimento (Chien-Shiung Wu), disparándose de este modo una nueva fase en la teoría de las partículas elementales.

— Se descubrió que las teorías fundamentales de la Física dependían de un teorema que relacionaba las leyes de conservación y las transformaciones de simetría (Emmy Noether).

Estas propuestas de uso de la Historia en la enseñanza de las ciencias de ningún modo son originales. Mi tesis es que ahora tenemos bastantes pruebas concretas que muestran que el procedimiento histórico sí que causa impacto en los alumnos sin interferir con su aprendizaje del contenido técnico de la ciencia como para proceder ya con la potenciación de tales propuestas.

Notas

¹ En 1986 la autoridad más relevante que cita este punto era Willian J. Bennett, que en un informe de 1984 hablaba de los hallazgos de un grupo de prominentes educadores «... el grupo de estudio creía que todos los alumnos deberían estudiar la Historia de la ciencia y la tecnología» (ver Bennett, 1984, p. 9). Para opiniones recientes sobre el modo de potenciar tales propuestas ver Bevilacqua y Kennedy (1983), Dhombres (1981) y Home (1983).

² El término alude a la frase «interpretación Whig de la Historia de la ciencia», utilizada para caracterizar los tratamientos desfasados (escritos normalmente por científicos) que juzgaban y presentaban la ciencia precedente en relación con la ciencia moderna. Así, al describir episodios tales como la transición de la astronomía geocéntrica a la heliocéntrica o de la teoría del flogisto a la del oxígeno en química, los defensores del punto de vista considerado correcto *ahora* se presentarían como héroes del progreso de la ciencia, mientras que los defensores de la opinión ahora considerada falsa serían mostrados como malvados o, en el mejor de los casos, como trabajadores equivocados e incompetentes. La frase se toma de *The Whig Interpretation of History* (La interpretación Whig de la Historia, 1931), de Herbert Butterfield, donde se utiliza para describir la tendencia de los historiadores políticos de ver la historia británica como un progreso hacia la democracia Whig y de juzgar individuos y hechos según si fomentaron o impidieron este progreso.

Los historiadores profesionales de la ciencia que desechan la mayoría de las obras de científicos considerándolas «Historia Whig» y, por tanto, indignas de ser consideradas en serio, obvian el hecho de que el mismo Butterfield cambió más adelante sus opiniones sobre el valor de la opción Whig (1944) y de que otros historiadores profesionales han manifestado dudas sobre si una historia completamente anti-Whig es deseable e incluso posible. El tema es relevante en enseñanza científica, porque la mayoría de los libros de texto que utilizan la historia la utilizan al modo Whig (para un mejor tratamiento ver S. G. Brush (1974), Hull (1979), Kockelmans (1979), Graham (1981), Oldroyd (1980) y Porter (1981).

³ El Centro para la Historia de la Física (Center for History of Physics), situado en el edificio central del Instituto Americano de la Física (American Institute of Physics) en la ciudad de Nueva York, es el centro establecido más antiguo. Mantiene y hace índices de textos y fotografías, dirige proyectos de historia oral y publica un boletín gratis. Para pedir información, escribir al Dr. Spencer Weart, Manger, CHP, AIP, 335 East 45 Street, New York, NY 10017.

La Sociedad Física Americana (American Physical Society, APS) creó una División de Historia de la Física en 1990 que ahora tiene más de 1.700 miembros. Sus simposios en las reuniones de la APS están entre los actos de mayor aceptación. Entre los ponentes de estos simposios y las personas elegidas para su Comité Ejecutivo se incluyen varios historiadores profesionales de la ciencia, así como físicos interesados en Historia. Su *History of Physics Newsletter* (Boletín de Historia de la Física) es gratis para los miembros. Aquellos que no sean miembros pueden suscribirse. Pónganse en contacto con el prof. A. Wattenberg, Department of Physics, University of Illinois, Urbana, IL 61801.

Un Centro de Historia de la Química (Center for History of Chemistry) se estableció en Filadelfia en 1982, embarcándose en un programa activo de conferencias, exposiciones y otras actividades. Posee un boletín gratis. Contacto: Dr. Jeffrey L. Sturchio, CHC, E. F. Smith Hall/D6, 215 South 34th Street, Philadelphia, PA 19104.

Ha habido cierta dificultad en poner en marcha un centro de historia matemática cuando su primer patrocinador retiró el apoyo (Gina Kolata, «El Archivo Matemático Desordenado», *Science*, 219 (1983): 940) pero parece haber resurgido en la Universidad de Brown.

⁴ Los datos vienen de varias fuentes:

a) Se preguntó a los alumnos que hacían la Prueba de Progresos en Física de la Junta Universitaria qué texto habían utilizado; para enero de 1974 el porcentaje había ascendido a 14,6.

b) En 1976-77 el 12 por ciento de los distintos escolares utilizaba la Física del Proyecto (el 9 por ciento lo utilizaba ya en años anteriores) para un 11 por ciento que usaba el PSSC (18 por ciento en años anteriores). La misma encuesta averiguó que el 10 por ciento de los profesores utilizaban ese año la Física del Proyecto (14 por ciento en años anteriores), pero sólo el 4 por ciento utilizaban el PSSC (14 por ciento en años anteriores). Ver Comisión de Recursos Humanos (Commission on Human Resources) de la Junta Nacional de Investigación (National Research Council).

c) Una encuesta nacional de 1978 contestada por 246 profesores averiguó que el 17 por ciento utilizaba la Física del Proyecto, el 14 por ciento utilizaba PSSC y el 53 por ciento utilizaba *Modern Physics* (Física Moderna) (Asociación Americana de Profesores de Física (American Association of Physics Teachers) 1978).

d) Una encuesta de 1983 en 165 colegios de un mismo estado: 22 por ciento Física del Proyecto, 30 por ciento PSSC y 30 por ciento *Modern Physics*. Ver Lingenfeld (1985).

e) Una encuesta del Instituto Americano de Física (American Institute of Physics) averiguó que el 12 por ciento de los graduados con título de bachillerato del 83/84 habían recibido Física del Proyecto, 25 por ciento habían recibido PSSC. Ver Pallrand y Lingenfeld (1985).

⁵ Además de la encuesta citada en la nota 4 (a), ver Crane (1975), Hegelson, Blosser y Howe (1977), y Welch (1979).

⁶ Los profesores del Estado de Nueva York informaron que, aparte de los cambios en los contenidos exigidos en ciencias, el factor más importante que alteraba el número de matrículas de Física en su colegio era la introducción de un nuevo programa y «el nuevo programa mencionado mucho más a menudo que cualquier otro era la Física del Proyecto Harvard, pero los profesores que decían esto no alegaban crecimiento significativo de sus propias matrículas (Ehrlich, 1977).

⁷ G. Wil Pleiffenberger (Servicio de Exámenes Educativos (Educational Testing Service)), carta a Fletcher Watson, noviembre 1974, citada en *Project Physics Newsletter* (boletín de la Física del Proyecto, 1975). Estas son las notas medias: «tradicional» significa estudiantes que dijeron utilizar un texto distinto que el proyecto o PSSC.

Fecha	Estudiantes de Física del Proyecto	Estudiantes tradicionales	Todos los estudiantes	% Física del Proyecto
Mayo 70	608	608	607	3,6
Enero 71	570	583	580	5,5
Mayo 71	599	603	599	7,3
Enero 72	578	597	589	8,7
Mayo 72	602	609	605	11,6
Enero 73	592	597	591	11,0
Enero 74	585	592	585	14,6

⁸ F.J. Ruthford, comunicación privada.

⁹ La lista de Miembros de la Sociedad de Historia de la Ciencia aparece en la *Isis Guide to the History of Science* (Guía Isis de Historia de la Ciencia) publicada cada tres o cuatro años con índice geográfico e información sobre programas para graduados. Contacto: *HSS Publication Office, 215 South 34th Street/D6, Philadelphia, PA 19104*.

¹⁰ «Los neurocientíficos empiezan a sospechar que lo que hace humanas a las personas no es más que una interacción de productos químicos y electricidad en el interior de las circunvoluciones laberínticas del cerebro.» Citado de *Newsweek*, 7 de febrero, 1983, en Jones (1986, p. 6). Jones, que enseña Física en la Universidad de Minnesota, es el último de una larga lista de comentaristas que piden que se suavice la dura imagen que el científico ha adquirido en los últimos siglos. Un modo de lograrlo, como se sugiere a menudo, es enseñar ciencia históricamente; ver, por ejemplo, Lorelei Brush (sin relación) (1979).

¹¹ Para una obra de referencia legible y extensa ver Marilyn Bailey Ogilvie (1986). Se puede encontrar información sobre la contribución de la mujer en el siglo XX en S.G. Brush (1985). Hay que fijarse en que las mujeres mencionadas en el texto en la mayoría de los casos no eran las únicas asociadas con esas contribuciones.

Referencias

- AHLGREN, A., y WALBERG, H. J. (1973). Changing attitudes towards science among adolescents. *Nature*, 245, 187-190.
- AIKENHEAD, G. S. (1974). Course evaluation II: Interpretation of student performance on evaluative tests. *Journal of Research in Science Teaching*, 11, 23-30.
- AMERICAN ASSOCIATION OF PHYSICS TEACHERS (1978, December). High school needs assessment completed. *AAPT Announcer*, 8 (4), 33-35.
- BENNETT, W. J. (1984). *To reclaim a legacy: A report on the humanities in higher education*. Washington, DC: National Endowment on the Humanities.
- BEVILACQUA, F., y KENNEDY, P. J. (Eds.) (1983). *Proceedings of the International Conference on Using History of Physics in Innovative Physics Education, September 5-9, 1983, Pavia, Italy*. Pavia: Centro studi per la Didattica della Facoltà de Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali, Università di Pavia.
- BLOOR, D. (1976). *Knowledge and social imagery*. Londres: Routledge y Kegan Paul.
- BLOOR, D. (1978). Polyhedra and the abominations of Leviticus. *British Journal for the History of Science*, 11, 245-272.
- BRUSH, L. (1979). Avoidance of science and stereotypes of scientists. *Journal of Research in Science Teaching*, 16, 237-241.
- BRUSH, S. G. (1969). The role of history in the teaching of physics. *Physics Teacher*, 7, 271-280.
- BRUSH, S. G. (1974). Should the history of science be rated X? *Science*, 183, 1.164-1.172.
- BRUSH, S. G. (1979). Comments on "On the distortion of the history of science education." *Science Education*, 63, 277-278.
- BRUSH, S. G. (1985). Women in physical science: From drudges to discoverers. *Physics Teacher*, 23, 11-19.1.
- BRUSH, S. G. (1987). *The history of modern science: A guide to the second scientific revolution, 1.800-1.950*. Ames: Iowa State University Press.
- BRUSH, S. G., y KING, A. L. (Eds.) (1972). *History in the teaching of physics*. Hanover, NH: University Press de Nueva Inglaterra.
- BUTTERFIELD, H. (1931). *The Whig interpretation of history*. Londres: Bell.

- BUTTERFIELD, H. (1944). *The Englishman and his history*. Cambridge: Cambridge University Press.
- BUTTS, D. P. (1982). Science education. *Encyclopedia of educational research* (5th ed., H. E. Mitzel, Ed.) (pp. 1.665-1.675). Nueva York: Free Press.
- COLLINS, H. M. (1981). Stages in the empirical programme of relativism. *Social Studies of Science*, 11, 3-10.
- COMMISSION ON HUMAN RESOURCES OF THE NATIONAL RESEARCH COUNCIL (n. d.). The state of school science: A review of the teaching of mathematics, science and social studies in American schools, and recommendations for improvements. Reproducido en *What are the needs in precollege science, mathematics and social science education? Views from the field*. Washington, DC: National Science Foundation Report SE-80-9.
- CRANE, L. T. (1975). *The National Science Foundation and pre-college science education: 1950-1975*. Washington, DC: U. S. Government Printing Office.
- DHOMBRES, J. (Ed.) (1981). *Actes du Colloque Enseignement de l'histoire des Sciences aux Scientifiques, Nantes 9-10-11, 1980*. Paris: Société Française d'Histoire des Sciences et des Techniques/Nantes: Université de Nantes.
- DONOVAN, A., ET AL. (1978, April). The history of science in undergraduate education - Three approaches. *Scan: A data bank on scientific research for science faculty in schools and colleges*, 2 (2), 36-41.
- EHRlich, R. (1977). Factors influencing secondary school enrolments. *Physics Teacher*, 15, 490-494.
- FEYERABEND, P. (1975). *Against method: Outline of an anarchistic theory of knowledge*. Londres: Verso.
- FINOCCHIARO, M. A. (Ed.) (1980, September). A symposium on the use of the history of science in the science curriculum. *Journal of College Science Teaching*, 10 (1).
- FINOCCHIARO, M. A., ET AL. (1982). A symposium on the use of the history in the social sciences in the science curriculum. *Journal on the History of the Behavioral Sciences*, 18, 263-289.
- GINGERICH, O. (1975). "Crisis" versus aesthetic in the Copernican Revolution. *Vistas in Astronomy*, 17, 85-93.
- GOLDBERG, S., ET AL. (1982, June). History of science in the new Liberal Arts curricula. *Science, Technology and Society* (Lehigh University), 30.
- GRAHAM, L. (1981, Winter). Why can't history dance contemporary ballet? Or Whig history and the evils of contemporary dance. *Science, Technology and Human Values*, 6 (3), 3-6.
- HEGELSON, S. L.; BLOSSER, P. E., y HOWE, R. W. (1977). *The status of pre-college science, mathematics and social science education: 1955-1975*. Columbus: Centre for Science and Mathematics Education, Ohio State University.
- HETHERINGTON, N. S. (1982, Summer). The history of science and the teaching of science literacy. *Journal of Thought*, 17 (2), 53-66.
- HOLTON, G. (1974). On being caught between Dionysians and Apollonians. *Daedalus*, 103, 65-81.
- HOLTON, G. (1978). On the educational philosophy of the Project Physic Course. In G. Holton, *The scientific imagination* (pp. 294-298). Nueva York: Cambridge University Press.
- HOME, R. W. (Ed.) (1983). *Science under scrutiny: The place of history and philosophy of science*. Boston: Reidel.
- HULL, D. L. (1979). In defence of presentism. *History and Theory*, 18, 1-15.
- JONES, R. S. (1986, June 25). Science has become our state religion. *Washington Post/Health*, p. 6.
- KAUFFMAN, G. B. (1979). History in the chemistry curriculum: Pros and cons. *Journal of College Science Teaching*, 36, 395-402.
- KOCKELMANS, J. J. (1979). Reflections on Lakatos methodology of scientific research programs. In G. Radnitzky y G. Anderson (Eds.), *The structure and development of science*. Boston: Reidel.
- KOLATA, G. (1983). Math archive in disarray. *Science*, 219, p. 940.
- LEHRMAN, R. L., ET AL. (1982). Physics texts: An evaluative review. *Physics Teacher*, 20, 508-523.
- LINGENFELD, P. (1985). A survey of high-school physics teachers in New Jersey. *American Journal of Physics*, 53, 1.065-1.069.
- Ogilvie, M. B. (1986). *Women in science: Antiquity through the nineteenth century*. Cambridge: MIT Press.
- ODROYD, D. R. (1980). Sir Archibald Geikie (1835-1924), geologist, romantic aesthete, and historian of geology: The problem of Whig historiography of history. *Annals of Science*, 37, 441-462.
- Pallrand, G. y Lingenfeld, P. (1985, November). The physics classroom revisited: Have we learned our lesson? *Physics today*, 38 (11), 46-52.
- PFEIFFENBERGER, G. W. (1975). Letter to Fletcher Watson, November 1974, quoted in *Project Physics Newsletter*, 5.
- PORTER, D. H. (1981). *The emergence of the past: A theory of historical explanation*. Chicago: University of Chicago Press.
- QUATTROPANI, D. J. (1978). An evaluation of the effect of Harvard Project Physics on student understanding of the relationships among science, technology, and society. Tesis doctoral inédita, University of Connecticut.
- ROBINSON, J. D. (1986). Appreciating key experiments. *British Journal for the History of Science*, 19, 51-56.
- ROLL-HANSEN, N. (1983). The death of spontaneous generation and the birth of the gene: Two case studies of relativism. *Social Studies of Science*, 13, 481-519.
- RUSSELL, T. L. (1981). What history of science, How much, and Why? *Science Education*, 65, 51-64.

- RUTHERFORD, F. J.; HOLTON, G., y WATSON, F. G. (n.d.). *Project Physics Text*. Nueva York: Holt, Rinehart y Winston.
- SHAPIRE, D., ET AL. (1986, Spring). External and internal factors in the development of science. *Science & Technology Studies*, 4 (1), 1-23.
- SIEGEL, H. (1979). On the distortion of the history of science in science education. *Science Education*, 63, 277-278.
- TERMAN, L. M. (1916). *The measurement of intelligence*. Boston: Houghton Mifflin.
- TERMAN, L. M., y MERRILL, M. A. (1937). *Measuring intelligence*. Cambridge: Riverside Press.
- WELCH, W. W. (1973). Review of the research and evaluation program of Harvard Project Physics. *Journal of Research in Science Teaching*, 10, 365-378.
- WELCH, W. W. (1979). Twenty years of science curriculum development: A look back. *Review of Research in Education*, 7, 282-306.

Historia de la ciencia y enseñanza de las ciencias.

Stephen G. Brush

CL&E, 1991, 11-12, pp. 169-180

Datos sobre el autor: Stephen G. Brush es profesor en el departamento de Historia y en el Institute for Physical Science and Technology en la Universidad de Maryland.

Dirección: Universidad de Maryland. Institute for Physical Science and Technology. College Park, Maryland. 20742. USA.

Artículo original: History of Science and Science Education. En *Interchange*, 1989; Vol. 20, N.º 2; pp. 60-70. Reproducido con autorización. Traducción de Eduardo Braun.

Agradecimientos: Este artículo está basado en una charla en el Seminario de Enseñanza de Ciencias e Ingeniería (Science and Engineering Education Seminar) en la Fundación Nacional de las Ciencias (National Science Foundation) el 8 de julio de 1986. Agradezco a los directores de Física del Proyecto Harvard (G. Holton, F. J. Rutherford y F. J. Watson) por suministrar parte de la información empleada aquí. Mi investigación sobre la historia de la ciencia se ha sostenido con becas de la Fundación Nacional de Ciencias (Programa de Historia y Filosofía de la Ciencia) (National Science Foundation History and Philosophy of Science Programa) y el Fondo Nacional para las Humanidades (División de programas educativos). [National Endowment for the Humanities (Division of Education Programs)].

© De todos los artículos. Deberá solicitarse por escrito autorización de CL&E y de los autores para el uso en forma de facsímil, fotocopia o cualquier otro medio de reproducción impresa. CL&E se reserva el derecho de interponer las acciones legales necesarias en aquellos casos en que se contravenga la ley de derechos de autor.