LOS TRABAJOS DE CLIO:

LA HISTORIA Y FILOSOFÍA DE LA CIENCIA APLICADAS A LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

Miguel de Asúa

UNIVERSIDAD NACIONAL
DE GRAL. SAN MARTIN

CONICET

¹ G. Bachelard, *La formación del espíritu científico* (México, Madrid: Siglo XXI, 1993), 19a edición en español, p. 19 (ed. original, París: Vrin, 1938). Ver también Paul Ginestier, *La pensée de Bachelard* (París: Bordas, 1968), pp. 7 y 85-93.

² Thomas Kuhn, *The Structure of Scientific Revolutions* (Chicago: The University of Chicago Press, 1970), 2da edición aumentada, p. v. Existen paralelos más significativos aun entre las filosofías de Kuhn y Bachelard, toda vez que ambas insisten en la idea de discontinuidad— aunque también deben señalarse importantes diferencias entre ambos autores.

³ Ver Jean Piaget y Rolando García, *Psicogénesis e historia de la ciencia* (México, Madrid: Siglo XXI, 1984), 2da edición.

⁴ C. P. Snow, *The Two Cultures and the Scientific Revolution* (New York: Cambridge University Press, 1959; reimpresso como *The Two Cultures and a Second Look*, 1964).

⁵ Este movimiento tuvo uno de sus centros en Harvard, cuyo presidente, James Bryant Conant, impulsó los cursos de ciencia para estudiantes de humanidades. Es enseñando estos cursos que Kuhn dio sus primeros pasos como historiador de la ciencia. Ver Th. Kuhn, "Profesionalización evocada desde el sosiego" (original en *Isis* 75 (1984): 29-32; traducido en M. de Asúa (ed.), *La historia de la ciencia. Fundamentos y transformaciones* (Buenos Aires: CEAL, 1993), 2: 175-181).

⁶ Ejemplos de estas realizaciones son clásicos como *Introduction to Concepts and Theories of Physical Science* (1952) de Gerald Holton, de Harvard (quien posteriormente se convirtió en un importante filósofo e historiador de la ciencia) y *Physical Science. Its Structure and Development* (1966) de Edwin C. Kemble, del M. I. T., del cual se llegó a publicar sólo el volumen 1 (que comprende desde la astronomía geométrica hasta la teoría mecánica del calor). El libro de Holton fue posteriormente revisado y aumentado por el físico e historiador de la física Stephen Brush y reeditado por Princeton University Press (1985, 2da edición). El grado de complejidad de este tipo de literatura es variable: el libro *Physics: Its Principles, History and Philosophy*, de James Cushing, de la Universidad de Notre Dame (EEUU), comprende 75 lecciones con un considerable nivel de profundidad; en el otro extremo, el famoso *Physics for Poets*, de Robert March (New York: McGraw-Hill, 1970) o el de James S. Trefil, *Physics as a Liberal Art* (Fairview Park, N. Y.: Pergamon Press, 1978), son bastante

Las relaciones entre historia y filosofía de la ciencia (HFC) y la enseñanza de la ciencia pueden ser analizadas desde muy diferentes perspectivas. En primer lugar, es interesante comprobar que dos de los filósofos de la ciencia más importantes de nuestro siglo deben el surgimiento de la intuición alrededor de la cual construirían sus especulaciones, al hecho de haber tenido que enfrentarse a la tarea de la enseñanza de las ciencias. Efectivamente, Gaston Bachelard—quien fue durante años profesor de física en el liceo—afirma que su noción de "obstáculo epistemológico" puede ser hallada no sólo estudiando la historia de la ciencia, sino también enseñando la ciencia.¹ Por su parte, Thomas Kuhn² vislumbró los problemas que lo llevarían a postular su teoría de la historia de la ciencia por primera vez cuando, como estudiante de doctorado, tuvo que enseñar un curso universitario de física para estudiantes de humanidades, basado en la historia de la ciencia.³ Por otro lado, las ideas de Jean Piaget, que constituyen a la vez una psicología evolutiva, una teoría del aprendizaje y una "epistemología" (es decir, una teoría del conocimiento, en particular el científico), han sido ensayadas en la interpretación de la historia de la ciencia.³ En este breve artículo, sin embargo, no nos ocuparemos del complejo problema de las relaciones entre los procesos de aprendizaje de la ciencia y la marcha del conocimiento científico. Nuestro interés se concentrará más bien en una cuestión más inmediata, tal cual es la utilización de la HFC en la práctica de la enseñanza de la ciencia.

I. El movimiento internacional sobre la aplicación de la HFC en la enseñanza de las ciencias

En los años de la segunda postguerra y las décadas de la guerra fría en Estados Unidos, el desarrollo de la energía nuclear (en particular la cuestión de la utilización de las armas nucleares) y la carrera espacial provocaron, por un lado, un creciente interés sobre las consecuencias sociales de la ciencia y, por otro, dieron lugar a un movimiento educativo centrado en combatir lo que se denominó el "analfabetismo científico", que aspiraba a que el ciudadano promedio fuera capaz de comprender los conceptos básicos de la ciencia. Es el problema que C. P. Snow denominó "de las dos culturas", es decir, el desencuentro entre la cultura literario-humanística y la científica en el siglo XX.⁴ Uno de los logros de este proceso fue el dictado de cursos y la producción de libros cuyo objeto era enseñar las ideas fundamentales de las ciencias físicas a alumnos de humanidades (denominadas "artes liberales" en los países de habla inglesa).⁵ Estos libros presentaban su material a través de la historia de la ciencia, con incursiones más o menos substanciales en la filosofía de la ciencia y se utilizan corrientemente hoy en día en cursos de los primeros años de la universidad.⁶ Se alude a ellos aquí, porque alguno de ellos fue la base para el desarrollo de materiales de la enseñanza media.⁷ Son, sin duda, el mejor y más claro ejemplo de cómo decenas de miles de estudiantes de nivel intermedio y superior básico han adquirido su educación científica elemental a partir de un esquema conceptual cuyo principio organizador es la historia de la ciencia. A un nivel correspondiente a la enseñanza elemental e intermedia, hay que destacar que

entre nosotros han aparecido en los últimos años varias series de libros, de origen europeo, de difusión de la ciencia para niños y adolescentes y es notable que todas ellas estén planeadas sobre un enfoque histórico o incluyan sustancial material histórico.⁸

En la actualidad, hay varios grupos internacionales dedicados al estudio de los usos de la HFC en la enseñanza de la ciencia a distintos niveles. El más representativo es el *International History, Philosophy and Science Teaching Group*, que convoca conferencias internacionales desde 1989.⁹ Este grupo promovió que se dedicaran al tema del uso de la HFC en la enseñanza de la ciencia números especiales en varias publicaciones periódicas.¹⁰ Actualmente publica una revista periódica: *Science and Education. Contributions from History, Philosophy and Sociology of Science and Mathematics*, editada por Michael R. Matthews de la Universidad de Auckland, Nueva Zelanda. Asimismo, La *European Physical Society* viene llevando a cabo desde 1983 conferencias bianuales sobre la historia de la física y la enseñanza de la física. Hay un boletín sobre el tema, editado por otro grupo en EEUU: *SHIPS Teacher's Network News. A Newsletter for Sociology, History and Philosophy of Science in Science Teaching*.¹¹ Recientemente, se ha publicado una colección de artículos que cubre gran parte de los problemas del área.¹²

II. Algunas modalidades posibles sobre aplicación de la HFC a la enseñanza de las ciencias

A continuación, propondremos algunas posibilidades de cómo utilizar los materiales de la HFC en el aula de ciencias, señalando al mismo tiempo los antecedentes y experiencias realizadas en diversos países con este tipo de enfoque.

II.1. Motivación

Las biografías científicas (libros como *Cazadores de microbios* de Paul de Kruif o *Pasteur y la ciencia moderna* de Dubos o alguna de las tantas biografías de Einstein), constituyen un camino posible (quizás el más inmediato) para colocar en contexto histórico-cultural los contenidos científicos. Tienen el inconveniente de ocupar un tiempo de lectura considerable y de que su integración a la actividad del aula no siempre es directa.¹³

II.2. Integración de los distintos sectores y niveles de conocimiento

La ciencia proporciona un acceso privilegiado al entramado de ideas que constituye el tejido del pensamiento occidental. Esto puede sonar exagerado, pero es porque en general se identifica a la historia de la ciencia con una lista de nombres y descubrimientos—enfoque historiográfico perimido hace ya muchas décadas.¹⁴ La ciencia es un ingrediente principal de la constitución del mundo moderno (a partir del siglo XVII). Es difícil entender nuestro presente si no se conocen las grandes líneas del desarrollo del pensamiento científico.¹⁵

La integración del conocimiento científico en el más amplio marco cultural, también puede contribuir a fomentar la percepción de cómo las distintas culturas entienden y conceptualizan el universo.¹⁶

El famoso curso de ciencia para estudiantes de humanidades que Holton enseñó durante mucho tiempo como parte del *core curriculum* de Harvard, consiste en un curso de "conexión entre las ciencias".¹⁷ El curso está dedicado a una

elementales. Teniendo en cuenta este modelo, con Diego Hurtado de Mendoza hemos dictado un curso de postgrado en la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad de Buenos Aires (2do semestre de 1994), titulado "Introducción histórico-sistemática a los conceptos fundamentales de la física". Dicho curso constaba de 12 clases de 2 horas cada una, estando la primera dedicada a una introducción histórica y la segunda al análisis de los conceptos físicos, centrado sobre la explicación del significado de algunas ecuaciones fundamentales. El curso poseía una integración "longitudinal" de cada una de sus dos partes (historia de la física y conceptos fundamentales)—de tal manera que cada una de ellas era "autocontenida"—y una integración "transversal", ya que en cada una de las clases la primera hora (historia) se integraba con la segunda hora (conceptual). Los materiales del curso se encuentran en estado de preparación para su publicación como texto.

⁷ El libro de Holton fue la base para el desarrollo del *Harvard Project Physics*, un emprendimiento entre profesores de enseñanza media, físicos, educadores e historiadores de la ciencia, destinado a establecer un curso de física standard con textos, material experimental, auxiliares didácticos, etc., que comenzó en 1962 y culminó con la edición de *The Project Physics Course*, por la editorial Holt, Rinehart and Winston (rama de Harcourt Brace) entre 1970 y 1971 (varios volúmenes). Este curso tuvo apoyo estatal y, en un determinado momento, 250.000 alumnos secundarios llegaron a utilizar el texto principal. Fue adoptado y adaptado en diferentes países: Australia, China, Japón, Canadá e Italia.

⁸ Por ejemplo, los 4 volúmenes de la colección Ciencia Visual (Electricidad, Materia, Luz, Fuerza y Movimiento, editada originalmente por Dorling Kindersley, con la colaboración del Museo de Ciencias de Londres y traducida al español por Emecé) presenta una introducción a la física sobre la base de iconografía fundamentalmente histórica. El libro de Judith Hann, *How Science Works* (también editado por Dorling Kindersley y con edición castellana de Altea) incluye material histórico. Lo mismo puede decirse de la colección española Ciencia Recreativa, editada por Planeta-Agostini, de Barcelona, como serie semanal.

⁹ La próxima será en la Universidad de Calgary, Canadá, los días 21 a 24 de junio de 1997.

¹⁰ *Synthese* 80 (1989), vol. 1; *Science Education* 9 (1990); *Educational Philosophy and Theory* 20 (1988), vol. 2; *Studies in Philosophy and Education* 10 (1990), vol. 1; *Interchange* 20 (1989), vol. 2; *International Journal of Science Education* 12 (1990), vol. 3.

¹¹ Dirección: SHIPS Teacher's Network News. 632 Clark Hall, Cornell University, Ithaca, NY 14853-2501, USA.

¹² Michael R. Matthews, *History*,

biografía de Kepler por Koestler, la de Darwin por Julian Huxley y H. D. B. Kettlewell, la de Pasteur por Dubos, la de Einstein por Banesh Hoffmann y la de Humboldt por A. Meyer-Abich.

¹⁴ Ver sección II.3.

¹⁵ La ausencia de la historia de la ciencia no sólo afecta a los cursos de ciencia, sino también a los cursos de filosofía. Aunque todos los grandes filósofos fueron grandes científicos, en los cursos de filosofía de nivel intermedio (y superior) se estudia sólo su metafísica (Aristóteles, muchos medievales, Descartes, Kant, etc.), a la vez que se desconoce el aporte filosófico de los científicos. En los currícula filosóficos de corte escolástico, existía una materia denominada filosofía de la naturaleza, que en parte daba cuenta de estos contenidos. Los cursos serios y actualizados sobre Historia de la filosofía de la naturaleza e Historia de la filosofía de la ciencia son una rareza en nuestro medio.

¹⁶ Por ejemplo, Barbara Becker, del *Southwest Regional Laboratory* (Los Alamitos, California) preparó un cuadernillo para uso de alumnos de enseñanza media sobre el tema de las medidas del universo y los conceptos antiguos del espacio, en el que incluye material de culturas indígenas de América del Norte, fragmentos de diálogos platónicos, fragmentos de la Divina Comedia, fragmentos de la obra de Copérnico, Kepler y Galileo y breves artículos sobre las concepciones árabe y china. Barbara Becker, "Measuring the Universe, Early Concepts of Space" (mimeo).

¹⁷ Gerald Holton, "How Can Science Courses Use the History of Science? Some Examples", manuscrito distribuido en la sesión "Using History of Science in College and Secondary Education" de la reunión anual de la History of Science Society (Santa Fe, New Mexico, noviembre de 1993). Ver también Holton, *Thematic Origins of Scientific Thought: Kepler to Einstein* (Harvard University Press, 1973), cap. 15: "Physics and Culture: criteria for curriculum design".

¹⁸ Ver, por ejemplo, el texto utilizado durante muchas décadas en nuestro medio de José Fernández y Ernesto Galloni, *Física elemental* (Buenos Aires: Librería y Editorial Nigar, 1962), 6ta edición, 2: 275-278—para un enfoque moderno y comparativo de la enseñanza de la noción de campo, ver L. Kohen y H. Tricárico, *Campos* (Buenos Aires: Kapeluz, 1975), colección Temas programados de Física. Es notable observar cómo textos estándar para la enseñanza de la física adoptan, sin más trámite, la versión operacionalista desde la primera página: "Para los propósitos de la física, las cantidades básicas deben ser definidas clara y precisamente. Una perspectiva es que se obtiene la definición de una cantidad física cuando se especifican los procesos para medirla. A esto se lo denomina el punto de vista operacional, pues la definición es, en última instancia, un conjunto de operaciones de laboratorio que proporcionan un número y una unidad". D. Halliday y R. Resnick, *Fundamentals of Physics* (New York: John Wiley and Sons, 1974), 1. El operacionalismo es una versión de la filosofía de la física muy influyente, formulada acabadamente por Percy William Bridgman (1882-1961). Para una descripción histórico-filosófica sucinta de esta interpretación,

presentación sólida de la física, pero dedica un 10 a 15 % del tiempo a establecer relaciones entre esta disciplina y las demás ciencias. Por ejemplo, en la sección dedicada a la dinámica newtoniana, se aclara cómo las ideas de Newton sobre espacio y tiempo se vinculan con la teología de su tiempo (filosofía), cómo la matemática de Newton depende de la matemática griega y cómo la supera (matemáticas), como Newton influyó sobre los modelos atómicos de Dalton (química), como las metáforas construidas alrededor de la obra de Newton afectaron la sensibilidad artística y literaria del siglo XVIII (artes y literatura).

II.3. Significado de los conceptos básicos

No prestar atención a la historia de las ideas fundamentales en ciencia, puede resultar en obvias dificultades en el aula. Por ejemplo, uno se pregunta ¿cuál es el sentido de la presentación de la teoría corpuscular de la luz fuera del contexto de la filosofía natural del siglo XVII y separada de la polémica entre las filosofías de Newton y de Descartes? O bien, ¿cuál es el valor de enseñar la ley de la atracción gravitatoria sin transmitir la sensación de "escándalo" producida en la época por la idea de que un cuerpo puede actuar sobre otro sin mediar entre ellos ningún tipo de contacto? O, ¿cómo es posible interpretar lo que de revolucionario tuvo la ley de caída de los cuerpos sin entender la inextricable coherencia del sistema aristotélico que la formulación de Galileo ponía en cuestión? En el momento de enseñar el concepto de "campo" eléctrico, y dada sus dificultades, muchas veces el texto se limita a explicar la fórmula de la intensidad de campo eléctrico, adhiriendo—más o menos conscientemente—a una interpretación operacionalista.¹⁷ Pero de esta manera se mutila el significado original de la idea de campo eléctrico, acuñada por Faraday en términos de una modelización visualizable intuitiva (es sabido que los conocimientos matemáticos de Faraday eran marcadamente elementales) y, por supuesto, se esconde la importante transformación que la idea de campo sufre con Maxwell.¹⁹

Lo que estos ejemplos, apilados con un poco de apresuramiento, indican, es que cada noción científica alberga dentro de sí una serie de significados, que se fueron depositando a lo largo de la historia de la ciencia, como si fueran "estratos geológicos". No entraremos en la muy debatida cuestión de si en todos los casos dichos significados son reducibles unos a otros.²⁰ Un vistazo superficial a los clásicos volúmenes de Max Jammer, nos da idea de la insospechada complejidad albergada en el desarrollo histórico de las nociones físicas fundamentales.²¹ Aquí sólo deseamos señalar la importancia de cobrar conciencia del "espesor histórico" de los conceptos.²²

Por supuesto, sería inútil recomendar que el docente esté alerta respecto de este tipo de cosas, si dicho conocimiento no redundara en facilitar la transmisión de la inteligibilidad del asunto en cuestión. El filósofo canadiense contemporáneo Bernard Lonergan, dedicó gran parte de su obra a construir una teoría del conocimiento que tiene como eje la noción de *insight*.²³ Tener un *insight* es equivalente a "entender", es decir, captar la inteligibilidad de algo. Lonergan comienza su obra describiendo el *insight* con el ejemplo de Arquímedes, que sale de la bañera gritando "¡Eureka!" porque "entendió" la ley del empuje.²⁴ El *insight* sería ese instante en el que "se nos enciende la lamparita", ese momento en que "vemos la luz". Lonergan afirma que el *insight* es transmisible, es comunicable. ¿Qué quiere decir con esto? No, por supuesto, que yo pueda transmitir a otro mi propio entender. Lo que puedo hacer es presentar los materiales que conducen al *insight* de tal forma que al otro le sea más fácil "entender". El docente, desde esta perspectiva, es aquel que expone los elementos de forma de inducir, con la mayor facilidad posible, el *insight*, la inteligibilidad de la cosa en los alumnos. Por supuesto, como todos sabemos, sólo podemos transmitir inteligiblemente lo que nosotros hemos entendido; en términos de Lonergan,

sólo podemos inducir el *insight* si, previamente, nosotros poseemos dicho *insight*—y digo "poseemos" pues, una vez logrado, el *insight* permanece; una vez que entendemos algo, ya sólo tenemos que traerlo a la memoria, no es necesario alcanzar de nuevo el "instante del entender". El aprendizaje sería, así, una sucesión de *insights*, que se acumulan integradamente, unos sobre otros, y se van articulando en estructuras cada vez más complejas y más abarcativas, de manera de constituir una progresión de *insights* más integrados y más profundos. Así, para volver a nuestro ejemplo del campo electromagnético, es posible entender sólo las fórmulas del campo. Pero, ¿he entendido todo lo que hay para entender en la noción de campo cuando he aprendido a operar con las ecuaciones? En un cierto sentido, sí; en otro, no. Pues si sólo atiendo a las fórmulas, estoy perdiendo de entender el desarrollo conceptual que acompañó a la formulación de las ecuaciones y del cual estas fueron el último resultado (por ejemplo, las distintas nociones de "modelo" asociadas a la noción de campo). La inteligibilidad total del concepto, entonces, se alcanza cuando uno está en posesión de *insights* complementarios que dan cuenta, a la vez, de un significado formular y un significado histórico-conceptual—es posible, por supuesto, afirmar que el único significado válido es el operacional, pero esto implica hipotecas filosóficas no siempre advertidas.²⁵ A mi entender, el *insight* que nos introduce en el "espesor" del concepto, que nos remite a la variedad de significados que el mismo alcanza en las distintas teorías, es una de las caras de una moneda cuya otra faz es la comprensión de la ecuación.²⁶

La dificultad experimentada por algunos científicos para admitir la necesidad del *insight* histórico-conceptual se debe, no sólo a la adopción de una visión operacionalista, sino también a una concepción anacrónica y "presentista" de la historia de la ciencia. Esta concepción—que corresponde a los modelos historiográficos en uso hasta la década de los 30 y que en nuestro país aún permanece vigente en algunos sectores—considera que es lícito interpretar el pasado de cualquier disciplina tomando como punto de apoyo el estado actual de la ciencia como patrón. Esta versión histórica se asocia a una visión positivista de la ciencia, según la cual ésta consiste en una acumulación de "descubrimientos" o "experimentos" que—se argumenta—deberíamos a algunos grandes genios y sobre los cuales se "edifican" las teorías. Así, desde este punto de vista, diríamos que Demócrito "ya entonces vislumbró los átomos" o que Heráclito "alcanzó la intuición" de la relatividad. Pensar de esta manera implica, por supuesto, negar la historia, ya que se está negando la condición de alteridad que tiene el pasado—es decir, su carácter de ser "otra cosa" distinta del presente. La concepción corriente de la historia de la ciencia parte de la base de que no es posible juzgar el pasado en nuestros términos. El pasado debe ser juzgado—hasta donde esto sea posible, claro—en términos de su propia contemporaneidad: Demócrito no "vislumbró" los átomos, pues la teoría atómica de Rutherford y Bohr vino 25 siglos más tarde. Hay que "entender" a Demócrito en los términos del pensamiento griego antiguo y no en los términos de la física del siglo XX. Actualmente, a nadie con un mínimo conocimiento de la antropología se le ocurriría calificar como "atrasadas" a las culturas arcaicas. Sin embargo, es aún frecuente escuchar defensores de la visión "presentista" de la historia de la ciencia.²⁷

Pero estos entusiasmos historicistas deben ser calificados, cuando enfrentamos la cuestión de la aplicación de la HFC, a la enseñanza de las ciencias. En primer lugar, hay que aclarar que aceptar que el pasado científico debe ser entendido en sus propios términos y no en relación al actual estado de las cosas, no significa negar la existencia del progreso.²⁸ Pero más relevante al argumento de este artículo es la pertinencia del problema del "anacronismo" respecto a la cuestión de la utilización de la historia de la ciencia en la enseñanza de la ciencia. El hecho es que, cuando utilizamos un ejemplo histórico para acceder a una inteligibilidad más completa de alguna noción científica, necesariamente tene-

ver David Oldroyd, *The Arch of Knowledge. An Introductory Study of the History of the Philosophy and Methodology of Science* (New South Wales University Press, 1989), 274-281 y G. Klimovsky y M. de Asúa, *Corrientes epistemológicas contemporáneas* (Buenos Aires: CEAL, 1992), 86-87.

¹⁹ Ver, por ejemplo, P. M. Harman, *Energy, Force and Matter. The Conceptual Development of Nineteenth-Century Physics* (Cambridge: Cambridge University Press, 1982), 72-119 y el más complejo William Berkson, *Las teorías de los campos de fuerza. Desde Faraday hasta Einstein* (Madrid: Alianza, 1985), 2da edición.

²⁰ La presuposición de que dichos significados son siempre compatibles es sólo producto de la falta de atención a la dimensión temporal de la ciencia. En este particular, es muy significativo que los filósofos de la ciencia que han insistido más en la "discontinuidad" del desarrollo de las ideas científicas (es decir, en la idea de que los conceptos científicos *no siempre* son reducibles entre sí), han sido aquellos que forjaron sus ideas en el contexto de la enseñanza de la ciencia y aceptaron el desafío de incorporar, como ineludible, la dimensión histórica de su disciplina (ver, más arriba, los comentarios sobre Kuhn y Bachelard).

²¹ Max Jammer, *Concepts of Space, Concepts of Force y Concepts of Mass* (publicados originalmente por Harvard University Press en 1954, 1957 y 1961, respectivamente; hay varias reediciones).

²² Debo esta imagen a Marcelo Montserrat. Sobre la cuestión de la temporalidad en la historia de las ideas, ver los artículos coleccionados en la primera y segunda parte de M. Montserrat, *Usos de la memoria* (Buenos Aires: Editorial Sudamericana-Universidad de San Andrés, 1996).

²³ El término es de muy difícil traducción al castellano, pero quiere decir algo así como "ver dentro de". Bernard Lonergan, S.J., *Insight* (Londres, Nueva York, Toronto: Longmans, Green and Co., 1957), en particular ver pp. 3-18.

²⁴ Este episodio, claro, es legendario, no histórico.

²⁵ La polémica central de la filosofía de la ciencia desde hace más de una década es la entablada entre el empirismo constructivista y el realismo científico. La primera postura (asociada, de varios modos, con la interpretación de Copenhague de la mecánica cuántica), afirma que la función de las teorías científicas es predecir y "salvar los fenómenos". Por su parte, el realismo científico (que toma sus ejemplos, fundamentalmente, del desarrollo de ciencias "estructurales", como la geología, la biología, la paleontología o partes de la astrofísica), afirma que las teorías científicas "explican", es decir, proporcionan una descripción, por lo menos "metafórica", de las entidades del universo. Para varias perspectivas relativas a esta polémica, ver Jarrett Leplin, ed., *Scientific Realism* (Berkeley y Los Angeles: University of California Press, 1984).

²⁶ Este fue el principio sobre el cual organizamos nuestro curso, ver nota 6.

²⁷ Esta perspectiva se denomina "whiggish", en referencia a los constitucionalistas ingleses del ala liberal ("whig"), que leían la historia de la humanidad como una marcha conducente al sistema parlamentario inglés. Ver Herbert Butterfield, "La concepción Whig de la historia" en Asúa, *Historia de la ciencia*, 1: 125-133 y el comentario de la Introducción, 1: 18-22.

²⁸ Muchos filósofos de la ciencia, sin embargo, desde la década del '60 y tanto en la literatura francesa como en la inglesa, cuestionan la noción de "progreso" y favorecen interpretaciones de corte "estructuralista" de la historia de la ciencia. Ver la colección de artículos defendiendo diferentes perspectivas en Janet A. Kourany, *Scientific Knowledge. Basic Issues in the Philosophy of Science* (Belmont, Cal.: Wadsworth Pub. Co., 1987), 228-335.

²⁹ Por ejemplo, uno de los cursos dictados en la *Harvard University Summer School* en 1989 ("Physics and Its Foundations") se concentraba en el desarrollo histórico de las teorías físicas como un modo de acceder a los conceptos básicos de la física. El curso incluía sesiones de laboratorio que utilizaban los artículos originales de los científicos. El mismo enfoque se utiliza en los cursos de ciencia para estudiantes de artes liberales en el marco del *Program of Liberal Studies* de la Universidad de Notre Dame (EEUU).

³⁰ Por ejemplo, el libro de Rom Harré, *Great Scientific Experiments* (Oxford University Press, 1983; hay traducción al castellano).

³¹ Materiales pueden encontrarse en los clásicos volúmenes de J. B. Conant y L. K. Nash, *Harvard Case Histories in Experimental Science* (Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1957), 2 vols. Sobre las controversias biológicas, ver Miguel de Asúa, "El problema del origen de la vida. Reconstrucción racional de la polémica entre biogenistas y abiogenistas durante los siglos XVII a XX", *Manuscrito* 12 (1989): 71-89 e idem, "Historia de las teorías embriológicas", *Stromata* 44 (1988): 233-262. Estos artículos son el resultado de un curso dictado en 1985 en el marco del Programa José Babini de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires, titulado "Dos controversias en la historia de la biología", que aspiraba a introducir a estudiantes de biología a la problemática histórico-filosófica de dicha disciplina.

³² El Prof. Michael Crowe, en su curso de historia de la astronomía moderna para alumnos del *Program of Liberal Studies* de la Universidad de Notre Dame, utiliza con mucho éxito la polémica entre Harlow Shapley y Heber Curtis sobre el tamaño y la estructura de la vía láctea y los "universos-islas". Los materiales fueron reunidos en el cap. 7 de M. Crowe, *Stellar Astronomy. From Herschel to Hubble* (Notre Dame: Poverty Pub. Co., 1989; reeditado por Dover). Barbara Becker ha compilado también una colección de fuentes primarias relativas al debate científico, para uso de estudiantes secundarios, ver Barbara Becker, *Primary Source Material. Examples for Use in Secondary and College Science Instruction* (mimeo).

mos que caer en ciertos anacronismos, debiendo renunciar a la visión "propia-mente histórica" del episodio del pasado. ¿Por qué? Pues porque nuestro objetivo no es enseñar historia de la ciencia (para lo cual existen metodologías particulares), sino que es enseñar la ciencia contemporánea: debemos tener claro que, cuando los profesores de ciencia recurren a los historiadores de la ciencia, es para obtener un auxilio o un instrumento que les permita ensanchar la inteligibilidad de su materia, es decir, la ciencia contemporánea. Explorar las relaciones entre las ciencias y las demás manifestaciones del espíritu humano en una determinada época o adentrarse en las "capas geológicas" de los significados históricos de un concepto son, para el profesor de ciencias, *medios* para un *fin*: el fin es enseñar ciencia, no enseñar historia. Esto, por supuesto, requiere del historiador una actitud de cierta humildad, pues debe entender que no se lo interroga aquí por un interés propiamente histórico, sino por uno vinculado con la metodología de la enseñanza de las ciencias. A su vez, el docente de ciencias debe revestirse por su parte de la misma actitud de humildad, pero en este caso dirigida al renunciamento a la perspectiva anacrónica y presentista que entiende la historia de la ciencia, equivocadamente, desde el estado actual de la cuestión.

II.4. Utilización de experimentos "históricos"

En ocasiones, los experimentos "históricos" son baratos y sencillos. El interés consiste en conjugar el experimento (en la mayor parte de los casos, simplificado) con textos o reportes originales. Los experimentos de Arquímedes, Galileo y Young son ejemplos característicos y bien conocidos. Existen experiencias de cursos de física fundamental contruidos sobre la base de experimentos "famosos".²⁸ La literatura sobre este tipo de cuestiones es abundante.³⁰ En el *Deutsches Museum*, un grupo liderado por el Dr. Jürgen Teichmann ha reproducido una serie de experimentos clásicos en la historia de la ciencia y preparó materiales para cursos basados sobre este esquema. La *National Science Foundation*, de EEUU, subvenciona un programa para promover la inclusión de la historia y la filosofía de la ciencia en la enseñanza de las ciencias.

II.5. Controversias científicas y dramatización

Pueden ser utilizadas como elemento motivador, incorporando técnicas de dramatización. La idea aquí es fomentar el pensamiento crítico y dejar bien en claro que la ciencia no es algo terminado sino algo que se construye, en otras palabras, que no se puede nunca decir "la ciencia dice" o "los científicos dicen", sin tener en cuenta a la vez el carácter provisorio del conocimiento científico. La historia de la biología se presta particularmente para este tipo de enfoque, siendo casos bien conocidos la controversia sobre el origen de la vida, la controversia sobre epigenetismo y preformacionismo, la controversia sobre la teoría de la evolución durante el siglo XIX, etc.³¹ Una posibilidad es preparar el material de la controversia utilizando las fuentes históricas originales (adaptadas al nivel de los alumnos), distribuir los materiales de las dos partes en conflicto a dos grupos pequeños de alumnos y, finalmente, reeditar la polémica entre estos grupos que, familiarizados con los argumentos utilizados en su momento, renuevan la discusión. Se apunta a calificar el grado de conocimiento de los materiales, la originalidad en el uso de los argumentos y el respeto por las normas de la racionalidad científica.³²

III. Conclusión

La utilización de la HFC en la enseñanza de las ciencias proporciona familiaridad con otras formas de inteligibilidad, *otras formas de entender el mundo*. Aceptar que hubo otras maneras de entender el mundo y cómo estas distintas maneras chocaron e interactuaron entre sí y se sucedieron unas a otras favorece no sólo la mejor comprensión de la ciencia, sino también el desarrollo de una actitud pluralista y el aprendizaje de los procesos para justificar racionalmente la propia manera de dar cuenta del universo.