

Enseñando las componentes filosóficas y de las formas de ver el mundo de la ciencia: algunas consideraciones¹

Michael R. Matthews

School of Education, University of New South Wales, Australia
m.matthews@unsw.edu.au

Para las currículas actuales de educación en ciencias es importante que los estudiantes aprendan, además de los contenidos científicos, diversas características de las ciencias – su naturaleza, su historia, cómo difiere de los procedimientos no científicos y sus interacciones con la cultura y la sociedad. Estos contenidos curriculares otorgan un “cheque en blanco” para la inclusión de la historia y la filosofía de la ciencia en los programas de formación de los profesores en ciencias y para su empleo en las aulas.

Desafortunadamente, este cheque en blanco muchas veces no es cobrado. En este trabajo se discutirán aspectos importantes de la contribución de la ciencia a la cultura, especialmente su rol en el desarrollo de las formas de ver el mundo en la sociedad. Se presenta un estudio de caso en el que se analiza la adaptación de una doctrina católica romana a la metafísica del atomismo durante la revolución científica. Se dejan de lado opciones para reconciliar las visiones aparentemente conflictivas de las formas de ver el mundo científica y religiosa, y se sostiene que en lo concerniente a la educación liberal, es importante que los estudiantes reconozcan cuáles son las opciones y que ellos las examinen cuidadosamente para que lleguen a sus propias conclusiones sobre la posibilidad de conciliarlas.

Palabras clave: ciencia, visiones de mundo, educación en ciencias.

A common feature of contemporary science education curricula is the expectation that as well as learning science content, students will learn something about science – its nature, its history, how it differs from non-scientific endeavours, and its interactions with culture and society. These curricular pronouncements provide an ‘open cheque’ for the inclusion of history and philosophy of science in science teacher education programmes, and for their utilisation in classrooms. Unfortunately this open cheque is too often not cashed. This paper will discuss an important aspect of the contribution of science to culture, namely its role in the development of worldviews in society. A case study of the adjustments to a central Roman Catholic doctrine occasioned by the metaphysics of Atomism which was embraced at the Scientific Revolution will be presented. Options for the reconciliation of seemingly conflicting scientific and religious worldviews are laid out, and it is claimed that as far as liberal education is concerned, the important thing is to have students first recognise what are the options, and then carefully examine them to come to their own conclusions about reconciliation or otherwise.

Keywords: science, worldviews, science education.

Introducción

Para las currículas actuales de educación en ciencias es importante que los estudiantes aprendan, además de los contenidos científicos, diversas características de las ciencias – su naturaleza, su historia, cómo difiere de los procedimientos no científicos y sus interacciones con la cultura y la sociedad. Para ello, se incluyen en las currículas actuales de ciencias no sólo objetivos disciplinarios y técnicos,

sino otros más amplios, que han sido llamados objetivos “humanísticos”, “culturales” o “liberales”. La Asociación Americana para el Avance de la Ciencia (AAAS) expresa su compromiso con este perfil cultural o humanístico de la educación en ciencias en su publicación denominada *Proyecto 2061* (AAAS1989) y, al año siguiente, en *El arte liberal de la ciencia*:

La enseñanza de las ciencias debe explorar la interrelación entre las ciencias y las tradiciones intelectuales y culturales en las

cuales están firmemente insertas. La ciencia posee una historia que puede mostrar las relaciones entre la ciencia y el amplio mundo de las ideas y puede iluminar eventos contemporáneos (AAAS 1990, p.xiv)

La contribución original de los programas de ciencias a objetivos más generales de la resolución de problemas en la educación, es cultivar y refinar hábitos mentales *científicos* específicos. Ellos se esparcirán desde el laboratorio al hogar, el lugar de trabajo, la comunidad y la nación. Para el AAAS los amplios problemas “planetarios” no son sólo científicos y técnicos, sino también sociales, culturales e ideológicos; y posee la convicción de que estos problemas pueden ser resueltos, o quizás sólo puedan ser resueltos mediante la aplicación de un “hábito de pensamiento científico”. Las expectativas de la AAAS se reflejan en los Estándares Educativos Nacionales de la Educación en Ciencias de los Estados Unidos, donde existe un contenido específico denominado “Estándares de la Historia y Naturaleza de la Ciencia” (NRC 1996), que debe ser cubierto por los programas de ciencias desde el jardín de infantes hasta la finalización de la escuela secundaria. En esta orientación, los documentos establecen que:

Los estudiantes deben desarrollar una comprensión de lo que es ciencia, de lo que no lo es, de lo que la ciencia puede hacer y de lo que no puede hacer, y de cómo la ciencia contribuye a la cultura (NRC 1996, p.2)

y,

Los estándares para la historia y la naturaleza de la ciencia recomiendan el empleo de la historia en los programas de ciencia escolar para clarificar diferentes aspectos de la investigación científica, los aspectos humanos de la ciencia y el rol que la ciencia ha jugado en el desarrollo de los valores culturales. (NRC 1996, p.107)

Las visiones liberales o culturales desarrolladas por la AAAS, puestas en evidencia en el Marco de Educación de Noruega, poseen una larga tradición. El objetivo de que la divulgación del aprendizaje de las ciencias genere un efecto positivo tendiente al mejoramiento de la sociedad y la cultura, equivale a restablecer

en el siglo XXI los principios del Iluminismo del siglo XVIII: los pensadores del Iluminismo creían que la divulgación de las ciencias iba a aminorar muchos de los enormes problemas físicos, sociales e ideológicos que existían en Europa – terribles guerras religiosas, supersticiones ignorantes generalizadas, caza de brujas, plagas, regímenes monárquicos absolutos y autoritarios, una dominación intrusiva de la Iglesia Católica Romana y de las igualmente dominantes Iglesias Protestantes, siempre que ellas tuvieran la oportunidad, la Inquisición, etc. En estas circunstancias no era sorprendente suponer que muchos de los métodos de la Nueva Ciencia, que se manifestaron tan fructíferos en los logros de Newton, deberían ser aplicados más ampliamente, para obtener efectos de mejoramiento de la cultura y la sociedad.

Estos contenidos curriculares y pronunciamientos marco otorgan un “cheque en blanco” para la inclusión de la historia y de la filosofía de la ciencias en los programas de formación de los profesores de ciencia y para su empleo en las aulas. Desafortunadamente, este cheque en blanco generalmente no se cobra. Este trabajo discutirá un aspecto importante de la contribución de la ciencia a la cultura, sobre todo en el desarrollo de formas de ver el mundo en la sociedad; y luego, cómo esta interacción de ciencia y formas de ver el mundo puede ser enseñada en los programas escolares.

Ciencia y filosofía

La ciencia genera preguntas filosóficas y requiere compromisos filosóficos: la ciencia y la filosofía van de la mano.² No es accidental que muchos de los físicos más importantes de los siglos XIX y XX hayan escrito libros de filosofía y se comprometieran a interrelacionar a la ciencia y la filosofía – por ejemplo Boltzmann, von Helmholtz, Mach, Duhem, Eddington, Jeans, Planck, Bohr, Heisenberg, Born, and Bohm.³ Otros físicos menos conocidos también escribieron este tipo de libros, entre los mejores se encuentran: Bridgman, Campbell, Margenau, Bunge, Chandrasekhar, Holton, Rabi, Shimony, Rohrlich, Cushing and Weinberg.⁴ Muchos químicos y biólogos también realizaron contribuciones en este

género – por ejemplo: Haldane (1928), Polanyi (1958), Bernal (1939), Hull (1988), Mayr (1982), Gould (1999), Birch (1990), Monod (1971), y Wilson (1998). Una reciente contribución a este género es la realizada por Francis Collins, el genetista director del Proyecto Genoma Humano (Collins 2007).⁵

El filósofo de Oxford R.G. Collingwood, en su obra más importante, *La Idea de la Naturaleza*, escribió sobre la historia de la interdependencia mutua de la ciencia y la filosofía, sosteniendo que:

El estudio detallado de los hechos naturales comúnmente se denomina ciencia natural o simplemente ciencia; la reflexión en los principios, tanto respecto de aquéllos de la historia natural o de cualquier otro departamento de pensamiento o acción comúnmente se denomina filosofía ... Pero ambas están tan fuertemente relacionadas que la ciencia natural no puede ir demasiado lejos sin un inicio filosófico; y la filosofía reacciona sobre la ciencia en la manera en que ésta crece otorgándole a futuro una nueva firmeza y consistencia que surge en los científicos a partir de la nueva conciencia de los principios en los cuales han estado trabajando. (Collingwood 1945, p.2)

Continúa escribiendo:

Por esta razón no está bien que la ciencia natural sea asignada sólo a una clase de personas denominadas científicos, y los filosóficos, hacia otra clase llamada filósofos. El hombre que nunca reflexionó en estos principios en su trabajo, no ha alcanzado una actitud de hombre hecho y derecho hacia ella; un científico que nunca haya filosofado sobre la ciencia nunca será más que un científico jornalero, de segunda mano, un imitador. (Collingwood 1945, p.2)

Lo que sostiene Collingwood respecto de que el requerimiento de “reflexionar sobre los principios” es necesario para la práctica de la buena ciencia, puede ser igualmente dicho para la práctica de la buena enseñanza de las ciencias. La educación liberal promueve tales reflexiones profundas y cuestionamientos de las leyes básicas o de las suposiciones de

cualquier disciplina que sea enseñada, incluyendo a la ciencia.

Ciencia y Metafísica

La ciencia no sólo surge y está entrelazada con preguntas filosóficas “rutinarias” precedentes, sino que estas reflexiones filosóficas conducen inexorablemente a otras metafísicas y, finalmente, hacia preguntas sobre la forma de ver el mundo. Los fenómenos y las preguntas que la ciencia investiga; los tipos de respuestas que se obtienen; los tipos de entidades que reconoce como que poseen influencia causal; los límites, si hay algunos, establecen el dominio de la investigación científica; etc. todo ello está relacionado con grandes compromisos metafísicos de tipo epistemológico, ontológico y, a veces, éticos.

Tomemos como ejemplo la Ley de Inercia, piedra fundacional de la física clásica que es enseñada a todo estudiante de ciencias en la escuela. Usualmente se la propone como: “los cuerpos permanecen en reposo o continúan viajando en una línea recta a una velocidad constante a menos que actúe una fuerza sobre ellos”. En buenos colegios puede ser “demostrada” mediante un disco que desliza sobre una mesa de aire. En una educación puramente técnica la ley es aprendida de memoria y se resuelven problemas asociándola a la fórmula $F=ma$. Los propósitos técnicos pueden ser satisfechos con una correcta memorización y una maestría en las habilidades cuantitativas – “una fuerza de X newton actúa sobre una masa de Y kilogramos, qué aceleración se produce?” – pero los objetivos de una educación liberal no pueden alcanzarse tan fácilmente. Sólo una pequeña reflexión filosófica y una investigación histórica relacionadas con este tema rutinario de la inercia abren una visión de todo un nuevo mundo científico y educativo.

Además de su historia interesante e importante, en cualquier buen tratamiento áulico de la ley de inercia surgen cuestiones básicas de filosofía:

- *epistemología*. Nunca vemos el comportamiento libre de fuerzas en la naturaleza, ni podemos inducirlo experimentalmente, entonces, ¿cuál es la fuente y la justifica-

ción de nuestro conocimiento de cuerpos que actúan sin la acción de fuerzas sobre ellos? Si la fuerza se mide por la aceleración y si la aceleración es una función de la medición del tiempo, entonces la magnitud de una fuerza supuestamente independiente depende de nuestra medición del tiempo.

- *ontología*. Vemos o experimentamos fuerzas por otro medio que no sea su manifestación, entonces, ¿poseen existencia? ¿qué es la masa? ¿qué es la medición de la masa como algo diferente al peso?
- *cosmología*. ¿Este tipo de objeto inercial viaja para siempre en un vacío infinito? ¿qué sucede en los límites de un espacio “infinito”? ¿los cuerpos fueron creados con movimiento?

Consideraciones de este tipo llevaron a Poincaré a decir: “Cuando decimos que las fuerzas causan un movimiento, estamos hablando de metafísica” (Poincaré 1905/1952, p.98). Y como en toda clase de física se habla de que las fuerzas son las causantes del movimiento, entonces la metafísica está acechando en todas las aulas, esperando salir a la luz.

Pero así como el movimiento asciende desde el estudio de la naturaleza (ciencia) a su metafísica asociada, por supuesto que hay un movimiento descendente. El estudio de la naturaleza *presupone* ciertas bases metafísicas y procedimentales o metodológicas: primero, la existencia de un mundo externo que es independiente del observador; segundo la universalidad de causalidad en ese mundo, si algo sucede hay una causa que hace que eso ocurra; y tercero, la consistencia de la causalidad, si un evento E ha causado C hoy, entonces también lo causará mañana y en otros lugares. A estas tres suposiciones se deberían agregar presupuestos epistemológicos como: nuestro pensamiento o razón es tal que podemos conocer el mundo exterior. Algunos agregarían un presupuesto epistemológico adicional de la ciencia: el surgimiento de creencias alternativas necesitan ser racionales; la ciencia es una actividad diferente de la política o los negocios debido a que la evidencia es de rele-

vancia central en las decisiones, algo es verdadero o falso.

Estos presupuestos, postulados o principios podrían denominarse Realismo, Determinismo, Legitimidad, Razón y Racionalidad. No son autoevidentes; no todas las personas y culturas han creído en ellos, algunos han argumentado que era la manera cristiana de ver el mundo, donde Dios había sido eliminado de la naturaleza, en contra del animismo, la que permitió florecer a la ciencia; y algunos de estos principios fueron disputados por los filósofos de la ciencia. Los principios no son probados directamente por la ciencia, sino que son posiciones metafísicas básicas para dirigir a la ciencia occidental. Duhem and Poincaré, al comienzo del siglo XX denominaron “convenciones” a estos principios. Poincaré escribió que: “mientras que estas leyes son impuestas por *nuestra* ciencia, que de otra manera no existiría, no son impuestas por la Naturaleza” (Poincaré 1905/1952, p.xxiii). Y, reafirmando para un realista, agregó: “¿Son arbitrarias? No, porque si lo fueran, no serían fértiles” (ibid) Una pregunta filosófica aquí sería si la “fertilidad” sustenta la verdad de los principios de un programa de investigación fértil; otra es ¿cómo hace esta verdad, si es verdad, para dar sustento en creer en las entidades invisibles postuladas por los principios?

Claramente, una tarea importante para los educadores que exhortan a enseñar algo *sobre* la ciencia, su impacto en la cultura, y cómo se distingue de otras formas o conocer, es reflexionar respecto de si la filosofía y la metafísica están separadas o forman parte de la ciencia. Algunas de ellas deben ser enseñadas. Si la metafísica y la filosofía son parte integrante de la ciencia, claramente deben ser descarnadas, articuladas y examinadas; si son algo separado de la ciencia, se debe mostrar cómo están separadas.

Ciencia y modos de ver el mundo

Esta amalgama de compromisos ontológicos, metafísicos, epistemológicos y éticos, especialmente cuando es ampliado para incluir posiciones religiosas o no religiosas, puede ser denominado “forma de ver el

mundo”. Una forma de ver el mundo incluye ideas respecto de la naturaleza – su constitución, orígenes y propósitos, si existiera alguno; ideas de nuestro lugar en la naturaleza y en “esquemas generales sobre las cosas”; ideas sobre qué entidades existen en el mundo – ¿materia? ¿espíritus? ¿mentes? ¿ángeles?; ideas sobre los poderes y las acciones de dichas entidades existentes; ideas sobre dios y sobre cómo dios puede interactuar o no con el mundo incluyendo respuesta a plegarias, realización de milagros, revelaciones y el envío de profetas o mensajeros; ideas de lo sagrado; ideas de cómo se adquiere y se prueba el conocimiento; ideas sobre la bondad o maldad de la naturaleza humana; etc.

En el siglo XVII, la Nueva Ciencia (filosofía natural) de Galileo, Descartes, Huyghens, Boyle y Newton causaron un cambio masivo, no sólo en la ciencia, sino en la filosofía europea que repercutió en la religión, la ética, la política y la cultura. Todos los más grandes filósofos naturales de ese tiempo rechazaron el aristotelismo en su práctica científica y en la filosofía que enunciaron. Mayoritariamente, la nueva filosofía hacia la que ellos se volcaron era corpuscular, mecánica y realista –se ha llamado la “forma de ver el mundo a partir de la mecánica”–⁶. En esta nueva forma de ver el mundo, no había lugar para entidades que empleaban el aristotelismo para explicar los eventos del mundo: hilomorfismo, sustancias inmateriales, naturalezas, formas sustanciales y causas finales eran borradas del firmamento filosófico.

Para su concepto de materia, Galileo empleó desde fuentes presocráticas hasta los más recientes nominalistas medievales. Cuando era estudiante leyó a Demócrito, Lucrecio y posiblemente otros atomistas antiguos como Leucipos, maestro de Demócrito. Para ellos, el color y el gusto eran opiniones, sólo nombres; lo que existía en el mundo eran átomos y el vacío, y los átomos no poseían color ni gusto. Ellos sostenían una posición monista – toda la materia era un conjunto de “átomos” invisibles e indivisibles, cada uno de los cuales estaba hecho de un mismo material, pero diferían en el tamaño y la forma. Un conjunto particular de átomos le otorgaba a los cuerpos sus propiedades tangibles; las propiedades de un

cuerpo no eran producidas o causadas por su forma. Cuando se creaban nuevas sustancias a partir de diferentes materiales, sus átomos inmutables sólo eran reordenados de una manera diferente; no había un cambio en la forma porque no existía una forma a la cual cambiar. Esta ontología atomística era tan rechazada por Aristóteles en su *Física* y su *Metafísica* que desapareció del firmamento filosófico por mil años hasta que fue vuelta a la vida por filósofos medievales como Guillermo de Ockham y Nicolás de Autrecourt.

Galileo explicita su atomismo o corpuscularismo cuando dice:

Los materiales que producen calor en nosotros y nos hacen sentir calor, que son conocidos genéricamente con el nombre de “fuego”, estarían compuestos por una enorme cantidad de partículas minúsculas que poseen cierta forma y se mueven con ciertas velocidades. Al encontrarse con nuestro cuerpo, penetran debido a su extrema sublety sutileza, argucia, delicadeza, subterfugio, sutilidad y al tocarlas, pasan a través de nuestra sustancia, haciéndonos sentir lo que denominamos “calor” (ibid)

La ontología de Galileo era inconsistente con la metafísica escolástica y, por lo tanto, con la manera de ver el mundo en el medioevo. La distinción de Galileo entre las cualidades primarias y secundarias fue el comienzo para desentrañar esta “síntesis medieval”, para reemplazarla por la “forma de ver el mundo mecánica” que luego se convertiría en la “manera de ver el mundo científicamente”.

Newton, el mayor científico del siglo XVII, era también un campeón de la Nueva Filosofía⁷. Desde sus días de estudiante, Newton adoptó los métodos matemáticos de Galileo, su copernicanismo, su experimentalismo, su atomismo en desarrollo, su rechazo a la física de Aristóteles y a la filosofía escolástica.⁸ En el prefacio del *Principia* Newton se identifica a sí mismo con los “modernos, quienes rechazan las formas sustanciales y la cualidades ocultas” y procuran “someter los fenómenos de la naturaleza a las leyes de la matemática” (Newton 1729/1934, p.xvii).

Se puede decir mucho respecto del atomismo y su rol en la revolución científica, pero

para los objetivos propuestos aquí es suficiente repetir el juicio de Dilworth:

La metafísica subyacente en la revolución científica era la del antiguo atomismo griego ... es con el atomismo que se obtiene la noción de realidad física que subyace a los fenómenos, una realidad donde se obtienen las relaciones causales uniformes ... Lo que hizo realmente distinta a la revolución científica y a Galileo ... su padre, fue que por primera vez se otorgó un sustento ontológico a la metodología empírica [de Arquímedes] (Dilworth 2006, p.201)

Siempre que se consideraba al atomismo en los períodos medieval y renacentista, provocaba una fuerte atención, incluso indignación, teológica y religiosa; el atomismo fue la bandera roja para los miembros de lo establecido, seguidores religiosos, ortodoxos en la filosofía. Peter Gassendi adoptó el atomismo epicúreo a comienzos del siglo XVII, pero tuvo que abandonarlo por el dictado de la Iglesia Católica, de la que él era sacerdote. Entonces, contradujo a Epicúreo respecto de que lo átomos no eran eternos ni infinitos en número, y que su movimiento inicial no era *sui generis*, sino que eran movidos por Dios.

La tradición islámica también estaba en contra de la nueva forma de ver el mundo científico, y de los campeones del Iluminismo. Una reacción islámica representativa de la revolución científica puede verse cuando un escolástico contemporáneo escribe que la Nueva Ciencia de Galileo y Newton posee consecuencias trágicas en el occidente porque sostiene que:

La primera ocasión en la historia humana en la cual una colectividad humana reemplaza completamente la comprensión religiosa del orden de la naturaleza por uno que no sólo no es religioso sino que ha retado algunos de los principios más básicos de la perspectiva religiosa. (Nasr 1996, p.130)

Nasr repite los lamentos religiosos y románticos occidentales sobre la Nueva Ciencia cuando escribe:

A partir de ese momento, mientras sólo la cara cuantitativa de la naturaleza era considerada como real, la Nueva Ciencia era

vista como la única ciencia de la naturaleza, convirtiendo al significado religioso del orden de la naturaleza en irrelevante, considerándolo sólo como una respuesta emocional o poética a la "materia en movimiento". (Nasr 1996, p.143)

La herejía atomística

Así como la ciencia está asociada a una o más formas de ver el mundo, también lo está la religión; y tanto la historia como los tiempos contemporáneos han sido testigos de hechos donde la ciencia y la religión han mostrado grandes diferencias entre sí. Los conflictos respecto de la manera de ver el mundo ocasionados por disputas respecto de la creación, el creacionismo, la teleología, los milagros, la existencia individual de almas o espíritus, etc., han sido suficientemente descriptas, como se observa en libros ampliamente vendidos en los últimos años (Dennett 1995, Dawkins 2006, Hitchens 2007).

Un tema sobre el que se ha escrito poco, pero que es un ejemplo muy demostrativo del debate sobre la compatibilidad de las formas de ver el mundo en la ciencia y la religión, es el atomismo, el fundamento ontológico central de la revolución científica. De entre las numerosas posiciones cristianas que el atomismo ha amenazado, la fundamental y más importante es la teoría de la transustanciación: la presencia real de Cristo en la eucaristía, como lo reverencian y enseñan las Iglesias Católica Romana, la Ortodoxa y la Oriental. La eucaristía es el corazón sacramental de la misa católica y la misa es el corazón devocional de la Iglesia. La creencia de la presencia real de Cristo, hecha realidad por el sacerdote durante la consagración de la hostia de la comunión, está garantizada por la autoridad de la doctrina y la práctica. La negación de la presencia real ha sido una ofensa capital. Era la prueba de defensoria en la inquisición: no poseer esta creencia se tornaba en una horrible muerte en la hoguera.

La filosofía escolástica, con sus categorías aristotélicas de sustancia, accidentes y cualidades podían brindar un atisbo de inteligibilidad a este misterio central de la fe – durante la consagración la sustancia del pan se tornaba la sustancia del cuerpo de Cristo, pero los

accidentes se mantenían como los de pan. Por lo tanto, Cristo estaba realmente presente, aún cuando no se observaba un cambio sensible aparente. Tomás de Aquino formuló la teoría ortodoxa como:

Toda la sustancia del pan se transforma en el cuerpo de Cristo ... por lo tanto no es una conversión formal sino sustancial. Tampoco pertenece a las especies de mutaciones naturales, pero, la definimos como transustanciación. (Summa Theologica III, q.75, a.4, in Redondi 1988, p.212)

Esta formulación tomística, junto con el aparato de la filosofía aristotélica requeridos para esta interpretación, fueron confirmados como los establecidos por la ortodoxia católica en el Concilio de Trento de 1551.

A pesar de que en 1615 Galileo fue advertido de no optar ni enseñar la doctrina copernicana de que la Tierra se mueve, sólo fue después de que fuera publicado en 1623 *El ensayista* y su apoyo al atomismo, que tuvo que enfrentar serios cargos teológicos. El cargo de atomista contra Galileo y su directa implicación de herejía fue hecho público por el padre Grassi, un prominente profesor jesuita de matemáticas y astronomía en el Colegio Romano. En un libro publicado en París en 1626 él escribió:

Ahora debo responder a la discusión respecto del calor en la cual Galileo se declara abiertamente como un seguidor de la escuela de Demócrito y de Epicurio

... No puedo evitar dar rienda suelta a ciertos escrúpulos que me preocupan. Proviene de lo que hemos considerado como incontestable en la base de los preceptos de los padres, los concilios y la Iglesia entera. Son las cualidades en virtud de las cuales, a pesar de que la sustancia del pan y del vino desaparecen, gracias a las palabras omnipotentes, sus especies sensible persisten; es decir, su color, sabor, calidez o frialdad. Sólo por la gracia divina estas especies se mantienen, y en forma milagrosa, como me dicen

En cambio, Galileo declara expresamente que el calor, color, gusto y todo aquello de este tipo están fuera [dentro?] de aquél que lo siente y que, por lo tanto, el pan y el vino

son simples nombres. Por lo tanto, cuando la sustancia del pan y del vino desaparece, sólo quedan los nombres de las cualidades. Se afirma comúnmente que las especies sensibles (calor, gusto, etc.) persisten en la hostia. Galileo, por el contrario, sostiene que el calor y el gusto, se encuentran fuera de quien lo percibe, y por lo tanto, en la hostia, son simples nombres; es decir, son nada. Uno debe, por lo tanto, inferir a partir de lo que dice Galileo, que el calor y el gusto no persisten en la hostia. El alma se horroriza ante este pensamiento. (Redondi 1987, p.336)

Subrayando la gravedad de este cargo contra Galileo, el padre Grassi agrega que la transustanciación “constituye el punto de fe esencial o contiene todos los demás puntos esenciales” (Redondi 1987, p.336). La teoría de la materia de Descartes fue también condenada en 1671 porque sus categorías no permitían interpretar inteligentemente la doctrina de la transustanciación.

John Hedley Brooke, un historiador que afirmaba que la religión tuvo una positiva contribución a la ciencia, reconocía que el problema del atomismo era sostenido “principalmente por la Iglesia Católica Romana, quien tuvo un punto de vista diferente de la presencia de Cristo en la celebración de la eucaristía”. (Brooke 1991, p.141). Él escribe:

Con una teoría aristotélica de la materia y la forma, era posible entender cómo el pan y el vino podían retener sus propiedades sensibles mientras que la sustancia milagrosamente se transformaba en el cuerpo y la sangre de Cristo ... Pero si, como sostenían los filósofos mecánicos, las propiedades sensibles dependían de las configuraciones últimas de las partículas, entonces ninguna alteración a la estructura interna podía causar efectos discernibles. El cuerpo y el vino no podían aparecer como tales si ocurría un cambio real. (Brooke 1991, p.142).

De cara a esto, toda la influencia de la enseñanza en la tradición tomística y escolástica católica romana, que tuvo enorme impacto social y cultural en la Europa católica, América Latina, las Filipinas y muchos otros luga-

res, estaba en flagrante contradicción respecto de la forma de ver el mundo de la ciencia. Debieron hacerse ajustes de ambos lados. Éste es un ejemplo rico, fértil y atrapante del impacto de la ciencia en la cultura y de la reacción y la respuesta de la cultura a ese impacto.

Opciones para reconciliar las formas de ver el mundo

El análisis de la herejía del atomismo, aunque parezca arcano, es útil para obtener beneficios; algunas cuestiones, relaciones y tensiones son más obvias cuando se observan a la luz calma de la historia que en el resplandor muchas veces partisano del presente. Los debates religiosos del atomismo versus la Iglesia Católica Romana y la Ortodoxa en el siglo XVII aportan claves duraderas en un alto número de cuestiones filosóficas, religiosas y culturales, entre las que se encuentran:

- 1- La religión cristiana, ¿realizaba reclamos metafísicos? ¿estos reclamos pueden ser expresados mejor en cualquier otro sistema filosófico particular?
- 2- ¿Existe una necesidad de hacer más inteligibles o razonables a los reclamos religiosos?
- 3- ¿Cómo se adecuaba el tomismo escolástico a la interpretación de la doctrina cristiana?
- 4- ¿Se deberían juzgar a los sistemas filosóficos en función de su adecuación o compatibilidad teológica?
- 5- ¿Posee la Iglesia la autoridad de proscribir a los sistemas filosóficos?

Estas cuestiones fueron debatidas dentro de las Iglesias cristianas; fueron debatidas en el Iluminismo; y son todavía debatidas.⁹ Por ejemplo, el autor de un trabajo denominado *Metafísica cristiana* argumenta lo siguiente:

La tesis que envió a examinar críticamente al lector es que existe una y sólo una filosofía cristiana. Mantengo, en otras palabras, que la cristiandad apela a una estructura metafísica que no es una estructura, en la cual la cristiandad es una metafísica original ... [es] un cuerpo muy preciso y muy bien definido que posee propiedades metafísica ... (Tresmontant 1965, pp.19-20)

Esta posición puede ser denominada “privilegiada” en el sentido en que la metafísica proviene de fuera de la ciencia, no desde dentro. Ésta era la situación mencionada antes cuando Gassendi modificó el atomismo de Epicúreo para que acuerde con la creencia cristiana. Los privilegios para estas posiciones metafísicas están derivados generalmente de la revelación, la teología, la filosofía, la intuición e, incluso, de la política. Estas visiones metafísicas privilegiadas pueden ser encontradas en los enunciados de los defensores del judaísmo, del islamismo, del hinduismo, del budismo y de un puñado de otras religiones; así como en los sistemas de creencias indígenas. Estas tradiciones formularían las cinco cuestiones antes mencionadas en sus propios términos. Y si el tomismo es sustituido por el marxismo-leninismo y la “Iglesia” por el “Comité Central”, entonces esta lista de cuestiones también es pertinente con la situación de la Unión Soviética y sus satélites; con el caso Lysenko como el recordatorio más público y escandaloso de cómo perduran estas cuestiones.¹⁰

Donde existe una alta incompatibilidad entre la metafísica y la manera de ver el mundo científica y religiosa – como en el caso del atomismo aquí desarrollado – las opciones generalmente empleadas en las discusiones para reconciliar estas diferencias son:

- 1- La ciencia no posee metafísica; no realiza afirmaciones metafísicas. Esta es la opción realizada por el famoso católico positivista Pierre Duhem.
- 2- La metafísica de la ciencia es falsa; al menos cualquier metafísica implicada es inconsistente con la fe religiosa. Esta es una opción sostenida por la tradición escolástica antes discutida; en Tresmontant y Nasr, que han sido citados anteriormente; y en cualquier teológico filosófico como Plantinga (2000), Mascall (1956), y muchos otros.
- 3- Puede haber metafísicas paralelas, igualmente válidas. Ésta es una vieja opción a la cual ahora Stephen Gould ha promovido en su formulación NOMA (Gould 1999).

Todas estas opciones poseen sus problemas, pero en este trabajo no hay suficiente extensión como para elaborarlas. Están ampliamente discutidas por los autores que contribu-

yeron al número especial de *Science & Education*, dedicado a la “Ciencia, modos de ver el mundo y educación” (Vol.18 Nos.6-7, 2009). En lo que respecta a educación, lo importante es, primero, que los estudiantes conozcan cuáles son las opciones, y luego, que las examinen cuidadosamente, al igual que a sus implicancias e, idealmente, que puedan realizar una posición personal, aunque sea provisorias, respecto de la materia.

Conclusiones

La ciencia ha contribuido inmensamente a nuestra tradición filosófica y cultural, la cual es “parte constitutiva” de la ciencia; muy seguido, desafortunadamente, los profesores en ciencias presentan sólo el “esqueleto” de la ciencia – esta es una de las razones por la cual, generalmente, la ciencia “técnica” avanzada se asocia con el fundamentalismo y el fanatismo ideológico y religioso. La esencia cultural necesita ser parte de cualquier programa serio de ciencias, como es requerido actualmente en muchas currículas de ciencias. Estos requerimientos presentan un cheque en blanco para los estudios de la historia y filosofía de las ciencias, pero, para ser cobrado, los docentes necesitan conocimiento relevante, interés y entusiasmo por estos estudios. Desafortunadamente, escasamente se los incluye en los programas de formación de profesores.

En una buena educación liberal, los estudiantes aprenderán sobre las dimensiones filosóficas de la ciencia, comenzando con las cuestiones rutinarias ya listadas en este trabajo – análisis conceptual, epistemología, ética, etc. También deben aprender sobre metafísica, especialmente ontología, dimensiones de la ciencia, algunos de los cuales hemos discutido aquí. Deberían ser introducidos también en el pensamiento científico o hábitos de la mente, en la toma de decisiones sobre la constitución y la aplicabilidad de las perspectivas científicas. – ¿una perspectiva científica es la requerida para una solución de los problemas sociales e ideológicos? Y, finalmente, los estudiantes deberían comprometerse con las cuestiones de la ciencia y los modos de ver el mundo, y los estudios de las opciones para reconciliar los conflictos existentes en este área. Todo

esto haría las clases de ciencias más comprometidas intelectualmente, promoviendo “pensamientos sobre” el aprendizaje de las ciencias, y serviría para vacunar a los estudiantes contra los mercaderes de serpientes que trafican con diferentes esquemas “metafísicos” maravillosos – si los estudiantes se encuentran realmente comprometidos con las cuestiones metafísicas serias y los debates, y han sido expuestos a las maravillas genuinas sobre el mundo y la ciencia, podrían llegar a saber algo sobre ella – podrían no caer tan fácilmente con cualquier fantasía que se encuentren en internet y en la televisión.

En estas tres áreas –filosofía, metafísica y modos de ver el mundo – los maestros necesitarán guiar e informar a los estudiantes, proveerles materiales y estructurar discusiones y debates. Estos objetivos educativos no deberían ser sólo responsabilidad del profesor de ciencia; deberían ser realizadas mediante currículas coordinadas entre las asignaturas de ciencias, filosofía e historia. Pero esto no quiere decir que los estudiantes deban estudiar las opciones correctas, o que los profesores les digan las respuestas correctas. Immanuel Kant dijo que la meta del Iluminismo era “Tener coraje para usar nuestra propia razón!” (Kant 1784/2003, p.54). Un siglo antes, John Locke lo expresó como un principio de la educación liberal en su *Ensayo sobre la comprensión humana*, que es un clásico del Iluminismo de 1689:

La flotación de las opiniones de otros hombres en nuestro cerebro no nos convierte en más sabios, a pesar de que sean verdad. Lo que en ellos es ciencia, en nosotros es sólo una opinión, mientras que sólo reverenciamos nombres, en vez de, como ellos hicieron, empleemos nuestra razón para comprender las verdades que a ellos les dieron reputación.

Y luego procedió memorablemente a decir: Ese bienestar prestado, como una moneda falsa, a pesar de ser oro en las manos de quienes la reciben, se convierten en hojas y polvo cuando se las usa.

(Locke 1689/1924, p.40)

El mismo consejo es aplicable hoy.

Notas

- ¹ Este trabajo está basado en una versión más extensa, que aparece en la revista *Science & Education* vol.18 n.6-7, 2009. Número especial dedicado a “Ciencia, formas de ver el mundo y educación”.
- ² Algunos estudios útiles de la dimensión filosófica de la ciencia son: Smart (1968), Wartofsky (1968), Buchdahl (1969), Amsterdamski (1975), Trusted (1991), and Dilworth (2006).
- ³ Por ejemplo: Boltzmann, *Theoretical Physics and Philosophical Problems* (1905/1974), Helmholtz’s *Science & Culture* (1995), Mach’s *The Science of Mechanics* (1893/1960), Duhem’s *The Aim and Structure of Physical Theory* (1906/1954), Planck’s *Where is Science Going?* (1932), Eddington’s *The Philosophy of Physical Science* (1939), Jean’s *Physics and Philosophy* (1943/1981), Bohr *Atomic Physics and Human Knowledge* (1958), Heisenberg *Physics and Philosophy* (1962), Schrödinger *My View of the World* (1964), Born *My Life & My Views* (1968), y Bohm *Wholeness and the Implicate Order* (1980).
- ⁴ Por ejemplo: Bridgman *Reflections of a Physicist* (1950), Margenau *The Nature of Physical Reality* (1950), Rabi *Science the Centre of Culture* (Rabi 1967), Bunge *Philosophy of Science* (Bunge 1998), Chandrasekhar *Truth and Beauty* (Chandrasekhar 1987), Campbell *What Is Science?*, (Campbell 1921/1952), Holton *Thematic Origins of Scientific Thought* (Holton 1973), Cushing *Philosophical Concepts in Physics* (Cushing 1998), Röhrlich *From Paradox to Reality* (Röhrlich 1987), Shimony *Search for a Naturalistic World View* (Shimony 1993) y Weinberg *Facing Up: Science and Its Cultural Adversaries* (Weinberg 2001).
- ⁵ Más allá de los escritores cuidadosos y sustanciales arriba listados, es necesario reconocer que existe una enorme legión de escritores no sustanciales ni cuidadosos cuyos libros son muy vendidos, a pesar de todo. Estos autores simplemente enlodan las aguas e introducen descrédito al programa de comprensión del solapamiento de la ciencia y la filosofía.
- ⁶ Para la elaboración histórica y filosófica de la forma de ver el mundo a partir de la mecánica consultar Dijksterhuis (1961/1986), Harré (1964), and Westfall (1971).
- ⁷ Están disponibles innumerables trabajos relacionados con la filosofía y la metafísica de Newton, entre los que se encuentran McMullin (1978), Stein (2002), McGuire (1995) and Hughes (1990). A pesar de ser un atomista, Newton se distancia de la interpretación de esta teoría realizada por Descartes
- ⁸ Para conocer respecto de la formación filosófica y sus comienzos como científico, ver Herivel (1965).
- ⁹ Una bibliografía representativa de la “Filosofía Cristiana” es Trethowan (1954) and Tresmontant (1965). Para discutir la posibilidad de que el tomismo sea un vehículo para la interpretación de la doctrina cristiana, ver McInerney (1966) y Weisheipl (1968).
- ¹⁰ Ver Graham (1973), Joravsky (1970), Lecourt (1977) y Soyfer (1994).

Referencias

- (AAAS) American Association for the Advancement of Science: 1989, *Project 2061: Science for All Americans*, AAAS, Washington, DC. Also published by Oxford University Press, 1990.
- (AAAS) American Association for the Advancement of Science: 1990, *The Liberal Art of Science: Agenda for Action*, AAAS, Washington, DC.
- (NRC) National Research Council: 1996, *National Science Education Standards*, National Academy Press, Washington, DC.
- Amsterdamski, S. (1975). *Between Experience and Metaphysics*, Reidel, Dordrecht.
- Bernal, J.D. (1939). *The Social Function of Science*, Routledge & Kegan Paul, London.
- Birch, L.C. (1990). *On Purpose*, University of New South Wales Press, Sydney.
- Bohm, D. (1980). *Wholeness and the Implicate Order*, Ark Paperbacks, London.
- Bohr, N. (1958). *Atomic Physics and Human Knowledge*, Wiley, New York.
- Boltzmann, L. (1905/1974). *Theoretical Physics and Philosophical Problems*, Reidel, Dordrecht.
- Born, M. (1968). *My Life & My Views*, Scribners, New York.
- Bridgman, P.W. (1950). *Reflections of a Physicist*, Philosophical Library, New York.
- Brooke, J.H. (1991). *Science and Religion: Some Historical Perspectives*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Buchdahl, G. (1969). *Metaphysics and the Philosophy of Science*, Basil Blackwell, Oxford.
- Bunge, M. (1998). *Philosophy of Science*, two vols., Transaction Publishers, New Brunswick, NJ.
- Campbell, N.R (1921/1952). *What Is Science?* Dover, New York.
- Chandrasekhar, S. (1987). *Truth and Beauty: Aesthetics and Motivations in Science*, University of Chicago Press, Chicago.
- Collingwood, R.G. (1945). *The Idea of Nature*, Oxford University Press, Oxford.

- Collins, F.S. (2007). *The Language of God: A Scientist Presents Evidence for Belief*, Free Press, New York.
- Cushing, J.T. (1998). *Philosophical Concepts in Physics: The Historical Relation between Philosophy and Scientific Theories*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Dawkins, R. (2006). *The God Delusion*, Bantam Press, London.
- De Wulf, M. (1903/1956). *An Introduction to Scholastic Philosophy: Medieval and Modern*, (trans. P. Coffey), Dover Publications, New York.
- Dennett, D.C. (1995). *Darwin's Dangerous Idea: Evolution and the Meanings of Life*, Allen Lane, Penguin Press, London.
- Dijksterhuis, E.J. (1961/1986). *The Mechanization of the World Picture*, Princeton University Press, Princeton NJ.
- Dilworth, C. (2006). *The Metaphysics of Science. An Account of Modern Science in Terms of Principles, Laws and Theories*, second edition, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Duhem, P. (1906/1954). *The Aim and Structure of Physical Theory*, trans. P.P. Wiener, Princeton University Press, Princeton.
- Eddington, A.(1939). *The Philosophy of Physical Science*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Gould, S.J. (1999). *Rock of Ages: Science and Religion in the Fullness of Life*, Ballantine Books, New York.
- Graham, L.R. (1973). *Science and Philosophy in the Soviet Union*, Alfred A. Knopf, New York.
- Haldane, J.S. (1928). *The Sciences and Philosophy*, Hodder & Stoughton, London.
- Harré, R. (1964). *Matter and Method*, Macmillan & Co., London.
- Heisenberg, W. (1962). *Physics and Philosophy*, Harper & Row, New York.
- Helmholtz, H. von (1995). *Science and Culture: Popular and Philosophical Essays*, (edited with Introduction by David Cahan) Chicago University Press, Chicago.
- Herivel, J (1965). *The Background to Newton's 'Principia'*, Clarendon Press, Oxford.
- Hitchens, C. (2007). *God is not Great: How Religion Poisons Everything*, Hachette Book Group, New York.
- Holton, G. (1973). *Thematic Origins of Scientific Thought*, Harvard University Press, Cambridge.
- Hughes, R.I.G. (1990). 'Philosophical Perspectives on Newtonian Science'. In P. Bricker & R.I.G. Hughes (eds.) *Philosophical Perspectives on Newtonian Science*, MIT Press, Cambridge MA, pp.1-16.
- Hull, D.L. (1988). *Science as a Process: An Evolutionary Account of the Social and Conceptual Development of Science*, University of Chicago Press, Chicago.
- Jeans, J. (1943/1981). *Physics and Philosophy*, Dover Publications, New York.
- Joravsky, D. (1970). *The Lysenko Affair*, University of Chicago Press, Chicago.
- Kant, I. (1784/2003). 'What is Enlightenment?' In P. Hyland (ed.) *The Enlightenment: A Sourcebook and Reader*, Routledge, London.
- Lecourt, D. (1977). *Proletarian Science? The Case of Lysenko*, Manchester University Press, Manchester.
- Locke, J. (1689/1924). *An Essay Concerning Human Understanding*, abridged and edited by A.S. Pringle-Pattison, Clarendon Press, Oxford.
- Mach, E. (1883/1960). *The Science of Mechanics*, Open Court Publishing Company, LaSalle IL.
- Margenau, H. (1950). *The Nature of Physical Reality: A Philosophy of Modern Physics*, McGraw-Hill, New York.
- Martin, R.N.D. (1991). *Pierre Duhem: Philosophy and History in the Work of a Believing Physicist*, Open Court, La Salle, IL.
- Mascall, E.L. (1956). *Christian Theology and Natural Science: Some Questions in Their Relations*, Longmans, Green & Co., London.
- Mayr, E. (1982). *The Growth of Biological Thought*, Harvard University Press, Cambridge MA.
- McGuire, J.E. (1995). *Tradition and Innovation: Newton's Metaphysics of Nature*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- McInerny, R.M. (1966). *Thomism in an Age of Renewal*, University of Notre Dame Press, Notre Dame.
- McMullin, E. (1978). *Newton on Matter and Activity*, University of Notre Dame Press, Notre Dame.
- Monod, J. (1971). *Chance and Necessity: An Essay on the Natural Philosophy of Modern Biology*, Knopf, New York.
- Nasr, S.H. (1996). *Religion and the Order of Nature*, Oxford University Press, Oxford.
- Newton, I. (1729/1934). *Mathematical Principles of Mathematical Philosophy*, (translated A. Motte,

- revised F. Cajori), University of California Press, Berkeley.
- Planck, M. (1932). *Where is Science Going?* W.W. Norton, New York.
- Plantinga, A. (2000). *Warranted Christian Belief*, Oxford University Press, Oxford.
- Poincaré, H. (1905/1952). *Science and Hypothesis*, Dover Publications, New York.
- Polanyi, M. (1958). *Personal Knowledge*, Routledge and Kegan Paul, London.
- Rabi, I.I. (1967). *Science the Centre of Culture*, World Publishing Company, New York.
- Redondi, P. (1988). *Galileo Heretic*, Allen Lane, London.
- Rohrlich, F. (1987). *From Paradox to Reality: Our Basic Concepts of the Physical World*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Schrödinger, E. (1964). *My View of the World*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Shimony, A. (1993). *Search for a Naturalistic World View*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Smart, J.J.C. (1968). *Between Science and Philosophy: An Introduction to the Philosophy of Science*, Random House, New York.
- Soyfer, V.N. (1994). *Lysenko and the Tragedy of Soviet Science*, trans. L. Grulioiw & R. Grulioiw, Rutgers University Press, New Brunswick, NJ.
- Stein, H. (2002). 'Newton's Metaphysics'. In I.B. Cohen & G.E. Smith (eds.) *The Cambridge Companion to Newton*, Cambridge University Press, Cambridge, pp.256-302.
- Tresmontant, C. (1965). *Christian Metaphysics*, Sheed and Ward, New York.
- Trethowan, I. (1954). *An Essay in Christian Philosophy*, Longmans, Green & Co., London.
- Trusted, J. (1991). *Physics and Metaphysics: Theories of Space and Time*, Routledge, London.
- Wartofsky, M.W. (1968). *Conceptual Foundations of Scientific Thought: An Introduction to the Philosophy of Science*, Macmillan, New York.
- Weinberg, S. (2001). *Facing Up: Science and Its Cultural Adversaries*, Harvard University Press, Cambridge MA.
- Weisheipl, J.A. (1968). 'The Revival of Thomism as a Christian Philosophy'. In R.M. McNerny (ed.) *New Themes in Christian Philosophy*, University of Notre Dame Press, South Bend, IN., pp.164-185.
- Westfall, R.S. (1971). *The Construction of Modern Science: Mechanisms and Mechanics*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Wilson, E.O. (1998). *Consilience: The Unity of Knowledge*, Little, Brown & Co., London.