

## **Evolución histórico–filosófica del pensamiento científico. Su aporte a la enseñanza de las ciencias experimentales**

**Fabro**, Ana Patricia

### Resumen

La metodología basada en la corroboración de conceptos científicos, utilizada para la enseñanza de las ciencias experimentales, es importante para la formación inicial del estudiante en las disciplinas. Sin embargo, no logra transmitir al estudiante la historicidad de los descubrimientos científicos, ni la comprensión de los problemas conceptuales para el desarrollo de nuevos dominios de la investigación científica, o para el avance de los ya vigentes.

Quienes tenemos la responsabilidad de formar a los alumnos en los diversos campos de la ciencia, tenemos el deber de enseñarles los conceptos disciplinares específicos, pero también brindarles los elementos que los capaciten para enfrentar nuevos desafíos en investigación.

Para ello, es fundamental que los alumnos conozcan el proceso de elaboración del conocimiento científico, con sus dudas e incertidumbres. Al mismo tiempo es necesario que comprendan cómo la legitimación y aceptación de las grandes teorías estuvieron bajo la influencia de factores políticos, económicos y sociales.

En este sentido, la finalidad del presente trabajo es reflexionar sobre la enseñanza de las ciencias experimentales, desde una visión mucho más holística. Se busca contribuir a resaltar la importancia de la dimensión histórica y filosófica de la ciencia, como medio para promover discusiones sobre los mecanismos de construcción del conocimiento científico.

**Palabras clave:** reflexión, enseñanza, ciencias experimentales.

Presentado: 19-9-12 | Aceptado: 2-11-12  
Profesora Adjunta de la Cátedra de Morfología Normal.  
Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas. UNL.  
Ciudad Universitaria. Paraje El Pozo.  
Santa Fe. Provincia de Santa Fe. Argentina.  
Teléfono: 4525709. Interno 150.  
E mail: dantepanozzo@hotmail.com

## Summary

### **Offering evolution of scientific thinking.**

#### **His contribution to the teaching of the experimental sciences**

The methodology based on corroboration of scientific concepts, used for experimental science education, it is important for the initial training of students in the disciplines. However, the student fails to convey the historicity of scientific discovery, and understanding of the conceptual problems for developing new domains of scientific research, or for the advancement of those already existing.

Those who have the responsibility to train students in various fields of science, we have a duty to teach specific nursing concepts, but also provide the elements that enable them to meet new challenges in research.

It is therefore essential that students know the process of scientific knowledge, with their doubts and uncertainties. At the same time it is necessary to understand how the legitimacy and acceptance of the great theories were under the influence of political, economic and social factors.

In this sense, the purpose of this paper is to reflect on the teaching of experimental sciences, from a much more holistic vision. It seeks to contribute to highlight the importance of the historical and philosophical dimension of science, as a means to promote discussion of the mechanisms of construction of scientific knowledge.

**Keywords:** reflection, teaching-experimental sciences.

*En todas las actividades es saludable, de vez en cuando,  
poner un signo de interrogación sobre aquellas cosas  
que por mucho tiempo se han dado como seguras.*

Bertrand Russell (1872–1970) Filósofo, matemático y escritor inglés.

## Introducción

### ¿Cómo enseñamos ciencias experimentales en la actualidad?

Los educadores del área de las ciencias experimentales nos enfrentamos todos los días en las aulas con el debate entre el conocimiento científico y el conocimiento cotidiano. Sabemos que nuestros estudiantes llegan a las aulas con ideas previas fuertemente arraigadas sobre la realidad, que entran en conflicto con el conocimiento científico.

Los conocimientos que los alumnos conciben desde que nacen, a partir de la relación con sus padres, con los amigos, con la naturaleza, con los medios de comunicación, entran en conflicto con la explicación científica del mundo y de los fenómenos de la naturaleza (Nagel, 2006). Generalmente, el conocimiento científico se presenta en las aulas de manera arbitraria, inconexa y desarticulada de la realidad, lo cual tiene profundas implicancias en los procesos de aprendizaje de los alumnos y en su capacidad de plantear y resolver problemas de investigación (Moreno, 1986).

Predomina también en las clases de ciencias experimentales, así como en los libros de textos, la idea de que los conocimientos científicos deben ser aceptados sin cuestionamientos por los estudiantes ya que provienen de métodos “autorizados”, como son los utilizados por la comunidad científica.

Sumado a ello, los modelos vigentes en el ámbito de la enseñanza de las ciencias experimentales, en su mayoría, consisten en la presentación de un determinado concepto científico a cargo del docente, y la formulación por parte de éste de una serie de actividades prácticas a realizar por los estudiantes, a los fines de corroborar los conceptos presentados. Es este sentido, es necesario señalar el escaso desafío intelectual que ofrecen estas actividades prácticas de ciencias, si sólo son formuladas a los fines de corroborar los conceptos teóricos.

Es importante destacar, además, que esta corroboración solo puede ser posible cuando se conocen los fundamentos metodológicos y epistemológicos que le dieron origen, pues cuando esto no ocurre, los resultados de la experiencia, por científicos que parezcan, deben limitarse sólo a “creerse”.

La metodología basada en la corroboración de conceptos científicos, utilizada para la enseñanza de las ciencias experimentales, es importante para la formación inicial del estudiante en las disciplinas. Sin embargo, no logra transmitir al estudiante la historicidad de los descubrimientos científicos, ni la comprensión de los problemas conceptuales

para el desarrollo de nuevos dominios de la investigación científica, o para el avance de los ya vigentes.

Tampoco aporta luz sobre las grandes dificultades que se presentaron para la construcción e interpretación de las teorías, ni sobre los problemas filosóficos y éticos que enfrentaron y enfrentan los científicos ante la formulación de nuevos postulados, aspectos fundamentales a tener en cuenta, para la construcción del pensamiento científico (Winchester, 1989).

En la mayoría de las clases de ciencias, los alumnos estudian detalladamente los conocimientos científicos provenientes de los paradigmas vigentes, pero pocas veces reflexionan sobre la historia de la ciencia, ni se ubica a la ciencia como construcción social (Matthews, 1989; Paruolo, 2003).

Sin embargo, actualmente, las nuevas teorías epistemológicas y pedagógico-didácticas acerca de la enseñanza de las ciencias experimentales, promueven formar a los alumnos a través de una visión mucho más amplia de la ciencia.

En este sentido, la ciencia debe dejar de pensarse como una serie de descubrimientos sucesivos realizados por personas “iluminadas” que en forma lineal han contribuido a desarrollar las teorías científicas actuales. Es necesario que los estudiantes conozcan los errores, los obstáculos y los sinsabores que los científicos tuvieron que superar para llegar a la elaboración de sus teorías, relacionándolos además, con el contexto social y político en el que se desarrollaron (Gagliardi y Giordan, 1986).

## 1. Objetivos

En el ámbito de la enseñanza universitaria de las ciencias experimentales se prepara a los alumnos para el ejercicio profesional, pero también para la investigación científica, con el fin de desempeñarse como investigadores en organismos nacionales e internacionales.

Quienes tenemos la responsabilidad de formar a los alumnos para que se inserten adecuadamente en ambos campos de la ciencia, tenemos el deber de enseñarles los conceptos disciplinares específicos, pero también brindarles los elementos que los capaciten para enfrentar y solucionar problemas concretos de la investigación científica, o para tomar decisiones en el ámbito científico o profesional en el que se desarrollen.

Para ello, es fundamental que los alumnos conozcan el proceso de elaboración del conocimiento científico, con sus dudas e incertidumbres. Al mismo tiempo es necesario que comprendan cómo la legitimación y aceptación de las grandes teorías estuvieron bajo la influencia de factores políticos, económicos y sociales. De esta manera podrán ser partícipes de un proceso constructivo del conocimiento, de búsqueda de significados e interpretación.

En este sentido, la finalidad del presente trabajo es reflexionar y promover el meta-análisis de las propias prácticas de enseñanza y aprendizaje de las ciencias experimentales, desde una visión mucho más holística. Se busca contribuir a resaltar la importancia de la dimensión histórica y filosófica de la ciencia, como medio para promover discusiones sobre los mecanismos de construcción del conocimiento científico.

Brindar espacios dentro del ámbito de la enseñanza de las ciencias experimentales, que ayuden a la reflexión crítica sobre qué es el conocimiento científico y sobre cómo se elabora, permitiría a los alumnos comprender mejor los alcances y los límites de la ciencia, así como también ayudaría a proveerlos de las herramientas necesarias para afrontar nuevos desafíos en la investigación científica.

## 2. Breve historia del pensamiento científico

El concepto de ciencia no ha sido unívoco a lo largo de la historia. Al crear sus propios lenguajes las distintas ciencias crean sus propios conceptos con significados estipulados. Es por ello que cuando hay un cambio conceptual o una transformación en el esquema conceptual de una ciencia, también cambian los significados de los conceptos. Esto significa que los conceptos científicos son históricos, es decir, instituidos en un momento u otro del devenir de cada ciencia.

Es esta la razón por la cual en el presente trabajo se dedica especial atención a dilucidar cuál es el concepto de ciencia que predominó en una época dada. Para tal fin, me limitaré a realizar una breve síntesis acerca de la evolución del pensamiento científico, en base a cuatro épocas históricas: Antigüedad Griega, Edad Media, Edad Moderna y Edad Contemporánea.

### 2.1. Antigüedad Griega

Hacia el siglo IV a.C., en la antigua Grecia, surgió un grupo de pensadores que fueron capaces de realizar un avance significativo en el modo de entender el universo, al buscar respuestas de índole natural-racional a los interrogantes que por centurias los diversos grupos humanos habían contestado en el contexto mítico-religioso.

Los primeros pensadores griegos fueron a la vez filósofos y científicos, fueron capaces de teorizar, pero también de experimentar y buscar aplicaciones de sus conocimientos. Para ellos el cosmos no fue creado por un Dios todopoderoso, sino que respondía a principios naturales.

Son ejemplo de ello Tales de Mileto que sostenía que el cosmos provenía del agua; Anaximandro que señalaba que el cosmos provenía del apeyron o sustancia indeterminada, o Pitágoras que explicaba los elementos constitutivos del cosmos mediante la matemática (Echeverría, 2008).

Durante la misma antigüedad griega surgió, lo que en la actualidad se conoce como “metodología de la investigación científica”. Uno de los primeros pensadores en buscar sistemáticamente una explicación formal al pensamiento científico fue Aristóteles, en el siglo IV a.C.

Aristóteles se dedicó a la búsqueda de una explicación universal y causal de los fenómenos de la naturaleza. Sostenía que conocemos algo cuando explicamos sus causas, entendiendo por causa el principio o los principios que entran en la producción de un fenómeno.

Para dar una explicación causal de los fenómenos de la naturaleza, Aristóteles tuvo que encontrar la unidad de los diversos atributos y efectos. Para ello halló en la demostración el proceso que vincula necesariamente efectos con causas (Zagal Arreguín, 2005).

Para poder explicar cómo la ciencia llega a conclusiones certeras, Aristóteles enunció una lógica deductiva, a partir de los silogismos, cuyo proceso es hacer inferencias que van desde lo general a lo particular. Sin embargo no puede decirse que Aristóteles sea el creador de la Lógica, puesto que Platón en su dialéctica, tenía ya una lógica implícita; pero es Aristóteles el que le da estructura y forma definitiva (García Morente, 1967).

Para Aristóteles todos los enunciados de una disciplina científica debían ser enunciados universales, pues sólo ellos expresaban, a su juicio, auténticas regularidades. Los enunciados singulares o los existenciales no eran considerados por Aristóteles genuinamente como enunciados científicos, sino como enunciados anecdóticos, que expresaban informaciones parcializadas (Klimosvky, 1994).

La metodología de enseñanza de las ciencias que predominó en la antigüedad griega, estuvo basada en dos escuelas diferentes. Por un lado se creó la Academia Platoniana donde se priorizaba la enseñanza filosófica y política. Por otro lado surge el Liceo, propuesto por Aristóteles, que a diferencia de la Academia estaba más abierto a las ciencias experimentales. En ellos se enseñaba ciencias mediante metodologías basadas en la lógica aristotélica, que fue, durante mucho tiempo, la herramienta fundamental para determinar la validez o invalidez de los razonamientos utilizados en ciencias (Zagal Arreguín, 2005).

## 2.2. Edad Media

Durante el medioevo el valor teológico fue central. En toda la filosofía medieval el orden natural se apoyó en un orden sobrenatural. En el medioevo el hombre era considerado una imagen de Dios, la bienaventuranza que aquel deseaba era la beatitud divina, el objeto adecuado de su intelecto y de su voluntad era un ser que le trascendía, ante quien entregaba su vida moral y quien le había de juzgar (Gilson, 2004).

El concepto de ciencia que estuvo vigente durante esta edad se caracterizó por su orientación aristotélico-tomista, en la que predominó el principio de autoridad y la necesidad de encontrar ejes rectores que justificaran el conocimiento. No podía haber un conocimiento científico que entrara en contradicción con las sagradas escrituras.

El pensamiento causal aristotélico (que no era matemático, sino cualitativo) siguió vigente durante la Edad Media en investigadores como Boecio, Avicena, Averroes, San Alberto Magno y Santo Tomás de Aquino.

Los escolásticos y entre ellos principalmente Santo Tomás de Aquino, completaron el método del silogismo aristotélico, como una especie de reviviscencia de la dialéctica platónica. El método que siguieron los filósofos de la Edad Media no se basó solamente en la deducción y la intuición racional, como lo hacía Aristóteles, sino que además incorporaron la contraposición de opiniones divergentes (García Morente, 1967).

La metodología de enseñanza de las ciencias que predominó en la Edad Media fue el método escolástico de las escuelas monacales: pasivo, mecánico y basado en la memorización. La educación se impartía en los monasterios y estaba dirigida a los jóvenes de la nobleza y a los hijos de los señores feudales.

A finales de la Edad Media, el avance de la ciencia condujo a la búsqueda de una emancipación de la educación respecto de la Iglesia y del método escolástico, lo que

se logra en algunos casos por medio de la creación de las universidades. En el siglo IX los árabes, fundan en Salamanca y Córdoba universidades en las que se enseñan todas las ciencias. En Italia se crean las universidades de Boloña y Salerno. En el siglo XIII se abren las universidades de París, Oxford y Nápoles (Rodríguez San Pedro, 2009).

### 2.3. Edad Moderna

La Edad Moderna se caracterizó por grandes hechos históricos como el descubrimiento de América, y la lucha de los estados por poseer nuevas tierras. Estos acontecimientos provocaron una nueva valoración del mundo natural y el impulso para la producción de armas e instrumental de navegación, que condujeron a un gran desarrollo industrial.

La ciencia moderna nació en medio de este contexto político y social bajo el impulso de un fin práctico: el control de las fuerzas naturales por parte de la razón humana. Su principal objetivo fue servir de apoyo a la tecnología industrial.

En este período, la ciencia desplazó su preocupación por sí misma y concentró su interés en los métodos y en los procedimientos.

Para la ciencia moderna el concepto de verdad, no derivaba de la autorreflexión crítica que hacía la ciencia, sino que aparecía íntimamente ligado a la producción tecnológica y a la noción de eficacia.

A diferencia del científico medieval que sólo le interesaba el saber sobre las cosas trascendentes, el científico moderno fue claramente práctico y consideraba a la ciencia, como una herramienta para alcanzar poder. Este pensamiento moderno fue consagrado por Francis Bacon en su célebre frase: “saber es poder”.

Para el pensamiento moderno, la ciencia obtenía el conocimiento por medio de leyes, el científico buscaba en la naturaleza y en la sociedad estructuras nómicas. La filosofía y la ciencia modernas rechazaron las causas finales y las causas formales que predominaron durante la Antigüedad y la Edad Media, y se quedaron tan sólo con las causas materiales y eficientes.

A diferencia del pensamiento científico aristotélico, que era de carácter cualitativo, la ciencia moderna se caracterizó por la matematización y la experimentación.

Entre los principales científicos de la Edad Moderna se encuentran: Francis Bacon, Galileo Galilei, Nicolás Copérnico, Johannes Kepler e Isaac Newton.

Bacon introdujo el método inductivo y la ciencia se basó, a partir de ese momento, fundamentalmente en la observación, partiendo de observaciones particulares, para llegar a generalizaciones. En su obra “Novum organum” Bacon planteó la lógica inductiva.

El peso ideológico de Bacon se plasmó en la tradición científica anglosajona. El caso más inmediato fue el de Isaac Newton, quien utilizó para sus descubrimientos el método inductivo.

Del mismo modo Galileo Galilei, en Italia, señala que es necesario abandonar los planteamientos aristotélicos cualitativos en relación con la esencia del universo, y limitarse a los aspectos cuantificables del mundo que queremos conocer.

En este sentido escribe Galileo: “Pues, o queremos especular buscando la esencia verdadera e intrínseca de las sustancias naturales, o queremos contentarnos con observaciones de algunos de los fenómenos y de algunas de sus afecciones. Buscar la esencia la tengo por empresa no menos que imposible, y por fatiga vana en las sustancias próximas, como en las remotísimas celestes” (Galileo Galilei, *Opere*, citado en Osorio, 2001).

Su trabajo se considera una ruptura con los principios aristotélicos, y su enfrentamiento con la Inquisición romana de la Iglesia Católica representa uno de los más graves ejemplos de conflicto entre religión y ciencia, en la sociedad occidental.

El método de la ciencia moderna fue fundamentalmente la matemática. En lugar de esencias cualitativas, Galileo Galilei habla de fenómenos descritos en el lenguaje matemático, que para él, es el lenguaje de la naturaleza.

Igualmente René Descartes en Francia, concibe al universo como un modelo que podemos investigar matemáticamente. Descartes propuso la geometría analítica y señaló al método geométrico como el ideal metódico de la ciencia. Newton y Leibniz utilizaron el cálculo infinitesimal. Locke, Galileo y Descartes rechazaron lo puramente cualitativo como el color, el sabor, el olor, etc. por considerarlo no cuantificable y por tanto no matematizable. En cambio, sostuvieron que la extensión y el movimiento son propiedades de los cuerpos que sí son cuantificables y matematizables.

Pero no bastó la matematización. La ciencia moderna fue claramente experimental. En este sentido Galileo Galilei propuso para el estudio de las ciencias el método hipotético-deductivo. Este método toma como punto de partida el descubrimiento de un hecho problemático. A partir de ello, se realizan observaciones, se elabora una hipótesis y se contrasta la hipótesis mediante la experimentación. Si se confirma la hipótesis se convierte en ley, sino se confirma, se deberán plantear nuevas hipótesis.

El método hipotético-deductivo planteado en la Edad Moderna por Galileo Galilei persiste hasta nuestros días, y se lo conoce como “método científico”.

Además de lo ya mencionado, y a diferencia de Aristóteles, Galileo Galilei y Newton dan ejemplos de leyes que no son causales. La ley aparece como una regularidad de la naturaleza y sobre todo como una relación entre variables, relación que es susceptible de ser matematizada. Cuando Galileo y Newton establecen leyes no causales, explican a través de ella los fenómenos de la naturaleza, pero no explican sus causas.

Por ejemplo, cuando Galileo habla de la caída de los cuerpos establece una relación invariable entre el espacio recorrido por un cuerpo y el tiempo que tarda en caer, pero él mismo especifica, que no puede pronunciarse sobre la causa de la caída de los cuerpos. Y Newton es igualmente claro en decir que su ley de la gravedad no establece la causa de la gravedad.

En cuanto a la enseñanza de las ciencias, el método inductivo y la observación personal desplazan al estudio tradicional de la escolástica, y los considerables avances en las ciencias imponen la creación de enseñanzas especializadas, tendientes al perfeccionamiento en alguna rama del saber.

## 2.4. Edad Contemporánea

La Edad Contemporánea se caracteriza por innumerables acontecimientos que han marcado grandes transformaciones políticas económicas y sociales.

La llamada revolución industrial modificó el escenario social y construyó una nueva sociedad de clases, que se caracterizó por el declive de las clases altas privilegiadas y el nacimiento del movimiento obrero.

Durante la Edad Contemporánea se produjeron profundas transformaciones políticas e ideológicas (marxismo, nacionalismo, liberalismo); como también acentuadas modificaciones en el mapa político mundial y las mayores guerras conocidas por la humanidad.

En cuanto a la evolución del pensamiento científico, a comienzos de la Edad Contemporánea la confianza en el ser humano y en el progreso científico y tecnológico se expresaron en una nueva forma de pensamiento: el positivismo.

El positivismo es una corriente o escuela filosófica que emana del conjunto de las leyes positivas. Afirma que el único conocimiento auténtico es el conocimiento científico, y que tal conocimiento solamente puede surgir de la afirmación positiva de las teorías a través del método científico (Kremme Mariette, 1997).

El positivismo surge en Francia a principios del siglo XIX con el pensador Augusto Comte y en Inglaterra con el filósofo John Stuart Mill, y se extiende por el resto de Europa en la segunda mitad del siglo XIX y parte del siglo XX. Según esta forma de pensamiento, todas las actividades filosóficas y científicas deben efectuarse únicamente en el marco del análisis de los hechos reales verificados por la experiencia.

En pleno auge del positivismo, durante el siglo XIX se reaviva el conflicto acerca del método científico. John Stuart Mill defendía tenazmente la idea de que la ciencia debía seguir básicamente un método inductivo, estableciendo además cuáles eran esos cánones inductivos.

Por otra parte, desde una óptica neokantiana y tomando como modelo a la física newtoniana, Whewell consideraba que el método científico se sustentaba en la “confluencia de inducciones”.

Pero Whewell expresaba, por primera vez, que para conocer efectivamente el método científico era necesario recurrir a la enseñanza de la historia de las ciencias. Y lo que la historia de las ciencias nos enseña, decía Whewell, es la importancia de las hipótesis y de la imaginación creadora en la construcción científica. Así William Whewell es uno de los primeros filósofos que abordan el campo de la historia de la ciencia (*History of the Inductive Sciences*, 1837) y de la filosofía de la ciencia (*Philosophy of the Inductive Sciences*, 1840).

Durante el período comprendido entre las dos guerras mundiales es de destacar la notable influencia que el Círculo de Viena, ejerció sobre la comunidad científica. La filosofía del Círculo de Viena abogaba por una concepción científica del mundo, basada en el empirismo de David Hume, John Locke y Ernst Mach, eligiendo como método la inducción, buscando la unificación del lenguaje de la ciencia y rechazando la metafísica.

Esta línea de pensamiento propuesta por el círculo de Viena se conoce como positivismo lógico, neopositivismo, empirismo lógico o neoempirismo, aunque los miembros del Círculo de Viena preferían llamarlo empirismo consecuente. Algunos representantes del Círculo de Viena fueron: Moritz Schlick, Rudolf Carnap, Otto Neurath, Carl Hempel, entre otros (López Barajas Zayas, 2009).

Los representantes del Círculo de Viena establecieron como criterio de contrastación del método científico, la verificación. A través de ella sostenían que una hipótesis era verdadera si los hechos observados en el mundo estaban de acuerdo con los hechos deducidos de la hipótesis.

Más adelante, el filósofo austríaco Karl Popper, que si bien frecuentó el círculo de Viena no compartió los principios de verificación del positivismo, propone como criterio de contrastación del método científico, el falsacionismo, refutacionismo o principio de falsabilidad, que sostiene que una ley será verdadera en tanto no resulte refutada o negada por los hechos. Si no es posible refutarla, dicha teoría queda corroborada, pudiendo ser aceptada provisionalmente, pero nunca verificada. Dentro del falsacionismo metodológico, se pueden diferenciar el falsacionismo ingenuo inicial de Popper y el falsacionismo sofisticado de la obra tardía de Popper, y la metodología de los programas de investigación del filósofo húngaro Imre Lakatos.

También cuestionan el pensamiento positivista, el filósofo estadounidense Thomas Kuhn, y el filósofo austríaco Paul Feyerabend. Thomas Kuhn, en su obra "La estructura de las revoluciones científicas" plantea el concepto de "paradigma" designado como los compromisos asumidos por una comunidad de científicos, en un determinado momento histórico. En el análisis que Kuhn hace del crecimiento científico, el énfasis se dirige más hacia la descripción histórica, que hacia la metodología normativa. De acuerdo con Kuhn, la historia de la ciencia se encuentra marcada por largos períodos de estabilidad, que él denomina "ciencia normal", y que se ven sistemáticamente interrumpidos por cambios bruscos de una teoría a otra, que resultan completamente incompatibles. A estas bruscas interrupciones, Kuhn las llama "revoluciones científicas" (Jaramillo, 1997).

Feyerabend, filósofo de la ciencia que a lo largo de su vida ha experimentado una evolución constante (siendo popperiano, antirracionalista, empirista, antiempirista, antipositivista, relativista), también cuestiona el positivismo, con un alto grado de anarquismo y criterio crítico, siendo el creador del anarquismo epistemológico. Introdujo en su filosofía el concepto de inconmensurabilidad, que también encontramos en Wittgenstein y en Kuhn, para referirse a teorías científicas disjuntas, es decir, aquellas cuyos universos conceptuales son totalmente incompatibles e intraducibles entre sí.

Como parte de las numerosas líneas de pensamiento que caracterizaron al siglo XX surgen otras corrientes como el marxismo, representado por Friedrich Engels y Karl Marx, así como también el pensamiento de Bertrand Russell y Ludwig Wittgenstein, que enfatizan el papel de la historia, de la psicología, de la sociología y del lenguaje en la actividad científica.

Hacia finales del siglo XX surgen las diferentes corrientes del pensamiento posmoderno. El filósofo italiano Gianni Vattimo (1989) lo define con claridad: “Para el pensamiento posmoderno lo importante no son los hechos sino sus interpretaciones”. Así como el tiempo depende de la posición relativa del observador, la certeza de un hecho no es más que eso, una verdad relativa interpretada, y por lo tanto, incierta. El pensamiento de Leibniz, Hegel, Kant y Marx por ejemplo, son puestos en tela de juicio por los filósofos posmodernos.

En cuanto a las metodologías de enseñanza de las ciencias, la Edad Contemporánea se caracteriza por dos corrientes pedagógicas muy marcadas: el conductismo y el constructivismo.

El conductismo es una corriente de la psicología propuesta por John B. Watson que predominó en educación durante la primera mitad del siglo XX. Defiende el empleo de procedimientos estrictamente experimentales para estudiar el comportamiento observable (la conducta), considerando el entorno como un conjunto de estímulos-respuesta. Los modelos conductistas minimizan el estudio introspectivo de los procesos mentales, las emociones y los sentimientos, sustituyéndolos por el estudio objetivo de los comportamientos de los individuos en relación con el medio, mediante métodos experimentales.

Específicamente en el área de la enseñanza de las ciencias empírico-analíticas, los modelos de enseñanza conductistas, en su mayoría, se han basado en el reduccionismo, es decir en una visión acotada de los conceptos científicos, planteados como verdades aceptadas universalmente, e incuestionables.

Durante la segunda mitad del siglo XX, surge el constructivismo que es el modelo que sostiene que el aprendizaje no es un mero producto del ambiente ni un simple resultado de las disposiciones internas del sujeto, sino una construcción propia que se va desarrollando día a día como resultado de la interacción de estos dos factores. En consecuencia, según la posición constructivista, el conocimiento no es una copia de la realidad, sino una construcción del ser humano, esta construcción se realiza a partir de los esquemas que la persona ya posee (conocimientos previos).

Para el constructivismo, la enseñanza de las ciencias experimentales debe complementar sus métodos objetivos, con los conflictos y valoraciones, con sus cuestionamientos y discusiones, proponiendo modelos de enseñanza más holísticos e integradores.

### 3. Consideraciones finales

El sintético desarrollo realizado acerca de la evolución del pensamiento científico procura contribuir a reconocer la importancia del conocimiento de la historia de la ciencia para el abordaje de su enseñanza.

Ha caracterizado a los modelos educativos de las ciencias en general, un abordaje pedagógico que se consolidó a partir de una autocomprensión científicista: la ciencia entendida en forma reduccionista según el modelo experimental de las ciencias empírico-formales.

Este cientificismo muestra su forma no sólo en cuanto a la jerarquía concedida al saber que logra exactitud y operatividad por sus posibilidades de ser matematizado, sino también en cuanto refuerzan las exigencias de base científica, incuestionables, que puedan garantizar eficacia (Candioti y col., 2008).

Esta concepción acrítica, reduccionista, corroborativa de los modelos de enseñanza de las ciencias experimentales está siendo objeto de revisión en el último tiempo, a través de distintas líneas de investigación que consideran la necesidad de complementar la enseñanza de las disciplinas con los aportes provenientes de la Historia y de la Filosofía de las Ciencias.

Sabiendo que existe una estrecha vinculación entre las concepciones epistemológicas de los docentes e investigadores (sean éstas explícitas o implícitas) y las estrategias educativas y de investigación que ellos desarrollan (Colombo y Salinas, 2004), se hace necesario comprender la evolución histórico-filosófica del conocimiento científico, como medio para proponer una enseñanza de las ciencias más crítica y reflexiva.

Si entendemos a las ciencias experimentales tan solo como cuerpos de conocimientos basados en algoritmos y herramientas lógico-matemáticas y organizadas en sistemas hipotético-deductivos rígidos y cerrados, probablemente propondremos para su estudio modelos de enseñanza-aprendizaje caracterizados por la transmisión-recepción, reproductivos, aporéticos, con escasos aportes críticos y reflexivos.

Si por el contrario conocemos la evolución del pensamiento científico con sus conflictos y valoraciones, con sus cuestionamientos y discusiones podremos plantear modelos de enseñanza más holísticos, que permitan reconocer la complejidad de los procesos involucrados en el desarrollo de las ciencias, abiertos, contextualizados, en permanente elaboración, promoviendo en los alumnos la búsqueda de explicaciones, interpretaciones y predicciones en torno de los conocimientos científicos.

Es por ello que mediante el presente trabajo se busca reflexionar acerca de la enseñanza de las ciencias experimentales, promoviendo una concepción más holística de la misma, mediante los aportes que pueden brindar la Historia y la Filosofía de las Ciencias. Sin embargo esta tarea se convierte en una empresa muy compleja, en la que la interdisciplinariedad deberá jugar un rol muy importante.

En este sentido será necesario crear equipos de trabajo interdisciplinarios, en las carreras de grado relacionadas con las ciencias experimentales, que permitan crear una mirada menos reduccionista de los objetos de estudio. La interdisciplinariedad podrá permitir estudiar los hechos provenientes de las ciencias experimentales también desde un enfoque epistemológico, histórico y social que contribuirá a la formación de investigadores y profesionales más comprometidos con la implicancia histórica y social del conocimiento científico, a la vez que mejor preparados para los nuevos desafíos que les presente el devenir de la ciencia.

## Referencias bibliográficas

- Candioti, M. E. y col. (2008).** *Supuestos epistemológicos de los discursos y prácticas educativas. Clausuras y posibilidades de desplazamientos.* Seminario de Epistemología y Ciencias Sociales. México: El colegio de México.
- Echeverría, R. (2008).** *Raíces de sentido.* Buenos Aires: Ediciones Granica.
- Gagliardi, R. y Giordan, A. (1986).** *La historia de la ciencia, una herramienta para la enseñanza,* en *Enseñanza de las Ciencias* 4 (3): 253-258. Barcelona.
- García Morente, M. (1967).** *Lecciones preliminares de Filosofía.* 11° Ed. Buenos Aires: Losada.
- Gilson, E. (2004).** *El espíritu de la Filosofía Medieval.* Madrid: Ediciones RIALP.
- Jaramillo, J. M. (1997).** *Thomas Khun.* Editorial Universidad del Valle. Cali. Colombia.
- Klimovsky, G. (1994).** *Las desventuras del conocimiento científico. Una introducción a la epistemología.* Buenos Aires: A-Z.
- Hurtado León, I.; Toro Garrido, J. (2007).** *Paradigmas y métodos de investigación en tiempos de cambios.* Caracas: CEC.
- López-Barajas Zayas, E. (2009).** *El paradigma de la Educación continua.* Madrid: Narcea.
- Kremme Mariette, A. (1997).** *El positivismo.* México: Publicaciones Cruz.
- Mattews, M. (1989).** *A role of de history and Fislosophy in science teaching* en *Interchange* 20 (2): 3-15.
- Colombo de Cudmani, L. y Salinas de Sandoval, J. (2004).** *¿Es importante la epistemología de las ciencias en la formación de investigadores y de profesores en Física?* *Revista Enseñanza de las Ciencias* 22 (3). Barcelona.
- Moreno Marimón, M. (1986).** *Ciencia y construcción del pensamiento.* *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 4 (1), pág. 57,63. Barcelona.
- Nagel, E. (2006).** *La estructura de la ciencia.* Barcelona: Paidós.
- Paruolo, J. (2003).** *Enseñanza de las ciencias y Filosofía.* *Revista Enseñanza de las Ciencias* 21 (2). Barcelona.
- Rodríguez, R. (2010).** *Historia de la Ciencia.* Universidad de Costa Rica. Costa Rica.
- Rodríguez San Pedro, L. (2009).** *Historia de la Universidad de Salamanca.* Ediciones Universidad de Salamanca. Salamanca.
- Rojas Osorio, C. (2001).** *Invitación a la Filosofía de la ciencia.* Universidad de Puerto Rico. Humacao. Puerto Rico.
- Vattimo, G. (1989).** *La sociedad transparente.* Milán: Paidós.
- Winchester, I. (1989).** *Editorial history, Science and Science teaching,* en *Interchange* 20 (2): I- VI.
- Zagal Arreguín, H. (2005).** *Método y ciencia en Aristóteles.* México: Ediciones Panamericana.