

# La Historia de la Ciencia: un referente imprescindible en la Didáctica de los Contenidos Científicos<sup>1-2</sup>

The History of Science: an important referent to scientific didactics content

**Francisco Briceño**

Universidad Pedagógica Experimental Libertador  
Instituto Pedagógico de Caracas

## RESUMEN

*La propuesta de propiciar en el aula la construcción del conocimiento científico tiene un referente importante en la historia de la ciencia. Ir más allá de este enunciado equivaldrá a su vez a pasar del nivel de potencialidad didáctica, que ya nadie pone en duda, al de diseño y concreción de experiencias que coloquen a los estudiantes en situaciones similares a las que han vivido las comunidades científicas a lo largo de determinados procesos de elaboración del saber. Para llevarlo a cabo los docentes necesitan identificarse con un enfoque historiográfico distinto al que tradicionalmente han movilizado textos, centros de enseñanza y medios de comunicación, centrado en una presentación entusiasta de logros científicos, que acentúa lo cronológico, y concede el protagonismo individual de los descubrimientos a unos pocos superdotados e ingeniosos. En tal sentido se argumenta en esta ponencia a favor de una perspectiva que acentúe lo problemático y controversial, las etapas de dudas, conjeturas, errores y fracasos, así como el contexto externo - social en que se producen las rupturas, avances e imposiciones de paradigmas sustitutivos. Esto exige la liberación del docente de su concepción de que su disciplina es un catálogo de hechos del pasado, llamados científicos, sin historia y estructura, conseguidos al "estado puro" por historiadores neutrales y ascéticos. El proceso de reflexión que permita este cambio debe incluir la convicción de la contribución de la historia de la ciencia en aspectos tan importantes como: la valorización del carácter humano de la*

<sup>1</sup> Exposición en Panel implicaciones de la epistemología de las ciencias experimentales en su enseñanza

<sup>2</sup> El Texto de esta ponencia ha sido tomado, con modificaciones, de la Tesis Doctoral del autor, actualmente en imprenta: *De la Transmisión a la Construcción de Conceptos Científicos. Instancias de un cambio radical en el aula de ciencias.* (Briceño, F. 1999)

*ciencia, con la consiguiente unión ciencias-humanidades, la anticipación de las dificultades conceptuales de los estudiantes, el enriquecimiento de su cultura, la relación CTS, la enseñanza no dogmática de la ciencia, la valorización de los aportes de las mujeres y de las minorías étnicas, entre otros.*

**Palabras claves:** *Historia de la Ciencia, Epistemología de la Ciencia, Didáctica de la Ciencia*

#### **ABSTRACT**

*The proposal to promote the construction of scientific knowledge in class has an important referent in the history of science. To go beyond this statement will equate, in its turn, to go through the level of didactic potentiality, that nowadays nobody doubts it, from the design and concretion of experiences that place students in settings, similar to those that have lived scientific communities, along certain processes of knowledge elaboration. To carry it on, teachers need to identify themselves with a different historiographic approach rather than the one traditionally promoted by textbooks, teaching centers and communication media, approach that has been centered on enthusiastic presentation of scientific achievements, focusing on chronology and providing an individualistic protagonism in the discoveries of a few outperformed ingenious individuals. In this sense, this talk is in favor of a perspective that stresses the problematic and controversial thoughts, doubting stages, mistakes and failures, and the external social context in which disruptions are produced, and where progress and new substitutive paradigms are imposed. This demands a teacher liberation of his/her concepts about the conception that the discipline is a catalogue of preterit facts, called scientific without history and structure, found in a "pure state" by ascetic neutral historians. The reflective process that will allow this change should include the certainty of historical science contribution in those important aspects such as: valorization of science human perspective, with the subsequent link of science-humanities, the anticipation of students' conceptual difficulties, the enrichment of their culture, the CTS relationship, non-dogmatic science teaching, valorization of women contribution, and ethnic minorities contribution, among others.*

**Keys words:** *History of science, Epistemologic of science, Experimental Science Didactics*

## INTRODUCCION

La historia de la ciencia ha de constituir, junto a la epistemología y la axiología, un referente clave para la didáctica alternativa de la ciencia. Se hace necesario entonces explicitar su importancia y perfilarla aun más como herramienta de enseñanza, de tal manera que los docentes vean más claramente la conveniencia de incorporarla a las programaciones escolares y de incorporarse al diseño de situaciones que favorezcan su aprovechamiento, en el contexto del proceso de cambio radical de la dinámica de aula que se ha venido proponiendo.

En este sentido se espera que resulte útil seguir una doble perspectiva. Por una parte lo que puede llamarse la interrogante de Gagné (1991): *si recurrir a la historia, pero...¿a cuál historia?*. Por la otra, la preocupación de Latour (1988, 1989), acerca de superar la inconveniente diferencia actual entre la ciencia escolar y la ciencia en elaboración (o ciencia de los científicos).

Ante la pregunta de Gagné resulta imprescindible el recurso a *La Estructura de las Revoluciones Científicas* (1975), y a *La Tensión Esencial* (1993), de Kuhn. Este autor argumentó en contra del tipo de historia de la ciencia centrada en una presentación de logros científicos, con fechas y descubridores, y que ha tenido como consecuencia el haber dado la imagen equivocada de que la ciencia se desarrolla linealmente y que el conocimiento científico se acumula logro tras logro, a través del tiempo.

Para Gagné (ob.cit), ese enfoque historiográfico ha resultado impropio para caracterizar *la naturaleza de la empresa científica* porque ha hecho ver que aquellos éxitos han sido el producto del trabajo de unos seres que, además de poseer un intelecto excepcionalmente superior al común, se apegaron ascéticamente a una infalible manera de trabajar, llamada método científico.



Esta imagen, considerada por Gagné *muy poco emancipadora pedagógicamente hablando*, está fuertemente arraigada en la población estudiantil de prácticamente todas las edades. En Caracas, como en otras partes del mundo occidental, al ser requeridos los alumnos de cualquier nivel, de expresar verbal o gráficamente su visión de la ciencia y los científicos, no vacilan en describirla como el producto de hombres (No aparecen mujeres) geniales, poco preocupados por su apariencia personal, algo estrafalarios o pintorescos en el vestir, distraídos, solos en un laboratorio repleto de tubos de ensayo echando humo, de microscopios, balanzas, telescopios, etc.

La perpetuación de esa imagen no ha convenido a los propósitos del país con respecto a generar interés en los jóvenes para su incorporación a los contingentes de ampliación y relevo de la siempre precaria comunidad científica venezolana.

Libros de texto, biografías, enciclopedias, y otros trabajos de divulgación, y hoy en día los medios de comunicación, han movilizado esa representación cien por ciento empirista y atórica de la ciencia, y experimentalista, descubridora e individualista de los científicos, a quienes, además, se les imagina desconectados de la sociedad y despojados de su condición humana y terrenal.

La escuela, por su parte, ha legitimado esa imagen distorsionada porque sus docentes no han dispuesto, ni durante su proceso de preparación profesional ni después, del escenario meta científico, el historiográfico incluido, imprescindible para comprender la diferencia entre una disciplina científica concebida como un catálogo de hechos, fórmulas y cálculos, y una disciplina en la que el sistema conceptual que la fundamenta se ha estructurado a lo largo de un proceso colectivo, no lineal.

De un proceso que, a la luz de la caracterización de su lógica interna y de su alcance explicativo, muestra una dinámica de controver-

sias, ensayos y errores, y que en el contexto externo muestra la influencia del sistema de creencias de los miembros de la comunidad y de las fuerzas vivas de la sociedad.

El docente de ciencias que viva procesos de reflexión acerca de este tipo de referentes puede llegar a disponer de un sistema alternativo de ideas con respecto a la ciencia y a la actividad científica, que le permita hacer frente a la vieja tradición y volver exitoso el contacto formal que a su través hacen el niño y el joven venezolanos con la ciencia diariamente. De manera que constituya cada vez un momento auspiciador y no frustrante en cuanto a la relación emotiva ciencia – ser humano.

Un indicador importante de ese sistema alternativo de ideas es la concepción de la organización social de la ciencia. A partir de la cual el docente puede hacer más propicio el propósito de que los estudiantes construyan una imagen de la ciencia menos alejada de lo que hacen los científicos.

En efecto, la noción de Comunidad Científica, organizada en Centros, Academias, Sociedades, Laboratorios e Institutos de Investigación, en Universidades y Empresas, con líneas de investigación definidas, programas de financiamiento, y servicios de asistencia, constituye un ejemplo de referente social, de contenido idiosincrático (Kuhn, 1975), donde sus miembros se remiten para proponer, discutir y evaluar trabajos científicos. La clase de ciencias debe reflejar ese carácter.

La clase de ciencias, es conveniente insistir, debe poner al alcance de los estudiantes esta dimensión social de lo científico. En un contexto en que ellos puedan apreciar que su incorporación posterior a la actividad científica no va a significar una ruptura con su entorno familiar, social o cultural, ni con su país, ni, en fin, con las miserias y grandezas de la condición humana.

Autores como Chalmers (1990, 1992), Désautels y Larochelle (1989, 1992), Fourez (1988), y los ya citados, Gagné y Latour, ofrecen aportes fundamentales para la construcción de una nueva imagen de la ciencia y de sus científicos.

Un rasgo clave de la puesta en común del nuevo sistema de ideas, en cuanto a la historia de la ciencia, específicamente, es el reemplazo de la vieja concepción de que aquella se reduce a una simple recopilación de *hechos del pasado* (Gagné, 1991) dentro de la cual el historiador funcionó como un neutral buscador y transcriptor de sucesos con existencia propia.

En tal sentido parece pertinente usar como referente la caracterización que hace Kuhn (1993), de los enfoques con que se han trabajado los aspectos históricos de la ciencia.

## ENFOQUE TRADICIONAL

### *Vigencia*

Esta historia *tradicional* (Kuhn, 1993) o *fáctica* (Gagné, 1991), de la ciencia es escrita por científicos, principalmente, y su presencia en el medio historiográfico abarca desde la antigüedad hasta las primeras décadas de este siglo, con marcado énfasis durante el siglo de las luces. En el medio educativo está aun presente en algunos manuales y textos escolares.

### *Ideas Subyacentes*

A este enfoque lo sostuvieron los siguientes supuestos básicos:

1. La ciencia conduce al progreso
2. La causación lineal de los fenómenos
3. El conocimiento se obtiene racionalmente, de manera neutral, y con apego a un método

4. Las teorías científicas son formulaciones auto evidentes y autónomas de la influencia humana

### *Presentación*

Adopta la forma de narraciones (predominan sobre las presentaciones crítico - reflexivas, orientadas a responder una pregunta) entusiastas de las disciplinas y sus propuestas exitosas, con exclusión de las dificultades y tropiezos de las versiones preliminares, y/u olvido por las propuestas derrotadas. Otros rasgos de esta historiografía son:

1. Insistente en lo cronológico, sin contexto socio - cultural
2. Centrada en la persona del descubridor, a través de biografías *heroicas* (Kuhn, 1993) o hagiográficas (Gagné, 1991)

La influencia pedagógica de este enfoque puede registrarse en la acción cotidiana de docentes y alumnos que refleja la creencia en que la ciencia es un reservorio de logros sucesivos atribuibles más al genio de seres humanos excepcionales que al trabajo tesonero de grupos. Con lo cual se ocultan momentos importantes tales como la elaboración de propuestas viables, expuestas a la crítica, la refutación, el ensayo y el error, la reformulación e incluso la sustitución por otras.

## **ENFOQUE INTELECTUAL**

### *Vigencia*

Surge del contexto de controversias en el seno de la física y la matemática a finales del siglo pasado (Pomián en Gagné, 1991), que le dio a científicos y filósofos una imagen problemática de la ciencia. Expresión de esas controversias son los movimientos Empíriocriticista, con Mach y Avenarius como figuras principales en el último cuarto de siglo (Porta, 1983), y el Positivismo Lógico del Círculo de Viena de los años



veinte y treinta. Este enfoque aun está presente en los medios académicos y pedagógicos.

#### *Idea subyacente*

Entre los supuestos que lo fundamentan pueden citarse:

1. La evolución de la ciencia está regida por la lógica interna y es allí donde deben buscarse los hitos de las transformaciones
2. La fuente del conocimiento es la experiencia y esto distingue al hecho científico de la simple proposición metafísica
3. Coexisten la idea de progreso y acumulación del conocimiento, del enfoque tradicional, (En Mach, por ejemplo) con la de discontinuidad (Koyré, Bachelard) o de rupturas conceptuales y epistemológicas

Metodológicamente, las categorías, los conceptos, y los modelos contemporáneos pueden serle impuestos a los hechos del pasado. Por ejemplo la física newtoniana a la teoría aristotélica del movimiento.

#### *Presentación*

Los rasgos distintivos en este enfoque son:

1. Es más explicativa que narrativa
2. Incluye los errores como tema de estudio
3. Se ocupa de lo racional filosófico más que de otros aspectos de la actividad científica

Pedagógicamente este enfoque historiográfico es más conveniente que el anterior por cuanto vuelve más comprensible para los docentes y sus alumnos el proceso de producción de conocimiento, al brindar el componente teórico e imaginativo, ausente en el enfoque fáctico.



## ENFOQUE EXTERNO – SOCIAL

### *Vigencia*

En criterio de Pomián (en Gagné, 1991), aparece en los años cuarenta, con el trabajo del sociólogo Robert Merton. Disputa actualmente su espacio en la academia.

### *Idea Subyacente*

El medio social, específicamente en lo político, lo institucional, lo religioso y lo financiero tienen influencia en la evolución de la ciencia.

### *Presentación*

Se manifiesta con la incorporación, a los estudios historiográficos, de los aspectos motivadores o inhibidores de la investigación. Así, por ejemplo, en estos estudios se muestra preocupación por el cómo las nociones de calidad, competitividad y productividad desencadenan el trabajo científico en las áreas militar e industrial, pero también incluyen la influencia limitante del financiamiento y de las implicaciones éticas. De igual manera los problemas teóricos acerca del desarrollo científico, y los alcances y límites de la racionalidad de la ciencia son tomados en cuenta y dan a este enfoque su carácter global.

Esa doble perspectiva en la cual debe moverse el historiador de la ciencia es ilustrada por Kuhn con su célebre metáfora de *La Tensión Esencial*, que, por cierto, da nombre a su trabajo inicialmente publicado en 1975 y aquí citado como referencia de 1993. Es la tensión a la que se expone el investigador al conciliar lo que durante tanto tiempo fue dicotómico: dinámica interna - dinámica externa de la ciencia. En cuya superación, señala Matalon (Gagné, 1991) contribuye mucho el dejar de identificar lo interno con lo racional, y lo externo con lo irracional y extra científico.

Pedagógicamente, para Gagné (ob.cit), este es el enfoque que más conviene en el sentido de poder ilustrar el carácter humano de la ciencia, favorecer la comprensión de los conceptos y teorías científicas, la producción de manuales de ciencia más adecuados en los cuales ya no aparezca *la verdad emergiendo del error* sino las consideraciones socio históricas asociadas al debate y a la controversia de cuyo resultado *los vencidos sean colocados en el mismo podio de los vencedores*.

Teme Kuhn (1993), sin embargo, que la historia externa se pueda convertir en un enfoque único, con el que se desdeñe el contenido que después de todo es la instancia que configura el desarrollo de cualquier disciplina. La conciliación deseada se traduciría para Latour en superar la oposición entre una escuela racionalista, que excluye al sujeto cognoscente, al actor humano, y para la que sólo cuentan los argumentos científicos, y una escuela relativista, que excluye al objeto del conocimiento, al actor no humano, y para la que la comunidad científica es una institución social, como cualquier otra, cuyos actores producen el conocimiento (Gagné, ob.cit.p.p.18-21).

Otra preocupación de Kuhn resulta útil en el contexto de la dicotomía descubrimiento – invención de las teorías científicas. Es realmente un aspecto importante en el que la imagen de la ciencia debe ser reemplazada en el ámbito docente. Ese autor critica la presentación, por parte de científicos e historiadores, del conocimiento científico como una especie de suceso que carece de estructura interna; de “acontecimiento que, como el mirar algo, le sucede a un individuo en lugar y tiempo determinados” (Kuhn, 1993.p.189).

Esa imagen movilizadora en los textos y en las diversas áreas de la preparación de las generaciones de científicos ha hecho, según ese autor, que cada aspirante se conciba realizado en su carrera sólo en la medida en que logre el objetivo de descubrir algo. El espacio dedicado a los debates y disputas con respecto a los créditos y reconocimientos en términos de quién y cuándo es consecuencia de esa creencia.

Señala Kuhn que una investigación que se plantee el problema de esa manera no solamente va a carecer de respuestas ciertas sino que va a terminar escondiendo el proceso y las ideas que lo orientaron, y que constituyen la *estructura interna* del producto científico.

Desde la perspectiva constructivista con que se ha elaborado esta ponencia se pueden utilizar las mismas expresiones historiográficas de Kuhn, acerca de los trabajos de Bayen, de Priestley, y de Lavoisier, en lo que se llamó descubrimiento del oxígeno, por ejemplo, para alimentar nuestra argumentación de que no hubo descubrimiento en ninguno de los casos nombrados, en el sentido de haber hallado súbitamente lo que para otros había estado cubierto, sino propuestas que ellos y sus comunidades consideraban viables en el contexto de las teorías desde las cuales abordaban el problema e interpretaban los resultados de sus observaciones y experimentos.

Que las observaciones y experimentos posteriores llevados a cabo por los mismos proponentes o por otros investigadores, refuten esas propuestas, revela en unos casos la falibilidad de las teorías y / o lo corregible de la interpretación anterior. Todo ello muy distinto a cuando se descubre algo externo al investigador.

Desde la concepción constructivista hay una interrogante que desencadena un proceso, dentro del que un núcleo teórico, las hipótesis de trabajo y la interacción entre el investigador y el objeto de estudio, constituyen su estructura. El resultado del proceso es la formulación, construcción o invención de una respuesta. En cambio, desde la concepción descubridora el investigador, único, predestinado, sólo participa con su agudeza y don de la oportunidad para hallar la respuesta.

Al epistemólogo, al historiador y al docente le tocará decidir, ante la vieja interrogante acerca del aumento de masa de un metal calentado en presencia de aire, si Bayen halló la respuesta al decir que el gas



desprendido del calentamiento de un precipitado de óxido de mercurio era "aire fijado", es decir anhídrido carbónico (Kuhn, 1993.p.192), o construyó una respuesta. Lo mismo cabe para la respuesta de Priestley de que el aire desprendido era "aire nitroso", y para la de Lavoisier de que se trataba de "aire no alterado".

Si nos inclináramos por el descubrimiento de lo que es externo al investigador no entenderíamos que los mismos investigadores ofrecieran meses después otras respuestas, tales como "aire desflogisticado" y "gas separable del aire atmosférico".

Un aspecto de interés en el que el autor de esta ponencia no comparte lo afirmado con Kuhn es el de que los logros científicos acerca del oxígeno, los Rayos X y Urano, por ejemplo, no fueron predichos por una teoría ya aceptada (ob.cit.p.190). En el caso del oxígeno si había una teoría compartida desde la cual se analizaba el fenómeno, y que por cierto está presente aun en nuestros estudiantes: el aire es un gas, en lugar de una mezcla de gases. Con la formulación final de Lavoisier y seguidores no sólo se introduce una entidad nueva a la química de los elementos, el gas oxígeno, sino que se refuta la teoría de la homogeneidad del aire atmosférico desde la cual no podía preverse ciertamente ni el oxígeno ni otro gas que significara poder aislarlo.

*Mutatis mutandis* el mismo razonamiento puede aplicarse al ejemplo de Urano. Para Kuhn (ob.cit.p.p.195-196), en diecisiete oportunidades el astro había sido registrado como estrella, antes que, en 1781, Herschel lo postulara como cometa y luego Lexell como planeta. Estas postulaciones fueron posibles porque había sistemas de ideas previos con respecto al tipo de órbita y a los cálculos con los que se tenía que ser congruente. En el caso de los Rayos X el cuerpo teórico previo sería lo que se sabía y creía acerca de la luz, del comportamiento de la radiación ante campos de fuerzas, y de los rayos catódicos.

Hecha la puesta en común con éstas y otras ideas alternativas,



la comunidad de docentes de ciencia debe proceder a diseñar las situaciones estratégicas que permitan a los estudiantes construir los conceptos, en circunstancias, cualitativamente hablando, parecidas a las que vivieron las comunidades científicas que abordaron el tema.

Como lo propone Latour, el contexto socio cultural del momento, así como los recursos teóricos, metodológicos y materiales, las controversias, errores, avances y retrocesos, y el ejercicio de la crítica racional, de la tolerancia y del consenso, contribuirán a aproximar más, en lugar de distinguir, a la ciencia en elaboración de la ciencia escolar. Correlativamente los alumnos incorporarán al aprendizaje otras dimensiones tales como la falibilidad y provisionalidad del conocimiento científico, y, extraordinariamente importante hoy en día, la ética de su elaboración y uso.

Paralelamente a este esfuerzo por concretizar la utilización de la historia de la ciencia se debe considerar con urgencia el tema de la modificación curricular en la preparación de los docentes de ciencia, hacia una mayor convicción de las ventajas de abrir espacio a la epistemología y a la historiografía y de la necesidad de adquirir las competencias para su inclusión efectiva en las programaciones ordinarias de clase.

## REFERENCIAS

Chalmers, A. (1990). *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?*. (E. Pérez S., Trad.). Madrid: Siglo Veintiuno. (trabajo original publicado en 1982)

\_\_\_\_\_ (1992). *La ciencia y cómo se elabora*. (E. Pérez S., Trad.). Madrid: Siglo Veintiuno. (trabajo original publicado en 1990)

Désautels, J. y Larochelle, M. (1989). *Qu'est-ce que le savoir scientifique. Points de vue d'adolescents et d'adultes*. Québec: Presses de l'Université Laval

\_\_\_\_\_ (1992). *Autour de l'Idée de Science*. Canada: Les Presses de l'Université Laval

Fourez, G. (1988). *La construcción des Sciences*. Bruxelles: de Boeck Université

Gagné, B. (1991). *L'Histoire des sciences dans l'Enseignement des sciences: recourir à l'histoire, oui...mais quelle histoire?*. Québec-Canada: Cirade

\_\_\_\_\_ (1993). *L'Histoire des sciences dans la Formation à l'Enseignement des sciences*. Québec-Canada: Cirade

Kuhn, T. (1975). *La Estructura de las Revoluciones Científicas*. (A. Contin. Trad.). México: Fondo de Cultura Económica. (Trabajo original publicado en 1962)

\_\_\_\_\_ (1993). *La Tensión Esencial*. Estudios selectos sobre la tradición y el cambio en el ámbito de la ciencia. ( R. Helier, Trad.). Madrid: Fondo de Cultura Económica. (Trabajo original publicado en 1977)

Latour, B. y Woolgar, S. (1988). *La vie de Laboratoire*. La production des faits scientifiques. (M. Biezunski, Trad.). Paris: La Découverte

Latour, B. (1989). *La Science en Action*. (M. Biezunski, Trad.). Paris: La Découverte

Porta, M. (1983). *El Positivismo Lógico*. El Círculo de Viena. Barcelona: Montesinos