

EL PAPEL DE LA HISTORIA DE LA CIENCIA EN EL DISEÑO DE UN MODELO DIDÁCTICO PARA LA ENSEÑANZA DE LA NOCIÓN DE *CAMBIO QUÍMICO*

JOSÉ OMAR ZÚÑIGA CARMONA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BARCELONA, ESPAÑA.
UNIVERSIDAD DEL CAUCA, COLOMBIA.

Palabras clave: *historia de la ciencia, enseñanza de las ciencias, modelo didáctico*

The role of the history of science in the design of a didactic model for teaching the notion of chemical change

Summary: The starting point of this communication is the consideration that a scientific concept cannot be explained only by its formal definition; the same one that appears in the texts or that the teacher offers in the classroom. Then, what other elements do they constitute a scientific concept? The study of the history of science and its application in science teaching, allows to enlighten several elements in the making of a scientific concept. Such elements, in turn, can structure a didactic model that can help to make teacher explanations of scientific concepts more meaningful. In this article these elements are described, taking as a reference the concept of chemical chemist.

Key words: *history of the science, science teaching, didactic model*

Introducción

Este documento se ubica —fundamentalmente— en el plano de la enseñanza. Por ello, su propósito es plantear un modelo para la enseñanza de los conceptos científicos en general, y de la noción de *cambio químico* en particular, teniendo en cuenta algunos aportes de la historia de la ciencia aplicados en enseñanza de las ciencias.

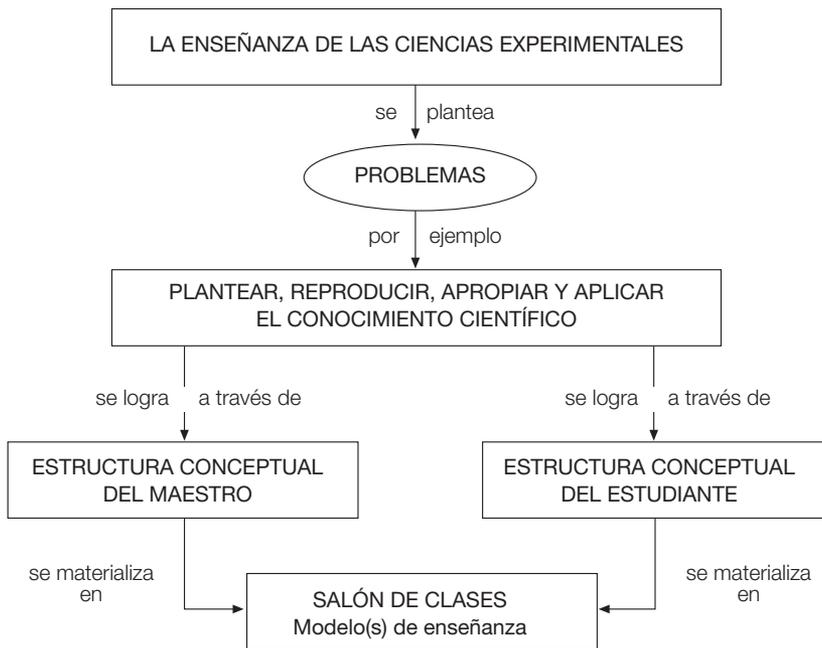
Se tienen en cuenta dos consideraciones como fundamento para la propuesta alternativa que se sustenta en esta comunicación:

- Que el estudio de los contenidos de una ciencia, centrado solamente en sus conceptos, no consiste sólo en conocer los principios, leyes y experimentos involucrados en una teoría científica. También es importante el estudio de su acontecer. Pero esto no refiere solamente a la enumeración acumulada de datos biográficos de los científicos y de sus logros, sino más bien a la discusión acerca de cómo han ido evolucionando las ideas y las técnicas, es decir, el análisis del modo de pensar y de hacer de quienes han dedicado parte de su vida al desarrollo de la ciencia (Chalmers, 1994: 112-113).
- Que una forma de enseñar (y aprender) de modo significativo involucra, por un lado, la comprensión del origen y evolución de los conceptos científicos y, por otro, entender que estos conceptos pertenecen al mundo de la historia y de la cultura (Chalmers, 1994: 112-113). Por ello, se destaca la importancia que tiene para la enseñanza (y el aprendizaje) de las ciencias el reconocimiento del significado de los conceptos científicos como procesos en construcción permanente, más allá de las definiciones que aparecen en los libros de texto.

La estructura general de este documento se sintetiza en la explicación de tres esquemas, los cuales aparecerán explicados a lo largo de la comunicación y registrados al final del mismo (ver anexo). El esquema 1 se refiere a la estructura conceptual de la enseñanza de las ciencias, reflejada en el salón de clases. El esquema 2 ilustra, de manera particular, el desarrollo de una clase de ciencias en el contexto del modelo de transmisión-recepción, y el esquema 3 presenta una propuesta alternativa, que se sustenta en esta comunicación, para la enseñanza de los conceptos científicos, teniendo en cuenta los aportes de la historia de la ciencia. A continuación, se presenta la explicación de cada uno de los esquemas, terminando con la explicación de la propuesta alternativa para enseñar los conceptos científicos, la cual aparece sintetizada en el esquema 3.

La estructura conceptual de la enseñanza de las ciencias

La figura 1 hace referencia a la estructura conceptual de la enseñanza de las ciencias y recoge un planteamiento formulado por Zambrano (2000). De acuerdo con el esquema que aparece representado en la figura 1 (ver), el salón de clases constituye el escenario propicio para abordar la solución de problemas relacionados con la enseñanza de las ciencias, y en dicho esce-



Esquema 1. La estructura conceptual de la enseñanza de las ciencias (adaptado de Zambrano (2000)).

nario convergen tanto el punto de vista del estudiante como el punto de vista del profesor. Por supuesto, hay diferentes enfoques para interpretar esta relación profesor-estudiante que se da en el salón de clases. Por ejemplo, hay enfoques que consideran que solamente es suficiente con que el profesor defina las reglas que se van a seguir en dicha relación, además que tenga un conocimiento disciplinar sobre el área que enseña. Sin embargo, durante las últimas décadas se han propuesto otros modelos que consideran que, en el proceso de enseñanza (y aprendizaje), también es necesario y conveniente involucrar, de manera activa, el punto de vista de los estudiantes. Debe notarse que, por muchos años, los enfoques para la enseñanza (y el aprendizaje) no consideraron el papel activo de los estudiantes en el proceso; por consiguiente, el eje central de dicho proceso giraba en torno a la autoridad del profesor, quien determinaba (porque así estaba diseñado el sistema educativo) el qué, el cómo y el cuándo de las actividades que se sucedían en el aula de clases (modelo de transmisión-recepción).

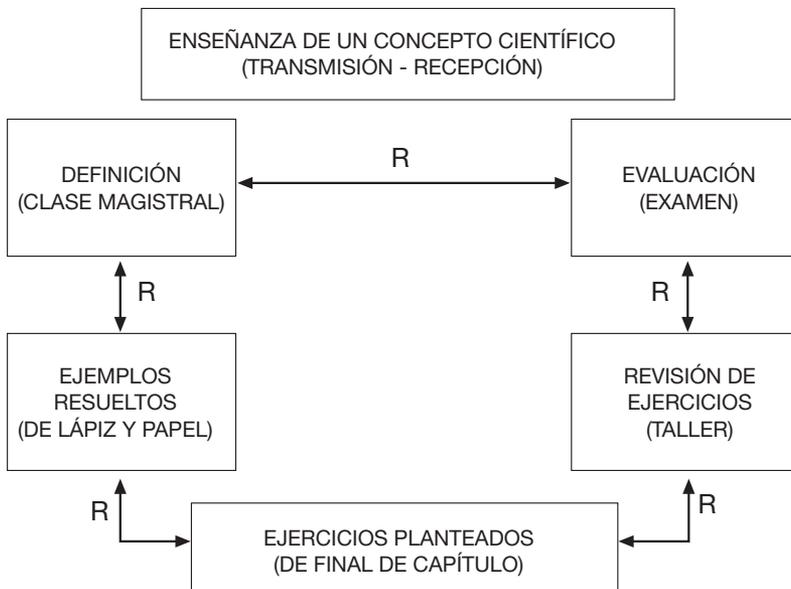
Un enfoque tradicional y predominante en la enseñanza de las ciencias

En el modelo de transmisión-recepción, entendido como una manera de explicar la relación profesor-estudiante que se da en el salón de clases, se considera el *conocimiento* como algo que se transmite de una mente a otra y que es adquirido por los estudiantes tal y como el profesor lo entiende y lo expone, mientras que los *conceptos* se explican en un contexto de justificación,

sin mucha relación con el problema que los originó. En ese mismo modelo, la *ciencia* se presenta como un cuerpo de conocimientos que crece por acumulación y poco sujeta a modificaciones. En ese contexto, la *enseñanza* se asume como una exposición de conocimientos científicos de manera verbal (en forma clara y ordenada), mientras que el *aprendizaje* se considera como la comprensión del conocimiento científico tal y como la ciencia lo ha formulado.

Ahora, en el esquema 2 se muestra cómo se desarrolla una clase de ciencias, en el contexto del modelo de transmisión-recepción. En el lenguaje coloquial de la escuela muchos profesores, en su práctica cotidiana, y la mayoría de los estudiantes asumen que la enseñanza (y el aprendizaje) de los conceptos científicos se cumple siguiendo, más o menos, los siguientes pasos: la presentación de las *definiciones* de los conceptos (ya sea a través de fórmulas, de ecuaciones o de la precisión de los significados), la *resolución de ejemplos* en el tablero (ilustración del concepto) y la asignación, como trabajo independiente (aplicación), de *ejercicios de lápiz y papel*, de aquellos que aparecen formulados en los libros de texto al final de cada capítulo. Al final, aparece la *evaluación*, que en la mayoría de los casos se remite a la *formulación de problemas tipo*, de los que los estudiantes ya se supone que resolvieron, pero cambiando algunos datos numéricos o algunas variables.

Sin embargo, en esta comunicación se considera que la enseñanza de un concepto siguiendo el esquema 2 deja de lado el proceso de construcción histórica del concepto que



Esquema 2. Esquema del desarrollo de una clase de ciencias, según el modelo de transmisión-recepción.

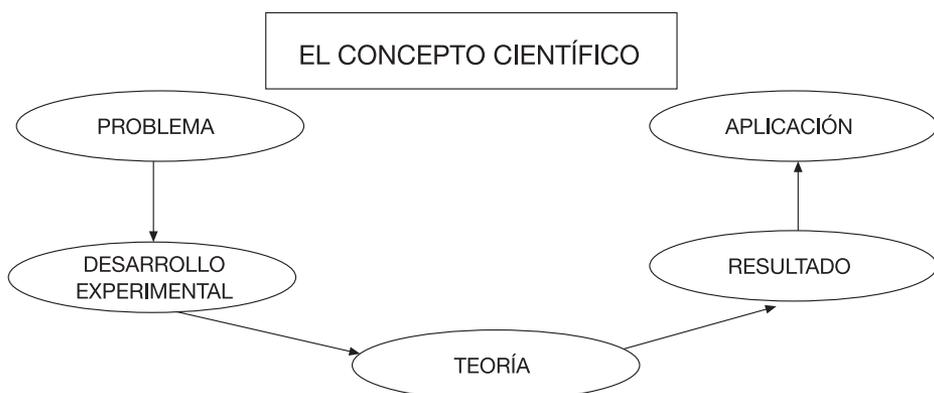
se pretende enseñar. De hecho, los *resultados* que se consignan en los libros de texto, y que —generalmente— son los que exponen los profesores a sus estudiantes, muestran solamente la etapa final del proceso de construcción de los conceptos. Utilizando una analogía, se puede decir que empezar una clase presentando la definición del concepto que se pretende estudiar es equivalente a proyectarle a un cineasta sólo la parte final de la película que quiere ver y entender.

Una propuesta alternativa

El esquema 3 (ver) sintetiza la propuesta mediante la cual se entiende, en esta comunicación, la noción de *concepto científico* explicada en el salón de clases.

Aunque, por supuesto, las *definiciones* hacen parte de la estructura de un concepto; debe tenerse en cuenta que las mismas son condición necesaria pero no suficiente para la enseñanza de los conceptos científicos. La estructura de un concepto —y su posterior enseñanza en el aula de clases— no puede apoyarse solamente en tales criterios. Por ello, se propone que, a partir de la revisión de la historia de la ciencia, se tenga en cuenta —además— los siguientes criterios: la identificación del *problema* que dio origen al concepto, mediante la formulación de una *pregunta o preguntas*; el *desarrollo experimental* que se siguió para recoger datos y evidencias empíricas que dieron fundamento a las hipótesis que luego se convirtieron en principios, leyes y *teorías* que hoy fundamentan la ciencia; los *resultados*, y las *aplicaciones*.

Particularmente, en esta comunicación se tendrá en cuenta la aplicación del esquema 3 para la enseñanza de la noción de *cambio químico*. Así pues, desde el punto de vista de la historia de la ciencia, se pueden identificar los problemas (a manera de preguntas)



Esquema 3. Propuesta alternativa para la enseñanza de un concepto científico en el salón de clases (adaptada de Zambrano (2000)).

que se planteó la humanidad y que posteriormente recogió la ciencia para su estudio, cuyo intento de resolución dio origen a los conceptos científicos que aparecen expresados en los textos escolares. Por ejemplo, desde el punto de vista del cambio químico, una *pregunta* que se podría plantear a los estudiantes en el salón de clases sería la siguiente: *¿cómo explicar las diferencias de masa entre los reactivos y los productos en algunas reacciones químicas?*

El planteamiento de esta pregunta permite estudiar todo el *desarrollo experimental* que incluye el origen de la química neumática o de los gases, el descubrimiento del oxígeno, la aparición de la balanza y su posterior utilización en los procesos de cuantificación de la materia, y cómo todo esto incidió en la construcción de los conceptos que hoy enseñamos en el salón de clases.

El desarrollo experimental nos permite entender el sentido y el significado de las teorías científicas que predominan en la ciencia y que enseñamos en el salón de clases. El estudio del desarrollo experimental, a lo largo del tiempo, nos ayuda a entender que las teorías se han construido a través de un largo proceso. Como profesores debemos entender, y debemos pretender que nuestros estudiantes también lo entiendan, que el desarrollo de la ciencia no ha seguido un proceso lineal ni acumulativo, sino que, por el contrario, ha tenido rupturas frecuentes, como producto de cambios paradigmáticos, en términos de Kuhn (1975), es decir, se han planteado modelos explicativos diferentes para un mismo fenómeno, lo que ha implicado el desarrollo de un nuevo lenguaje, de nuevos conceptos y de un nuevo vocabulario científico.

Siguiendo el esquema 3, una etapa siguiente nos muestra los *resultados*, es decir, lo que aparece registrado en los libros de texto y las estrategias con las que los profesores trabajamos en el salón de clases, a través de las cuales nos comunicamos con nuestros estudiantes. En este caso particular, para el cambio químico, estamos hablando del estudio de las reacciones químicas, que incluye el estudio de la ley de la conservación de la masa y la ley de la conservación de la energía. Entender estos conceptos, más allá de la simple definición, sigue constituyendo un aporte que podemos construir desde la historia de la ciencia. Es decir, que en lugar de tomar solamente la definición y los ejemplos resueltos, se puede seguir todo el proceso descrito para tratar de reconstruir todo el proceso en el salón de clases, que permita romper la idea de la ciencia como proceso lineal y acumulativo.

Para el caso particular que estamos analizando, se puede completar la explicación del esquema 3 hablando de la *aplicación*, es decir, ilustrando el cambio paradigmático que implicó el paso de la *teoría del flogisto* a la *moderna teoría de la combustión*. Ese cambio, que implicó la introducción de nuevos conceptos, de un nuevo vocabulario y de una nueva manera de comprender el fenómeno químico, también posibilitó el desarrollo de la química moderna que es lo que, como profesores, explicamos en el salón de clases.

En síntesis, el esquema 3 se refiere a una propuesta alternativa que tiene en cuenta los

aportes de la historia de la ciencia, para construir un modelo de enseñanza de los conceptos, que parte de un *problema*, que tiene en cuenta el *desarrollo experimental*, que ayuda a entender el surgimiento de los postulados que sustentan las *teorías* que se han construido para explicar los fenómenos o hechos, para luego interpretarlas como aparecen registradas en los libros de texto (*resultados*), y cómo todo ello puede servirnos para la *aplicación* en la enseñanza, es decir, para posibilitar la comprensión de otros conceptos científicos.

Conclusiones

En este documento se ha destacado el papel significativo que desempeña la historia de la ciencia en la enseñanza de las ciencias, en la medida en que aquella contribuye a consolidar la idea del desarrollo dinámico de la ciencia, ya que: *a)* permite visualizar la construcción de los conceptos científicos como un proceso que involucra variables tales como el contexto, el período histórico en el que se construyen los conceptos, el modelo de ciencia imperante en cada uno de esos períodos, etc., y *b)* permite reconocer algunas de las explicaciones preliminares que se han dado a través de la historia para tratar de entender los fenómenos de la naturaleza. Dichas explicaciones se han fortalecido o se han descartado, dependiendo de las evidencias empíricas que las respaldan o no. Esta idea también contrasta con la imagen invariable que algunos libros de texto presentan acerca del desarrollo de la ciencia.

Ya se ha mencionado que uno de los aportes de la historia de la ciencia a la enseñanza de las ciencias se fundamenta en que permite entender el desarrollo dinámico de la ciencia y, particularmente, conocer los conceptos científicos estructurados a partir de un proceso permanente de construcción, a partir de evidencias, datos empíricos recogidos a lo largo de la historia y con el aporte de científicos que han trabajado en diferentes contextos históricos y teóricos.

Realizar una enseñanza de las ciencias tomando como referencia la historia de la ciencia exige no sólo plantearse un relato de los acontecimientos o una referencia a los personajes que significaron algo en el desarrollo de la ciencia, sino también mostrar cuál fue la naturaleza de los problemas científicos en cada época y el modo en que éstos problemas aparecen conectados con las necesidades y exigencias de los individuos y sociedades involucradas en la cultura del momento.

Bibliografía

CHALMERS, A. F. (1994), *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?*, Madrid, Siglo XXI.

KUHN, T. S. (1975), *La estructura de las revoluciones científicas*, México, Fondo de Cultura Económica.

ZAMBRANO, A. C. (2000), *Relación entre el conocimiento del estudiante y el conocimiento del maestro en las ciencias experimentales*, Cali, Conciencias, Universidad del Valle.