

La historia y el laboratorio de química. Una aproximación didáctica

JORGE ELIÉCER MORENO RAMÍREZ*

Presentación

La resistencia y desinterés para desarrollar las actividades de la clase de química, pueden atribuirse a un problema didáctico originado en la educación tradicional, que se legitima desde los textos escolares, los cuales promueven una enseñanza de transmisión-recepción-repetición y una versión tergiversada de la ciencia, produce que desde la investigación en didáctica de las ciencias, se estudie la confiabilidad de los textos y la versión de ciencia que éstos promueven (Moreno et. al., 2010: 612). En este trabajo se propuso el uso de la historia de las ciencias y la epistemología como antecedentes o referentes teóricos para la elaboración de la planificación curricular, puesto que estos componentes permiten repensar la forma en que se enseñan los modelos de la química en la educación secundaria.

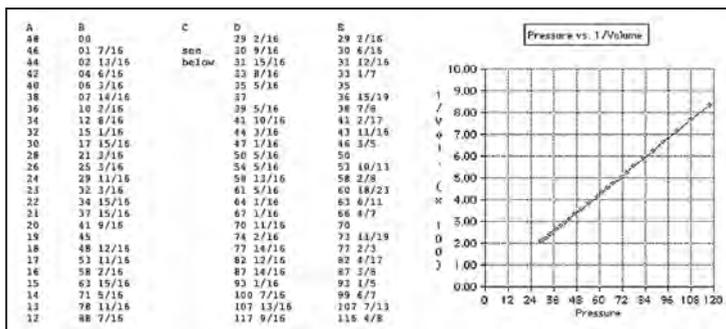
Para desarrollar la propuesta se elaboró una unidad didáctica fundamentada en algunos aspectos históricos y epistemológicos, con los que se construyó el modelo de Boyle–Mariotte en 1662 (detalles del mismo se observan en la figura 1); los conceptos obtenidos de la indagación para elaborar la unidad, aportaron los elementos para la construcción de una guía práctica para que los estudiantes de grado décimo participen activamente en el desarrollo de la clase y en la construcción de un modelo de química escolar, utilizando para ello conceptos emplea-

* Magíster en Docencia de la Química, Universidad Pedagógica Nacional. Correo electrónico: jor_el534@yahoo.es

dos en la época en que estos científicos formularon la explicación de la relación del volumen y la presión a temperatura y cantidad constante de una sustancia.

El modelo escolar puede ser comparado y extrapolado al modelo de la ciencia erudita (Galagovsky & Adúriz-Bravo, 2001: 231) de tal forma que el estudiante logre establecer similitudes entre un modelo y otro, que le permita comprender y aprender el conocimiento científico, advirtiendo las limitaciones propias de este tipo de actividades, de aprender a elaborar los modelos científicos.

Figura 1. Detalles del trabajo realizado por Robert Boyle en 1662



Fuente: <http://web.lemoyne.edu/~giunta/paperabc.html>

La unidad didáctica, la historia y la epistemología como alternativa didáctica

La experiencia expuesta en este artículo se desarrolla con estudiantes de grado décimo, cuyas edades están entre los 15 y 20 años, pertenecientes en su gran mayoría a los estratos 1 y 2 que habitan en los barrios vecinos del Colegio Arbo- rizadoradora Alta IED. La actividad pedagógica de la institución se caracteriza por:

- 1) La acción didáctica es de tipo tradicional, donde el profesor explica los temas basándose fundamentalmente en la teoría, a su vez los estudiantes toman una actitud pasiva limitándose a tomar apuntes sobre lo que dice el profesor en clase, para intentar repetirlo en las exámenes elaborados en papel y lápiz, que se aplican a discreción del educador, o en las evaluaciones trimestrales de carácter obligatorio, determinadas por el Sistema Institucional de Evaluación Educativa –SIEE– del colegio.
- 2) En el aula predomina la actitud negativa por la asignatura, no atienden las explicaciones y hay poco interés por desarrollar las actividades propuestas

en clase y extra-clase, en algunos casos, cuando varios estudiantes presentan algún trabajo se evidencia que son copiados de otro compañero que sí hizo la tarea, o la presentan con la coacción de la calificación.

- 3) Los resultados al final del periodo son de bajo rendimiento académico para la mayoría de los estudiantes.
- 4) Un porcentaje importante de estudiantes presenta dificultades para seguir instrucciones y trabajar en equipo.
- 5) Constantemente piden que les den *hora libre*.
- 6) Desde la planificación curricular, los modelos de la química se enseñan a partir de textos escolares sin mayor análisis didáctico, histórico ni epistemológico.

Para abordar el problema se planteó como posible causa la didáctica, originada en la educación tradicional, que promueve una enseñanza de transmisión-recepción-repetición, que tiende a desestimular el aprendizaje, ya que el educando se esfuerza en memorizar ejercicios que no comprende muy bien, tratando de repetirlos en las pruebas de lápiz y papel, con resultados que generalmente no son buenos, a pesar del esfuerzo realizado para ejecutar el procedimiento explicado por el profesor.

La discusión de esta problemática que se viene dando en el interior de las áreas, en el entorno y en los colegios, en general, hace que surja una preocupación: ¿Cómo hacer que la actividad didáctica favorezca la actitud de los estudiantes para mejorar el aprendizaje de la química? Como respuesta a la inquietud planteada, se propone una estrategia didáctica en que el estudiante tenga un papel activo en el proceso enseñanza-aprendizaje y así favorecer un cambio de actitud para comprender y aprender los modelos de la química. Para el desarrollo de la propuesta se acuden a la historia y a la epistemología, como fuentes de consulta para establecer algunos aspectos con los cuales se construyeron los modelos científicos. Con la información recogida se diseña una *unidad didáctica escolar* –UDE en adelante–, estrategia constructivista que se emplea, para dar respuesta a las inquietudes de los profesores de qué y cómo enseñar (García & Garrita, 2006: 112).

Para elaborar la estructura de la UDE se tomaron los siguientes componentes: “Análisis didáctico; Selección de objetivos, Estrategias didácticas y Selección de estrategias de evaluación” (Sánchez & Valcárcel, 1993: 35), a la propuesta de estos autores se añade el análisis epistemológico e histórico, ya que estos aspectos, posibilitan una interpretación más adecuada y precisa para el diseño de la UDE, por cuanto la historia y la epistemología permiten conocer la forma como elaboran los modelos las comunidades científicas, que encauzan al profesor en

el diseño de estrategias prácticas, para que los estudiantes traten de elaborar un modelo escolar, utilizando materiales de fácil obtención y utilizando conceptos que fueron empleados en la construcción original del modelo científico.

Este tipo de actividades permite que el estudiante participe activamente en el proceso educativo, ya que debe construir un modelo escolar de forma práctica y que se acerque a una forma más amena al conocimiento científico, contribuyendo a una versión de ciencia que desmitifica a los científicos y a su actividad, con una concepción acorde con las corrientes epistemológicas aceptadas actualmente (Moreno et. al., 2010: 623).

Para desarrollar la UDE se realiza la indagación de cómo y porqué se construyó el modelo de Boyle-Mariotte, el cual explica la relación entre el volumen de un gas y los cambios de presión a temperatura y cantidad de sustancia constante. Para ello se acude a documentos históricos obtenidos en la Web y a revistas especializadas en didáctica de las ciencias, que muestran el camino que condujo a los resultados obtenidos por Boyle, con el fin de diseñar preguntas como elementos que introduzca a los estudiantes en el tema, para elaborar una guía escolar que no reproduce la técnica realizada por Boyle–Mariotte, pero que sí fundamenta una metodología que los estudiantes puedan utilizar en la elaboración de un modelo de carácter escolar, similar al elaborado por estos científicos.

La estrategia didáctica se fundamenta en las siguientes fases metodológicas:

1) Indagación

Se pregunta desde el punto de vista histórico, cómo se originó el modelo, cuáles fueron los recursos, los conceptos y la estrategia que en 1662 Boyle, por su cuenta y Mariotte por la suya, llegaron a las conclusiones que enseñan hoy día en las clases de química;

2) Construcción

Con la información recogida en la fase 1, se elabora la unidad didáctica que contiene los siguientes puntos: 1) Análisis conceptual. 2) Análisis epistemológico e histórico. 3) Análisis didáctico. 4) Selección de objetivos. 5) Evaluación.

3) Aplicación

En esta fase se elabora una guía de procedimientos (Tabla 1) para que sea resuelta por el estudiante con la asesoría del profesor; en esta etapa los estudiantes construyen el modelo científico escolar. Para el desarrollo de la

actividad con los estudiantes, se elabora la siguiente secuencia lógica: 1) Se introduce el tema, se hacen preguntas relacionadas con fenómenos cotidianos con el fin de ser explícito sobre el conocimiento que tienen acerca de lo que se quiere enseñar. 2) Se propone una hipótesis. 3) Se somete a una verificación en el laboratorio. 4) Se construyen las conclusiones (gráficos y fórmula). 5) Se compara con el modelo propuesto (Boyle–Mariotte).

4) Evaluación

Se establecen y se comparan similitudes o desacuerdos que se hallan presentado entre el modelo elaborado por los estudiantes y el modelo científico.

Tabla 1. Guía de trabajo Colegio Arborizadora Alta.

Guía de procedimientos.
COLEGIO ARBORIZADORA ALTA. IED
ÁREA DE CIENCIAS NATURALES Y EDUCACIÓN AMBIENTAL.
QUIMICA

GRADO DÉCIMO
TEMA: El comportamiento del volumen de un gas cuando cambia la presión a temperatura y cantidad de sustancia constante.
LOGRO: Diseñar un modelo escolar que muestre el comportamiento del volumen de un gas (aire atmosférico) cuando cambia la presión a temperatura cantidad de sustancia constante

MATERIALES	REACTIVOS
Una jeringa de 10 ml Un soporte universal Un pinza para bureta 6 diferentes pedazos de ladrillos con diferente masa (tenga en cuenta que estos pedazos deben estar sobre el émbolo de la jeringa) Pistola de silicona	Ninguno

Cuanto sabemos de los gases: en una hoja discuta las siguientes cuestiones y expóngalas al grupo

- Es correcto decir que cuando no prende la estufa, el cilindro de gas propano está desocupado
- Cómo se pone el gas dentro del cilindro
- Si en un recipiente cerrado se pone un gas y se aumenta la presión sobre él, el volumen aumenta o disminuye. Explique su respuesta.

VAMOS A TRABAJAR
Siga el siguiente flujo grama de acuerdo con la numeración que aparece en cada cuadro. No continúe con la guía hasta que no esté seguro de haber concluido el paso que está desarrollando.

1

2

3

4

5

10

9

8

7

6

11

12

Realice el montaje de la figura 1

Halle el área del émbolo de la jeringa en m^2 .

Halle el inverso del volumen y construya una gráfica $P \times V \times 1/V$

Con los datos Construya una gráfica de $V_{n+1} \times V \times P_n$

Halle la pendiente de la recta trazada

Responda el cuestionario con el grupo de trabajo

Halle el peso en Pa de cada trozo de ladrillo.

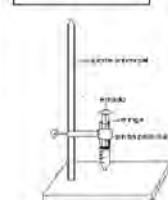
Mida el nuevo volumen y Complete la tabla de datos.

Complete la tabla de datos Figura 2

Coloque uno a uno los trozos de ladrillo de menor peso a mayor peso sobre el émbolo

Realice la conversión de la presión atmosférica de Bogotá a Pa. Esta es la presión inicial

Llene la jeringa con aire hasta la marca 10 mL. Este es volumen inicial



Trozo de ladrillo	Peso (Pa)	Volumen (mL)
1		
2		
3		
4		
5		

Fig. 1 montaje

Fig. 2. Tabla de datos.

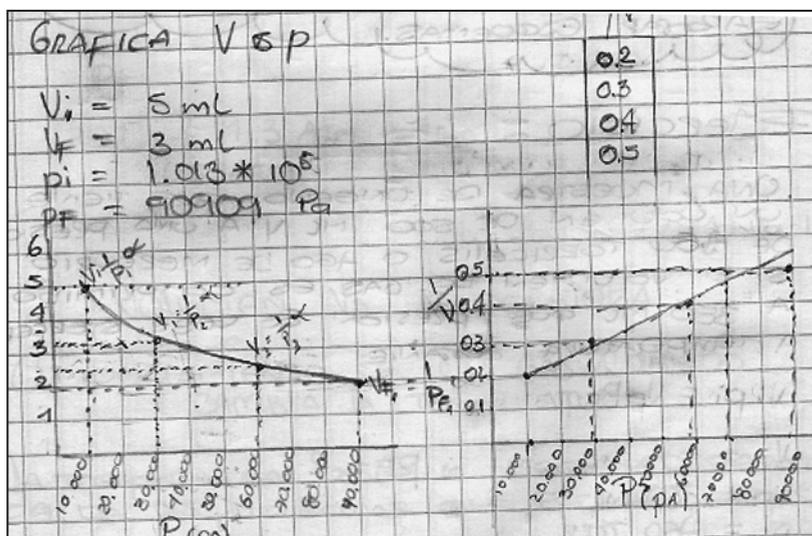
Notas:
 $1 \text{ Pa} = \text{N/m}^2$
 $g = 9.8 \text{ m/s}^2$
 $1 \text{ m}^2 = 10.000 \text{ cm}^2$
 Presión atmosférica en Bogotá es 0.737 atm, aprox.
 $1 \text{ Pa} = 9.869 \times 10^{-6} \text{ atmósferas (atm)}$

Resultados

Para el análisis de la experiencia se tienen en cuenta los cuadernos y las pruebas de papel y lápiz, los cuales permiten establecer la calidad del trabajo elaborado por los estudiantes. Los resultados obtenidos, no obstante de las limitaciones de este tipo de trabajos, evidencian los siguientes aspectos positivos de la experiencia:

- 1) Hubo un cambio de actitud en la mayoría de los estudiantes, se mostraron motivados, participando activamente, concentrándose con mayor facilidad e interés para desarrollar las diferentes actividades.
- 2) Con la orientación adecuada elaboran las gráficas solicitadas, a partir de los datos obtenidos. En la figura 2 se expone el resultado del trabajo de una estudiante de grado 10° en la que se observan dos gráficas. La izquierda muestra la relación entre el volumen en mL y el cambio de presión en Pa a temperatura y cantidad de sustancia constante. La derecha muestra la relación entre el inverso del volumen en mL y el cambio de la presión en Pa a las mismas condiciones. En este resultado se puede apreciar una similitud con el gráfico obtenido de las mediciones de Boyle (figura 2).

Figura 2. Trabajo de un estudiante del grado décimo



Otro aspecto a destacar fue que la mayoría de estudiantes logró solucionar planteamientos cualitativos simples como por ejemplo: Si un gas confinado en un recipiente rígido es sometido a una aumento del doble de su presión inicial,

a temperatura y cantidad de sustancia constante, es de esperarse que el volumen de dicho gas [...]. Igualmente, solucionan ejercicios sencillos donde se aplica la ecuación de Boyle-Mariotte.

Entre las dificultades se pueden enunciar:

- 1) En el análisis y la construcción de un modelo teórico (ecuación de Boyle-Mariotte) acorde con la experiencia realizada y similar al obtenido por Boyle-Mariotte, debido principalmente a la falta de comprensión de conceptos como *inversamente proporcional* y *constante de proporcionalidad*.
- 2) Aunque obtiene la figura de la relación inversa del volumen y la presión, también presentan dificultad para analizar esta correlación, lo que muestra dificultades de tipo matemático, que se debieron establecer en un cuestionario de conceptos previos, con el fin de atacar esta debilidad y obtener mejores resultados en la elaboración del modelo científico escolar.

En el proceso de elaboración del modelo aparecen inconvenientes que permiten evidenciar la presencia de obstáculos epistemológicos, en la elaboración del conocimiento escolar, por ejemplo, problemas para obtener una ecuación que simbolice el comportamiento del gas, para elaborar y comprender el significado matemático de *inversamente proporcional* dificultan la construcción de una ecuación que represente un momento inicial y final del comportamiento del gas estudiado (aire atmosférico).

Igualmente, cuando se les pide a los estudiantes que describan cualitativamente el comportamiento del gas, lo hacen bien cuando se les había explicado con anterioridad el significado de la ecuación y el significado de *inversamente proporcional*, demostrando la importancia de conocer los conceptos previos obtenidos, ya sea por formación escolar o por experiencia (Bacherlard, 1976: 23), y la calidad de los conocimientos que tienen los estudiantes acerca del tema que se quiere enseñar; por lo que es necesario diseñar cuestionarios que permitan aclarar el conocimiento previo de los estudiantes, antes de abordar el tema de forma acrítica y descontextualizada por parte del profesor.

Conclusiones y discusión

Las propuestas de UDE (García & Garrita, 2006; Sánchez et al., 1997) requieren la incorporación del análisis epistemológico e histórico, los cuales facilitan una interpretación más adecuada y precisa para el diseño de una unidad didáctica propuesta en este trabajo, ya que contribuyen con los lineamientos en el dise-

ño de estrategias prácticas para elaborar modelos escolares, logrando que los estudiantes participen activamente en el proceso educativo, contribuyendo a la comprensión y apropiación del conocimiento científico de forma más efectiva en el marco de una versión de ciencia que contribuyan a desmitificar la actividad científica con una versión acorde con las corrientes epistemológicas aceptadas actualmente (Moreno et al., 2010: 623).

El desarrollo tradicional de la clase, donde la exposición oral por parte de los profesores y la falta de actividades prácticas (Mora, 2002: 76; Moreno et al., 2009: 477) para el desarrollo de las actividades de clase, se convierte en un obstáculo para aprender debido a que el esfuerzo de los estudiantes se centra más en la memorización (Mora, op. cit.: 76) de conceptos y temas que no comprende muy bien y que sólo utiliza para responder en las pruebas de papel y lápiz. Es importante que los estudiantes evidencien cómo se puede construir un modelo escolar, en clase que pueda ser asimilado, aceptando las limitaciones de este tipo de trabajos con respecto a los modelos científicos.

Los pre-conceptos de los estudiantes, obtenidos por su relación con el medio o como consecuencia de la enseñanza, son fundamentales para empezar un proceso de enseñanza, puesto que se pueden convertir en obstáculos epistemológicos (Bachelard, 1976: 27) que dificultan el aprendizaje, por lo que se debe diseñar cuestionarios que permitan aclarar el conocimiento previo de los estudiantes, antes de abordar el tema de forma crítica y descontextualizada por parte del profesor (Giunta).

Referencias bibliográficas

- Bachelard, G. (1976). *La formación del espíritu científico*. México: Siglo XXI.
- Galagovsky, L. y Adúriz-Bravo, A. (2001). Modelos y analogías en la enseñanza de las ciencias naturales. *El concepto de modelo didáctico analógico. Enseñanza de las ciencias*. 19 (2): 231-242.
- García, A. y Garrita, A. (2006). Desarrollo de una unidad didáctica: El estudio del enlace químico en el bachillerato. *Enseñanza de las Ciencias*(24) 1: 111-124.
- Giunta del, C. (s.f.). *Classic Chemistry. Lemoyne College*. Obtenido de :<http://web.lemoyne.edu/~giunta/>
- Mora, A. (2002). *Obstáculos epistemológicos que afectan el proceso de construcción de conceptos del área de ciencias en niños de edad escolar. InterSedes. Revista de las sedes regionales*. Universidad de Costa Rica. 3(5), 78-79.

- Moreno, J. E., Gallego, R. y Pérez, R. (2010). El modelo semi-cuántico de Bohr en los libros de texto. Recuperado en septiembre 26 de 2011. *Ciencia y Educação*. v. 16, n. 3, pp. 611-629. <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v16n3/v16n3a08.pdf>. Consult
- Moreno, J., Herreño, J., Giraldo, V., Fuentes, G. y Casas, J. (2009). ¡¡Estequiometria visible!! Revista *Eureka para la enseñanza y la divulgación de la ciencia*. 6(3), pp. 477-482. Recuperado en septiembre 25 de 2011. http://www.apac-eureka.org/revista/Volumen6/Numero_6_3/Moreno_et_al_2009.pdf.
- Sánchez, G. y Valcárcel-Pérez, M. (1993). Diseño de unidades didácticas en el área de ciencias experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*. 11(1), 33-44.

