

LA QUÍMICA COMO CIENCIA, ¿MENTIRA O REALIDAD?¹⁰

CAROLINA ESPITIA
ANDREA GARCÍA
FLOR MARTÍNEZ¹¹

Introducción

Las comparaciones entre los dominios del conocimiento que se manejan en el aula de clases de un centro de experimentación o laboratorio, de una reunión de la comunidad científica relacionada con el área de química o de una reunión de didactas puede suscitar una de las preguntas más interesantes que podamos manifestar: ¿es la química realmente una ciencia?

Desde un punto de vista educativo, este cuestionamiento sirve para ayudar a comprender y orientar la idea que se maneja respecto a la química, así como las posibilidades de socializarla. Por tal razón, en este trabajo se presentan algunas consideraciones acerca del por qué puede ser considerada la química como una ciencia experimental.

La visión inicial

Antes de indagar por la caracterización de la química como ciencia es pertinente mostrar como punto de partida las consideraciones más usuales que se hacen respecto de la ciencia. Qué es la ciencia? Para la mayoría de la gente (es decir, aquella que no se encuentra involucrada en el riguroso trabajo de una comunidad científica) esta pregunta suena a retórica, porque se sobreentiende que la respuesta es bien conocida: la ciencia es eso que hacen los "hombres de ciencia", lo que nos permite "conocer científicamente la realidad", tal y como es.

Es aquella actividad que ha permitido lograr avances como viajes a la Luna o a Júpiter; análisis del código genético y; muy probablemente, la producción de fármacos o medicamentos contra el cáncer o el sida.

De igual forma, resulta bastante interesante analizar el hecho de que los científicos no responden siempre de la misma manera a la pregunta qué es ciencia. Unos afirmarán que la ciencia es una sis-

¹⁰ Ensayo presentado en el seminario de Pedagogía y didáctica, junio 2003.

¹¹ Estudiantes de Departamento de Química de la Universidad Pedagógica Nacional

tematización de hechos observados o experimentados; otros, que las ciencias son simplemente modelos útiles para ser arrojados sobre las cosas reales, como se arrojan las redes sobre el mar, a fin de pescar la mayor cantidad posible de peces. Los científicos, sin embargo, no tienen por qué estar en condiciones de responder a la pregunta, por ejemplo, un matemático en cuanto tal, no está en mejores condiciones de responder a la pregunta ¿qué es la biología? de lo que pueda estarlo un historiador. ¿Qué es la ciencia? es una pregunta genuinamente filosófica. De ahí la dificultad para establecer una respuesta única.

La química como ciencia experimental

Es preciso aclarar que, en efecto, consideramos la química como una ciencia experimental, teniendo en cuenta que posee un determinado objeto de estudio, una serie de teorías que la sustentan y el manejo de un lenguaje científico constituido por una serie de conceptos de tipo métrico en su mayoría.

Además, en el campo específico de la química se ha llevado a cabo todo un proceso investigativo con el ánimo de ayudar a interpretar los fenómenos y permitir la predicción del comportamiento de sistemas químicos bajo condiciones específicas impuestas por el entorno circundante y al mismo tiempo establecer las adecuadas correlaciones entre conjuntos bien definidos de datos experimentales y cálculos teóricos. Pero no solamente estos factores son los que llevan a pensar en la química como ciencia, pues también debido a lo complicado de los sistemas químicos, al proceso de construcción de modelos que puedan explicar el fun-

cionamiento de estos sistemas a partir de una interpretación preliminar de las características del sistema objeto se puede llegar a comprender otro factor que permite incluir a la química dentro de la categoría de ciencia. Este factor hace alusión al tipo de explicación que hace la química de los fenómenos involucrados en ella.

Explicación científica

En este sentido se podría hacer el planteamiento de que los comienzos de la química están ligados, entre otros aspectos, a los ideales de la ilustración, a la confianza en la ciencia como eje del progreso de la humanidad y, en lo que para el caso interesa, a la creencia de que los fenómenos pueden ser explicados a partir de una ciencia natural. El positivismo y posteriormente el empirismo crearon las bases de la química como ciencia.

Esta visión naturalista de las ciencias, en la que se cree en la explicación, entendiéndose este concepto como una variedad de razonamientos que incluyen leyes cubrientes o generales. Es decir, en un sentido ambiguo, podemos decir que hay muchas maneras de explicar, pero, siendo rigurosas dentro del contexto de la química como ciencia, se sostiene que explicar es una manera concreta de razonar con características muy específicas, donde el concepto de ley general es de extrema importancia. Pero, entonces, ¿cuáles son las características de la explicación científica?

1. Explicar es responder a la(s) pregunta(s) ¿por qué?
2. La explicación consta de un explanándum y un explanans, que es necesario distinguir de los términos explicándum y explicans, que se reservan

para el ámbito de la explicación de significado y análisis.

3. El explanandum es un enunciado que describe el fenómeno a explicar (es una descripción y no el fenómeno mismo).
4. El explanans consta de al menos dos conjuntos de enunciados utilizados con el propósito de dilucidar el fenómeno:
 - 4.1. Por una parte, enunciados que formulan condiciones antecedentes indican condiciones que se manifiestan antes de la aparición del fenómeno que se va a explicar.
 - 4.2. Por otra, enunciados que representan leyes generales.
5. El fenómeno en proceso de explicación será explicado demostrando que se produjo de acuerdo con las leyes generales (4.2) y en virtud de las condiciones antecedentes especificadas (4.1).
 - 5.1. Así, la pregunta ¿por qué sucede el fenómeno? se transforma en la pregunta ¿de acuerdo con qué leyes generales y qué condiciones antecedentes se produce el fenómeno?
6. La explicación también puede formularse respecto a leyes generales. Es decir, la explicación de una regularidad general puede subsumirse dentro de otra regularidad más inclusiva (una ley más general). Dicho de otra manera, las leyes generales son cubrientes, ya que pueden subsumir otras leyes o un conjunto de hechos.
 - 6.1. Ejemplo: la validez de la ley de Galileo sobre la caída de los cuerpos en la superficie terrestre puede explicarse a partir de un conjunto más inclusivo de leyes, tales como las del movimiento y de la gravedad de Newton y de otros enunciados acerca de hechos particulares como los referidos a la masa y al radio terrestre.

El falsacionismo

Por otra parte, considerando los mismos procesos teóricos a los que ha sido sometida la química para su aceptación dentro de una comunidad científica, se tiene en cuenta otro factor que permite caracterizarla como una ciencia; por ejemplo, remitiendo a la historia de la química y sus primeros avances se puede hacer mención de la teoría del flogisto que tuvo que ser sometida a varias modificaciones antes de ser sustituida por otra teoría totalmente diferente, pero aceptada hasta el momento.

Con este ejemplo lo que se quiere mostrar es que la química como ciencia experimental y bajo la visión de Popper puede ser sometida al proceso de falsación.

Es claro que Popper (1962) también se preocupó del problema de qué área del conocimiento puede ser considerada una ciencia. Según la propuesta de Popper, las teorías hacen parte de una ciencia, pero una teoría es potencialmente una teoría científica si y solo si existen posibles observaciones que puedan falsarla (refutarla).

Según Popper, Hume tenía razón en que la inducción no puede fundar verdaderamente la ciencia. Es decir, supongamos que vemos un cisne con cuello negro, luego vemos otro y otro, entonces se puede tener la tentación de decir: "todos los cisnes tienen el cuello negro". Se ha hecho una generalización o inducción tendiente a darle el carácter de ley general. Sin embargo, aun cuando se vean muchos cisnes negros (y este es el punto), nunca se podrá tener certeza de que nuestra siguiente observación confirme la pretendida ley "todos los cisnes tienen el cuello negro".

Frente a esto, Popper señala que la expresión "Todo A es B" tiene como juicio contradictorio la expresión "Algún A no es B". Es decir, si bien el juicio "Ningún A es B" es opuesto a "Todo A es B", lo que refuta la expresión desde un punto de vista lógico es "Algún A no es B".

Para el ejemplo del cisne, dice Popper, no hay que proceder como los científicos que tratan de probar su teoría capturando un cisne y observando si tiene el cuello negro, con el propósito de decir que se ha confirmado la teoría. Al contrario, lo que hay que buscar son los casos anómalos, aquellos que no cumplen con el enunciado de la ley. Si se encuentra ese caso, entonces la teoría no es cierta. Pero ¿qué pasa si no se encuentra? Entonces es probable que la teoría sea cierta, pero nunca se estará seguro de que esa sea la verdad absoluta.

Es esta última idea la que más adeptos tiene, la propuesta popperiana, de la que también se extraen consecuencias para la química. Son estas, como las consecuencias emanadas de la explicación científica y el empirismo lógico, las que motivan a reflexionar en esta disciplina en particular y en las ciencias en general.

La ciencia en el aula

Ahora bien, en el momento que se considera la química como una ciencia experimental se decide hacer una diferenciación entre la química elaborada en una comunidad científica y la química presentada en el aula.

Mientras la primera puede ser considerada una construcción perfectible y contextualizada históricamente de modelos científicos (ciencia erudita),

la segunda generalmente resulta ser la explicación de una serie de modelos científicos simplificados y descontextualizados, presentados a un grupo de estudiantes con la apariencia de "verdad absoluta" (ciencia escolar).

Sin embargo, aunque en las décadas anteriores a 1980 la Enseñanza de las Ciencias se centraba en la adquisición de conocimientos científicos, con el fin de familiarizar a los estudiantes con las teorías, conceptos y procesos científicos, en las décadas del ochenta y el noventa la orientación (sobre todo en la educación secundaria) se ha modificado y trataron de introducirse en el currículo componentes que orientaran la enseñanza de las ciencias hacia aspectos sociales y personales del propio estudiante. Muchas de las reformas de estas décadas intentaron conseguir la denominada alfabetización científica de los futuros ciudadanos. En este sentido se sitúan muchas de las nuevas tendencias; las relacionadas con el movimiento ciencia, tecnología y sociedad; incorporación de contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales; la programación de los temas transversales y todas aquellas que ponen el énfasis en una ciencia para todos o en la alfabetización científica y tecnológica como parte esencial de la formación básica de todos los ciudadanos.

Dicha alfabetización científica significará que la gran mayoría de la población dispondrá de los conocimientos científicos y tecnológicos necesarios para desenvolverse en la vida diaria, ayudar a resolver los problemas y necesidades de salud y supervivencia básicos, tomar conciencia de las complejas relaciones entre ciencia y sociedad y, en definitiva, considerar la ciencia como parte de la cultura de nuestro tiempo.

Otra visión de la Enseñanza de las Ciencias, como se afirmó al principio, es tener como objetivo prioritario el que los estudiantes sepan fundamentalmente las leyes y las teorías científicas que supuestamente se ven más necesarias para la formación de científicos. La tradición colombiana respecto a la finalidad de la enseñanza de las diferentes disciplinas científicas en secundaria era la de preparar a los estudiantes para ir a la universidad. Se trataba de imprimir a la enseñanza de las ciencias una única función básica exclusivamente propedéutica, es decir, de estudios preliminares para la adquisición de nivel o base científica. Un gran número de profesores de ciencias piensa que su objetivo es formar futuros científicos, como se ha venido haciendo hasta ahora; es decir, una visión transmisionista, empobrecida, de la ciencia, centrada en los contenidos, sintiéndose preocupados por el nivel con que llegan sus alumnos y enseñando en función del curso siguiente. Asumen el papel de seleccionador de estudiantes, pues piensan que la ciencia es algo difícil, que no todos los estudiantes pueden comprender, sino sólo aquellos que tienen unas cualidades determinadas, contribuyendo así a la visión elitista de la ciencia. Por otro lado, esta idea favorecería una visión del currículo en la que prima la extensión sobre la profundidad, ya que será necesario saber mucho sobre física y química -cuanto más, mejor-, lo que se convierte en un obstáculo para profundizar debidamente en los temas.

Además, como el objetivo de la enseñanza está centrado en el aprendizaje de conceptos y leyes científicas, no es posible tener en cuenta los intereses de los estudiantes ni de la sociedad.

En los años noventa, la reforma educativa propuesta en nuestro país, más acorde con los avances

de la investigación didáctica, propone eliminar las barreras discriminatorias a la población escolar y la alfabetización científica y tecnológica de los alumnos, cuestionando, por tanto, la función exclusivamente propedéutica de la enseñanza de las ciencias en secundaria (para que las nuevas orientaciones puedan ir asumiéndose en la práctica son necesarios recursos y un trabajo continuado, que permita que cada profesor pueda contar con el seguimiento y el apoyo necesarios).

Problemas del aula relacionados con la enseñanza de la química como ciencia

Desmotivación, falta de interés de los estudiantes y fracaso sistemático de un tipo de alumnado, todo ello vinculado a problemas sociales y problemas educativos. Y todos estos problemas (y algunos más) han originado el malestar del profesorado de secundaria.

Hay un bajo interés de los estudiantes hacia el aprendizaje de las ciencias, en especial, hacia la química y la física. Se está produciendo un abandono del estudio de las ciencias que también se ha detectado en otros países (En el Reino Unido el número de estudiantes de secundaria que eligen química se ha desplomado en un 70%, de unos 205.000, en 1989, a 62.000, en 1991. En los Estados Unidos, a finales de los ochenta, 7.100 institutos no tenían cursos de física y 4.200, de química.

Esta tendencia se está notando también en otros países en los que están teniendo lugar reformas educativas que aumentan la optatividad. Así, en Colombia se viene observando una disminución del alumnado en las asignaturas optativas de ciencias

en el último curso de secundaria obligatoria; incluso se ve con preocupación que las asignaturas no son elegidas ni por los alumnos que luego iniciarán un bachillerato de ciencias. También se ha observado que el número de alumnos que escogen bachillerato de ciencias se ha reducido, aumentando el de los que eligen el de humanidades y ciencias sociales.

¿Es posible solucionar los problemas de la enseñanza de las ciencias en el aula?

En general, los estudiantes no están interesados por el estudio de la química. Con la introducción de tantos contenidos y con un incremento del operativismo matemático y un alejamiento de la "ciencia del mundo real" no se cree que se ayude a resolver el problema.

Es necesario pensar que las modificaciones curriculares en las que existe la vuelta a un currículum enciclopédico, la incorporación de muchos contenidos conceptuales, con mayor formalidad matemática, es un alejamiento de las aportaciones de la investigación didáctica que recomienda la aproximación cualitativa como paso previo hacia la consecución de un aprendizaje adecuado en una etapa obligatoria. Estas medidas no ayudarán a que se aprendan mejor ni a que se elijan más las disciplinas científicas en secundaria.

No se entiende cómo algunos cambios propuestos respecto a la enseñanza de la química van a lograr mejorar el aprendizaje de nuestros alumnos, mejorar sus actitudes, aumentar su interés hacia el estudio y avanzar en la consecución de uno de los objetivos más consensuados de la educación científica: la alfabetización científica y tecnológica de todas las personas, para que sepan desenvolverse en un mundo como el actual, con la inclusión de aspectos que relacionan al estudiante con la sociedad y el entorno, avanzando de esa forma en la consideración de la ciencia y la tecnología como parte de la cultura actual.

El valor formativo de la Química (y de la Biología, la Física y la Geología) está en recitar definiciones y aplicar fórmulas, para lo que será necesario un método basado en el aprendizaje memorístico y, por otra parte, en etiquetar a los estudiantes (echar cuanto antes de las clases de química a los que no vayan a dedicarse a las ciencias o a la ingeniería).

BIBLIOGRAFÍA

- CASTRO, E. A. (1992) "El empleo de modelos en la enseñanza de la química". *Enseñanza de las Ciencias*, volumen 10, número 1, 73-79.
- BOYD, R. 1991 (1993). Hempel, Carl. 1965 (1988). *La lógica de la Explicación*. pp. 247-253. *La Explicación Científica*. Editorial Paidós. Barcelona.