

Comprensión de futuro profesorado de ciencia del *concepto de teoría científica* a partir de la controversia Pasteur-Liebig sobre la fermentación

García-Carmona, A., *Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales, Universidad de Sevilla, España.*
 Acevedo-Díaz, J.A. *Inspector de Educación jubilado, Huelva, España.*

Objetivos

Se presentan los resultados del aprendizaje logrado por estudiantes de profesorado de ciencia (Física y Química) sobre el **concepto de teoría científica**, en el contexto de la controversia entre Pasteur y Liebig relativa al fenómeno de la fermentación. El texto de la controversia se incluye en Acevedo-Díaz y García-Carmona (2016a).

Los resultados obtenidos se derivan de un análisis orientado por las siguientes preguntas de investigación:

- (i) **¿Qué concepciones muestran los estudiantes sobre el concepto de teoría científica tras una primera lectura de la narración?**
- (ii) **¿Qué evolución de sus concepciones manifiestan después de la puesta en común en clase?**

Marco Teórico

- ✓ La historia de la ciencia (**HDC**) es un recurso idóneo para aprender sobre naturaleza de la ciencia (**NDC**) (Abd-El-Khalick y Lederman, 2000; Irwin, 2000).
- ✓ Una enseñanza efectiva de la NDC debe plantearse de manera explícita y reflexiva (McComas, 2008; Rudge y Howe, 2009) → gran interés las **controversias** que han mantenido los científicos, a lo largo de la historia, en la construcción de teorías científicas sobre determinados fenómenos.
- ✓ Una controversia científica es una disputa pública sobre un asunto significativo de la ciencia de difícil resolución (McMullin, 1987), que requiere de la intervención de la comunidad científica con argumentos *científicos* (validez y fiabilidad de los experimentos, coherencia de los modelos, capacidad explicativa de las teorías científicas, etc.) y *sociales* (rasgos de personalidad de los científicos, presiones institucionales, influencias políticas, rivalidades nacionales, etc.) (Acevedo-Díaz y García-Carmona, 2016a, b).
- ✓ El uso didáctico de la HDC para aprender sobre NDC requiere:
 - Adaptar la narración al contexto escolar mediante la selección de fragmentos que simplifiquen los hechos históricos (Acevedo, García-Carmona y Aragón, 2016).
 - Cuidar que las omisiones no conduzcan a una pseudohistoria (Allchin, 2004).
 - Evitar dar una visión mítica de los científicos (Numbers y Kampourakis, 2015), tales como enfatizar unos aspectos, minimizar otros u omitir los errores y fracasos (Allchin, 2003), para no transmitir una imagen deformada de la ciencia (Forato, Martins & Pietrocola, 2011).
 - Incluir palabras de los científicos para resaltar el lado humano de la ciencia y mostrar autenticidad a las ideas de NDC que ilustran (Clough, 2011).
 - No promover una interpretación anacrónica del pasado, que exagere la importancia de su contribución a la ciencia contemporánea, sino analizar la ciencia en el contexto social del momento histórico y los factores contingentes de su desarrollo (Monk y Osborne, 1997).

Metodología

Participantes	Fases de Implementación	Análisis mediante rúbrica
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Grupo-clase de estudiantes de la especialidad de Física y Química del Máster Universitario en Profesorado de Educación Secundaria. ▪ Los estudiantes se organizaron en parejas, formándose un total de 8 grupos (G1,..., G8). 	<ul style="list-style-type: none"> (i) Lectura del texto de la controversia histórica y respuestas a la cuestión: De acuerdo con lo que has leído en el texto, ¿cómo explicarías qué es una teoría científica? (ii) Puesta en común mediante la discusión entre todos los grupos de sus respuestas, con ayuda del profesor; y (i) Conclusiones finales de los grupos, que se concretaron en una reelaboración de sus respuestas iniciales. 	<p>Nivel 4^(*)</p> <p>Se citan las cuatro razones siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) <i>Las teorías científicas son explicaciones de los fenómenos naturales.</i> (ii) <i>Las leyes y teorías científicas son conocimientos científicos diferentes; por tanto, ambas tienen distinto estatus epistemológico y no guardan una relación jerárquica.</i> (iii) <i>La validez de una teoría científica se determina por consenso en la comunidad científica tras muchas comprobaciones.</i> (iv) <i>Uno de los rasgos de las teorías científicas es su provisionalidad.</i> <p>(*) Para los demás casos, y tomando el Nivel 4 como referente máximo, los restantes niveles de respuestas se establecen como sigue:</p> <p>Nivel 3: Se citan tres razones de las descritas en el Nivel 4. Nivel 2: Se citan dos razones de las descritas en el Nivel 4. Nivel 1: Se cita una razón de las descritas en el Nivel 4. Nivel 0: No se cita ninguna razón, o las que se dan son inconsistentes con las descritas en el Nivel 4.</p>

Resultados

Respuestas tras la lectura inicial	Respuestas tras la puesta en común	Evolución de la comprensión																											
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Los grupos mostraron un nivel de comprensión generalmente bajo. ✓ Ningún grupo alcanzó el nivel máximo. ✓ Seis grupos emitieron respuestas clasificadas con nivel 1, y solo dos grupos lograron, respectivamente, los niveles 2 (G6) y 3 (G4). ✓ La razón más citada en las respuestas iniciales fue que las teorías científicas son explicaciones de los fenómenos naturales (6 de los 8 grupos), mientras que la menos citada fue el carácter provisional de las teorías científicas (2 de los 8 grupos). ✓ Ninguna respuesta hizo alusión a que las leyes y teorías científicas son conocimientos científicos diferentes. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Todos los grupos mejoraron su comprensión, excepto G7. ✓ Los G8 y G5 fueron los que más mejoraron, aumentando su comprensión en dos y tres niveles respectivamente. ✓ En el resto de grupos la evolución fue de un solo nivel, aunque unos (G4 y G6) partían de niveles de comprensión más altos que otros (G1, G2 y G3), con lo cual el margen de mejora que tenían era menor. ✓ La razón más citada en las respuestas finales continuó siendo que las teorías científicas son explicaciones de los fenómenos naturales (7 de los 8 grupos). ✓ Se duplicaron (pasando de 3 a 6 grupos) las citas a que la validez de una teoría se determina por consenso de la comunidad científica tras muchas comprobaciones. ✓ Se hizo alusión (3 grupos) a que las leyes y teorías científicas son conocimientos epistemológicamente distintos (poder descriptivo vs. poder explicativo). 	<p><i>Concepción de teoría científica</i></p> <table border="1"> <caption>Data for 'Evolución de la comprensión' graph</caption> <thead> <tr> <th>Grupo</th> <th>Nivel inicial</th> <th>Nivel final</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>G1</td><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td>G2</td><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td>G3</td><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td>G4</td><td>3</td><td>4</td></tr> <tr><td>G5</td><td>1</td><td>4</td></tr> <tr><td>G6</td><td>2</td><td>3</td></tr> <tr><td>G7</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>G8</td><td>2</td><td>4</td></tr> </tbody> </table>	Grupo	Nivel inicial	Nivel final	G1	1	2	G2	1	2	G3	1	2	G4	3	4	G5	1	4	G6	2	3	G7	1	1	G8	2	4
Grupo	Nivel inicial	Nivel final																											
G1	1	2																											
G2	1	2																											
G3	1	2																											
G4	3	4																											
G5	1	4																											
G6	2	3																											
G7	1	1																											
G8	2	4																											

Conclusiones

- ✓ Se confirma la utilidad didáctica de la lectura reflexiva y crítica de la controversia histórica entre Pasteur y Liebig para mejorar la comprensión de estudiantes de profesorado de ciencia sobre el concepto de teoría científica.
- ✓ Es posible enseñar y aprender sobre este aspecto de NDC eficazmente sin tener que programar intervenciones de enseñanza largas, que dificulten, por falta de tiempo, la implementación de la NDC como un contenido más del currículo de ciencia escolar.
- ✓ Se necesitan más investigaciones para profundizar en la formación del profesorado de ciencia en la NDC.

Referencias

Abd-El-Khalick, F. y Lederman, N.G. (2000). The influence of history of science course on students' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(10), 1057-1095.

Acevedo-Díaz, J.A. y García-Carmona, A. (2016a). Uso de la historia de la ciencia para comprender aspectos de la naturaleza de la ciencia. Fundamentación de una propuesta basada en la controversia Pasteur versus Liebig sobre la fermentación. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 11(33), 203-226.

Acevedo-Díaz, J.A. y García-Carmona, A. (2016b). Rosalind Franklin y la estructura del ADN: un caso de historia de la ciencia para aprender sobre la naturaleza de la ciencia. *Revista Científica*, 27, 302-317.

Acevedo, J.A., García-Carmona, A. y Aragón, M.M. (2016). Un caso de historia de la ciencia para aprender naturaleza de la ciencia: Semmelweis y la fiebre puerperal. *Revista Europea sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(2), 408-422.

Allchin, D. (2003). Scientific myth-conceptions. *Science Education*, 87(3), 329-351.

Allchin, D. (2004). Pseudohistory and pseudoscience. *Science & Education*, 13(2), 179-195.

Clough, M.P. (2011). The story behind the science: Bringing science and scientists to life in post-secondary science education. *Science & Education*, 20(7-8), 701-717.

Forato, T.C.M., Martins, R.A. y Pietrocola, M.A. (2011). Historiografia e natureza da ciência na sala de aula. *Cadernos Brasileiro de Ensino de Física*, 28(1), 27-59.

Irwin, A.R. (2000). Historical case studies: Teaching the nature of science in context. *Science Education*, 84(1), 5-26.

McComas, W.F. (2008). Seeking historical examples to illustrate key aspects of the nature of science. *Science & Education*, 17(2-3), 249-263.

McMullin, E. (1987). Scientific controversy and its termination. En H.T. Engelhardt Jr y A.L. Caplan (Eds.), *Scientific Controversies. Case studies in the resolution and closure of disputes in science and technology* (pp. 49-91). New York: Cambridge University Press.

Monk, M. y Osborne, J. (1997). Placing the history and philosophy of science on the curriculum: a model for the development of pedagogy. *Science Education*, 81(4), 405-424.

Numbers, R.L. y Kampourakis, K. (Eds.) (2015). *Newton's Apple and Other Myths about Science*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Rudge, D.W. y Howe, E.M. (2009). An explicit and reflective approach to the use of History to promote understanding of the nature of Science. *Science & Education*, 18(5), 561-580.