

Desarrollo de reflexiones sobre tentatividad del conocimiento científico en la enseñanza de la biología a través del uso de casos y controversias históricas

Desenvolvimento de reflexões sobre o caráter experimental do conhecimento científico no ensino da biologia através do uso de estudos de caso e controvérsias históricas

Development of reflections on the tentativeness of scientific knowledge in biology teaching using cases and historical controversies

Fabio Andrés Amaya-Martínez¹

Luis-Alfonso Ayala-Villamil²

Álvaro García-Martínez³

Resumen

Naturaleza de la Ciencia (NOS) es considerada un constructo importante en la educación científica en todos los niveles de formación, porque permite comprender qué es y cómo se hace ciencia. Por tal razón, el presente artículo busca identificar cómo se promueven reflexiones sobre Tentatividad del Conocimiento Científico (TdCC) en la enseñanza de la biología a través del uso de casos o controversias históricas. Se realiza un Mapeamiento Informacional Bibliográfico (MIB) que permite la elección de tres documentos que cumplen con los criterios de selección y son analizados por medio de razonamiento inductivo. Se identifica que los recursos históricos (casos y controversias) permiten generar en el estudiantado una concepción auténtica de la ciencia, fomentan el desarrollo de pensamiento crítico, contribuye en la comprensión de aspectos NOS y en el desarrollo de una concepción contemporánea del carácter tentativo del conocimiento científico.

Palabras clave: Tentatividad del Conocimiento Científico, Historia de la Ciencia, Casos y Controversias Históricas, Enseñanza de las Ciencias.

¹ Estudiante de Maestría en Educación en Ciencias, Universidad Distrital Francisco José de Caldas. faamayam@correo.udistrital.edu.co

² Candidato a Doctor en Educación, Doctorado Interinstitucional en Educación-DIE, Universidad Distrital Francisco José de Caldas. luisalfonsoayalavillamil@gmail.com

³Docente Doctorado Interinstitucional en Educación-DIE, Universidad Distrital Francisco José de Caldas. alvaro.garcia@udistrital.edu.co



Abstrato

Natureza da Ciência (NdC) é considerada uma construção importante na educação científica em todos os níveis de treinamento, porque permite compreender o que é ciência e como ela é feita. Por esta razão, este artigo procura identificar como as reflexões sobre a Tentatividade do Conhecimento Científico (ToCC) são promovidas no ensino da biologia através do uso de casos ou controvérsias históricas. Um Mapeamento de Informações Bibliográficas (BIM) é realizado, permitindo a seleção de três documentos que atendem aos critérios de seleção e analisados por meio de um raciocínio indutivo. Se identifique que os recursos históricos (casos e controvérsias) permitem aos estudantes gerar uma concepção autêntica da ciência, incentivar o desenvolvimento do pensamento crítico, contribuir para a compreensão dos aspectos NOS e o desenvolvimento de uma concepção contemporânea da Tentatividade do Conhecimento Científico.

Palavras-chave: Tentatividade do Conhecimento Científico, História da Ciência, Casos Históricos e Controvérsias, Educação Científica.

Abstract

Nature of Science (NOS) is considered an important construct in science education at all levels of training, because it allows understanding what science is and how it is done. For this reason, this article aims to identify how to promote reflections about the tentativeness of scientific knowledge (ToSK) in the teaching of biology through the use of cases or historical controversies. A Bibliographic Information Mapping (BIM) is carried out, which allows the selection of three documents that meet the selection criteria and analyzed by means of inductive reasoning. It is identified that historical resources (cases and controversies) allow students to generate an authentic conception of science, foster the development of critical thinking, contribute to the understanding of NOS aspects and the development of a contemporary conception of the tentative nature of scientific knowledge.

Keywords: Tentativeness of Scientific Knowledge, History of Science, Historical Cases and Controversies, Teaching Science.

Introducción

Generalmente los currículos de ciencias se han centrado en los contenidos conceptuales guiados por la lógica interna de la ciencia, olvidando la propia formación de la ciencia misma, es decir, sobre qué es ciencia, cómo funciona la ciencia interna y externamente, cómo se construye y desarrolla el conocimiento científico, los métodos que usa para la validación de su conocimiento, los vínculos que posee con la tecnología, la naturaleza de la comunidad científica y los aportes de la ciencia a la cultura y progreso de la sociedad (Ryan



y Aikenhead, 1992; Acevedo et al., 2005). Todos estos aspectos establecen a grosso modo lo reconocido como Naturaleza de la Ciencia (Nature of Science, NOS por su acrónimo en inglés).

Así, la comprensión del constructo NOS es un factor estructural en la alfabetización científica (Izquierdo-Aymerich et al., 2016; Ayala-Villamil y García-Martínez, 2022) y en las últimas décadas se ha buscado entre diversos objetivos, que el estudiantado adquiera una comprensión contemporánea de NOS en todos los niveles de formación (Acevedo et al., 2005; Abd-El-Khalick y Lederman, 2000).

Sin embargo, para que el estudiantado pueda comprender NOS se requiere que los docentes también posean concepciones contemporáneas NOS y sepan enseñarlas. Se ha recomendado la incorporación de la Historia de la Ciencia (HC) en la educación científica, con el fin de optimizar la comprensión de ciertos aspectos NOS (Izquierdo-Aymerich et al., 2016).

En síntesis, la HC se plantea como una metaciencia con potencial didáctico para la enseñanza de NOS (Abd-El-Khalick y Lederman, 2000; Matthews, 2015; Izquierdo-Aymerich et al., 2016). No obstante, se ha demostrado que su efectividad requiere plantear de manera explícita y reflexiva a los estudiantes la identificación de aspectos NOS (McComas, 2008; Acevedo, 2009); por ende, son de gran interés los casos y las controversias históricas que ha mantenido la comunidad científica en el desarrollo de conocimiento científico.

Así, los casos históricos son considerados situaciones reales que hacen parte de fragmentos de la HC, dentro de ellos se puede encontrar, un acontecimiento, una variación del espacio-tiempo, un sistema concreto de la realidad, un proceso o una secuencia de acontecimientos ordenados en el tiempo (Díaz et al., 2005); por el contrario, una controversia corresponde a una discusión de opiniones contrapuestas (Pabón et al., 2015), que implica la intervención de la comunidad científica con argumentos epistémicos (propios de la ciencia) y no-epistémicos, tales como: emociones, rasgos de personalidad, influencias políticas, rivalidades nacionales, entre otras (Acevedo et al., 2016).

Por esta razón, para mejorar la comprensión de los aspectos NOS se debe evitar en el diseño o adaptación de los casos y controversias históricas los elementos propuestos por Allchin (2003), Acevedo-Díaz y García-Carmona (2016).

- Monumentalidad, es cuando los científicos son idolatrados en los relatos históricos; se les muestra genios, solitarios, valientes y casi sobrehumanos ignorando sus defectos, sus malas interpretaciones y errores.



- Idealización, es cuando el diseño de investigación se muestra impecable, y el significado de los datos como una forma simple de empirismo ingenuo, fortaleciendo el mito del método científico universal.
- Dramatismo afectivo, los científicos y la ciencia aparecen triunfantes, por lo general después de una dura lucha.
- Narración explicativa y justificada, el conocimiento científico se muestra exacto, los hechos históricos se informan de tal manera que impliquen que los métodos correctos conducen al conocimiento correcto, mientras que los métodos incorrectos llevan a un conocimiento errado.

Del mismo modo, de acuerdo con Izquierdo-Aymerich et al. (2016), se debe evitar caer en una HC anacrónica, es decir, una historia que interprete el pasado de las ciencias desde una perspectiva y lenguaje actual descontextualizado con la época que corresponde.

Finalmente, la Tentatividad del Conocimiento Científico (de ahora en adelante TdCC) es un aspecto NOS sobre el cual se han realizado reflexiones explícitas en el contexto de la educación científica en diferentes niveles educativos (Ayala-Villamil, 2020). En este orden de ideas, los factores que hacen que el conocimiento científico pueda estar sujeto a cambios a través del tiempo son: la incorporación de nuevas pruebas, posibles gracias a los avances conceptuales y tecnológicos, por el surgimiento de nuevas interpretaciones y explicaciones de la evidencia empírica, por errores potenciales producidos por medidas no estandarizadas, por sesgos de confirmación, por la acumulación del conocimiento, por el conflicto de intereses políticos y económicos en la comunicación de la ciencia o también por la influencia de los cambios en las esferas culturales y sociales (Allchin, 2017; Abd-El-Khalick, 2012; Ayala-Villamil y García-Martínez, 2021; Lederman et al., 2014).

Propósito

Identificar cómo se promueven reflexiones sobre TdCC en la enseñanza de la biología a través del uso de casos o controversias históricas.

Metodología

La metodología se divide en tres etapas:

Etapa 1. Revisión Bibliográfica.

Se realiza un Mapeamiento Informativo Bibliográfico (MIB) para la selección de la información (Molina et al., 2013). Los criterios de búsqueda son: elección de bases de datos (Eric, Scopus, Realy, Scielo y Springer Link), palabras clave (Nature of Science, History of Science, Tentative of Scientific Knowledge, Teaching Science), separación y extracción de los artículos pertinentes para el propósito de la investigación.



Posteriormente, se crea una matriz en una hoja de Microsoft Excel en donde se organizan y clasifican los documentos teniendo en cuenta dirección URL, tipo de documento (revista-libro), nombre del documento, año, autor(es), título, resumen, caso o controversia histórica identificada y la referencia bibliográfica.

Etapa 2. Criterios de selección de los Casos o Controversias Históricas.

A partir del MIB se seleccionan los documentos que cumplan con ser casos o controversias históricas

- adaptadas para la enseñanza de la Biología y con resultados publicados.
- que promueva reflexiones sobre TdCC en la educación escolar en ciencias.

Etapa 3. Análisis de los Casos y Controversias Históricas en el desarrollo de reflexiones sobre TdCC.

Después de seleccionar los documentos que cumplieron con los criterios de la etapa 2, se procede a realizar un análisis emergente mediante un razonamiento inductivo, es decir, se analizará caso por caso cada uno de los aspectos que se presentan en la Tabla 1, con el fin de identificar como se promueven reflexiones sobre TdCC en la enseñanza de la biología.

Resultados y análisis

La Tabla 1 presenta los resultados obtenidos.



Tabla 1. Casos y/o Controversias históricas utilizados en el desarrollo de reflexiones explícitas sobre TdCC en la enseñanza de la biología.

Aspectos a identificar		Casos o Controversias	Semmelweis y la Fiebre Puerperal	Rosalind Franklin y la Doble Hélice del ADN.	La controversia entre Pasteur y Pouchet sobre la generación espontánea.
		Elementos Metodológicos	Población (cantidad-nivel)	Profesores en formación (Pregrado)	
Tiempo de Implementación	4,5 horas		No se menciona	4,5 horas	
Instrumentos	<ul style="list-style-type: none"> • Preguntas para reflexionar a partir de la lectura • Debate • Informe final 		<ul style="list-style-type: none"> • Preguntas para reflexionar a partir de la narración • Debate • Informe final 	<ul style="list-style-type: none"> • Preguntas para reflexionar a partir de la controversia • Debate • Informa final 	
Material Didáctico	Lectura sobre el caso histórico			Lectura sobre la controversia de HC	
Tipo de Actividades	<ul style="list-style-type: none"> • Identificación de ideas previas: en grupos pequeños, por medio de la lectura del caso o controversia. Luego se resolvieron las preguntas. • Actividad de Síntesis: permite introducir aquellas aclaraciones, preguntas que enriquezcan el constructo NOS a partir de debates entre todos los grupos sobre la lectura. • Actividad Transferencia: Matizan, reafirman y reconstruyen sus ideas sobre NOS, mediante la elaboración de un informe escrito en el cual se comparan las ideas iniciales y las posteriores al debate. 				
Resultados Obtenidos	Análisis de la Información	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis de Contenido 			
	Aspectos que se encontraron de TdCC o relacionados con TdCC	<ul style="list-style-type: none"> • El conocimiento científico cambia con el tiempo ya que se pueden realizar experimentos más refinados, usar diferentes metodologías, la aceptación de una teoría no depende exclusivamente de pruebas empíricas y los avances científicos no son inmediatos, vienen precedidos de escepticismo y discusiones en la comunidad científica cuando no se apoyan en las teorías vigentes o las contradicen. 			

La tabla 1 presenta los casos y controversias históricas usados en intervenciones para hacer reflexiones explícitas sobre NOS, TdCC y que son importantes para la enseñanza de la biología en diferentes niveles de formación, ya que permiten identificar un conocimiento científico en biología susceptible a cambios en el tiempo, dada la misma forma como se construye conocimiento científico. Además, el uso de la HC facilita la comprensión de qué es y cómo funciona la ciencia (Abd-El-Khalick y Lederman, 2000; Matthews, 2015), en este caso el conocimiento científico biológico.

Sin duda alguna, es relevante promover en el estudiantado una comprensión contemporánea de algunos aspectos NOS, por esta razón, gracias a la incorporación de la HC a través de recursos como los casos y controversias históricas, se logran ilustrar cuestiones epistemológicas, ontológicas y sociológicas vinculadas a la comprensión NOS (McComas, 2008), situando el contenido de la ciencia en un contexto humano, social y cultural más amplio (Acevedo et al., 2005).

Además de esto, se resalta que un enfoque basado en la HC permite generar en los estudiantes ideas más coherentes de la ciencia y de sus procesos de construcción y validación, pues en ella se identifican cuestiones relacionadas con la forma en que los científicos se enfrentan a sus investigaciones, o el papel que tiene la comunidad científica en la elaboración de sus ideas.

Por otra parte, se resalta el aporte de Acevedo et al. (2017) para promover reflexiones explícitas, que son: (i) organizar a los estudiantes en grupos pequeños, (ii) leer el caso o controversia histórica y dar respuesta a diversas preguntas de NOS por parte de los grupos, (iii) puesta en común, dirigida por el profesor mediante debates en donde todos los grupos presentan sus respuestas, y (iv) relacionar en un informe escrito las respuestas iniciales, las finales y las conclusiones a las que llega cada grupo.

Además, las reflexiones explícitas sobre TdCC a partir de casos y controversias históricas en el desarrollo del conocimiento propio de la biología promueven en los estudiantes de todos los niveles de escolaridad: (I) la comprensión de NOS de una forma contextualizada, pues se identifica que los docentes reconocen que la ciencia puede estar influenciada por contextos históricos, sociales y culturales, (II) la generación de explicaciones sobre el carácter tentativo del conocimiento científico que promueven el pensamiento crítico y toma de decisiones sociocientíficas informadas al considerar varios factores, entre ellos: los errores experimentales en la biología que pueden generar un cambio en el conocimiento, los sesgos en la construcción del conocimiento científico, el uso de experimentos más "refinados" en la ciencia, la influencia de las creencias políticas, económicas, sociales y culturales de cada uno de los científicos, los nuevos análisis sobre los fenómenos naturales que se pueden realizar desde nuevas perspectivas teóricas, (III) y particularmente en los futuros docentes de biología y docentes en servicio, la identificación de elementos para diseñar material didáctico pertinente en la enseñanza de la biología que facilite la comprensión de conceptos disciplinares contextualizados y reflexiones explícitas sobre la biología como producto y como proceso.

Conclusiones

La adecuada incorporación de la HC mediante casos y controversias científicas en los currículos de educación escolar en ciencias se puede realizar por medio de reflexiones



explícitas de TdCC empleando estas narrativas históricas desde una perspectiva de HC deseable para la enseñanza de la ciencia, ya que permite en los estudiantes de biología:

- (i) desarrollar una concepción auténtica de la ciencia reflexionando sobre cómo cambia ésta a través del tiempo y cómo se relaciona con la sociedad y la cultura,
- (ii) facilitar la comprensión de conceptos disciplinares propios de la biología,
- (iii) aporta elementos para el diseño de material didáctico, en particular a los futuros docentes de biología y docentes en servicio,
- (iv) evidencia a la biología como una actividad humana que busca un conocimiento específico a partir de un proceso, es decir, permite una concepción del desarrollo del conocimiento biológico como proceso y como producto.

Así mismo, se resalta que el uso de los casos y controversias históricas de manera crítica, reflexiva y asociadas explícitamente a los aspectos de NOS fomenta en los estudiantes el desarrollo de pensamiento crítico, contribuye considerablemente en la comprensión de aspectos NOS y en la concepción contemporánea del carácter tentativo del conocimiento científico, dejando de lado el cientificismo ideológico e incitando a la reflexión sobre los métodos para hacer ciencia.

Por último, es importante mencionar que para contribuir a la comprensión de los aspectos NOS en la escuela se debe evitar caer en una HC anacrónica, además es fundamental evitar elementos como la monumentalidad, la idealización, el dramatismo afectivo y la narración explicativa y justificada en el diseño y adaptación de las narrativas históricas (casos y controversias).

Referencias

- Abd-El-Khalick, F. (2012): Examining the Sources for our Understandings about Science: Enduring Conflations and Critical Problems in Research on Nature of Science in Science Education, *International Journal of Science Education*, 34: 3, 353-374. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09500693.2011.629013>
- Abd-El-khalick, F., y Lederman, N. (2000). Improving science teachers' conceptions of nature of science: A critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 22(7), 665-701. https://www.researchgate.net/publication/248974984_Improving_Science_Teachers'_Conceptions_of_Nature_of_Science_A_Critical_Review_of_the_Literature
- Acevedo-Díaz, J., y García-Carmona, A. (2016). 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.

http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-00132016000300011

Acevedo-Díaz, J., García-Carmona, A., y Aragón, M. (2016). La controversia Pasteur vs. Pouchet sobre la generación espontánea: un recurso para la formación inicial del profesorado en la naturaleza de la ciencia desde un enfoque reflexivo. *Ciência & Educação* (Bauru), 22, 913-933.
https://www.researchgate.net/publication/311566924_La_controversia_Pasteur_vs_Pouchet_sobre_la_generacion_espontanea_un_recurso_para_la_formacion_inicial_del_profesorado_en_la_naturaleza_de_la_ciencia_desde_un_enfoque_reflexivo

Acevedo-Díaz, J., García-Carmona, A., y Aragón, M. (2017). Historia de la ciencia para enseñar Naturaleza de la Ciencia: una estrategia para la formación inicial del profesorado de ciencia. *Educación química*, 28(3), 140-146.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0187893X16300830>

Acevedo, J., Vázquez, Á., Martín, M., Oliva, J., Acevedo, P., Paixão, F., y Manassero, M. (2005). Naturaleza de la Ciencia y educación científica para la participación ciudadana. Una revisión crítica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las ciencias*, 121-140. <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/3912>

Allchin, D. (2003): "Scientific myth-conceptions", *Science Education*, vol. 87, nº 3, pp. 329-351. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/sce.10055>

Allchin, D. (2017). Beyond the Consensus View: Whole Science, *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 17:1, 18-26.
<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/14926156.2016.1271921>

Ayala-Villamil, L-A. (2020). Conceptualización de naturaleza de la ciencia: el desarrollo de dos enfoques. *Noria Investigación Educativa*, 2(6), 105-128.
<https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/NoriaIE/article/view/16653>

Ayala-Villamil, L-A., y García-Martínez, A. (2021). VNOS: A historical review of an instrument on the nature of science. *Interdisciplinary Journal of Environmental and Science Education*, 17(2), e2238. <https://www.ijese.com/article/vnos-a-historical-review-of-an-instrument-on-the-nature-of-science-9340>



Ayala-Villamil, L-A., y García-Martínez, A. (2022). Caracterización de concepciones sobre Naturaleza de la Ciencia en profesores de preescolar. *Educación y Humanismo*, 24(42), 163-183.
<https://revistas.unisimon.edu.co/index.php/educacion/article/view/4556/5584>

Díaz, V., Calzadilla A., y López, H. (2005). Una Aproximación al Concepto de Hecho Científico. *Revista Austral de Ciencias Sociales*, 8, 3-16.
<http://revistas.uach.cl/index.php/racs/article/view/1080>

Izquierdo-Aymerich, M., García-Martínez, Á., Quintanilla, M., y Adúriz-Bravo, A. (2016). *Historia, Filosofía y Didáctica de las Ciencias: Aportes para la formación del profesorado de ciencias*. Bogotá, Colombia: Editorial Universidad Distrital.
http://laboratoriogrecia.cl/wp-content/uploads/2016/09/historia_filosofia_y_didactica_de_las_ciencias_aportes_para_la_formacion_del_profesorado_de_ciencias.pdf

Lederman, N., Bartos, S., y Lederman, J. (2014). The development, use, and interpretation of Nature of Science assessments. In M. R. Matthews (Ed.), *International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching* (pp. 971-997). New York, USA: Springer. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-007-7654-8_29

Matthews, M. (2015). *Science teaching: The contribution of history and philosophy of science (20th Anniversary Revised and Expanded Edition)*. New York: Routledge.
<https://www.routledge.com/Science-Teaching-The-Contribution-of-History-and-Philosophy-of-Science/Matthews/p/book/9780415519342>

McComas W. (2008) Seeking historical examples to illustrate key aspects of the Nature of Science. *Science & Education*, 17 (2-3), 249-263.
<https://link.springer.com/article/10.1007/s11191-007-9081-y>

Molina, A., Pérez, R., Bustos, E., Cataño, C. y Suárez, O. (2013). Mapeamiento Informacional Bibliográfico de Enfoques y Campos. Temáticos de la diversidad cultural: el caso de las revistas CSSE, *Sci Edu. And Sci & Edu. IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC*.
https://die.udistrital.edu.co/publicaciones/contribuciones_publicadas_en_analesmemorias_de_eventos_nacionales/mapeamento



Pabón, T., Muñoz, L., y Vallverdú, J. (2015). La controversia científica, un fundamento conceptual y metodológico en la formación inicial de docentes: Una propuesta de enseñanza para la apropiación de habilidades argumentativas. *Educación Química*, 26(3), 224–232.
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-893X2015000300224

Ryan, A., y Aikenhead, G. (1992). Students' preconceptions about the epistemology of science. *Science Education*, 76, 559–580.
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/sce.3730760602>



Bio-ponencia