

# HACIA UNA VISIÓN HOLÍSTICA DE LA NATURALEZA DE LA CIENCIA EN LA FORMACIÓN INICIAL DEL PROFESORADO DE CIENCIA

María del Mar Aragón-Méndez  
*Departamento de Didáctica, Universidad de Cádiz, España*

José Antonio Acevedo-Díaz  
*Inspector de Educación jubilado, Huelva, España*

Antonio García-Carmona  
*Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales, Universidad de Sevilla, España*

**RESUMEN:** Una actividad sobre el caso de Semmelweis y la fiebre puerperal, para la comprensión de la naturaleza de la ciencia (NDC) en la formación inicial de profesorado de ciencia (Biología y Geología), se implementó mediante un enfoque explícito y reflexivo. Esta comunicación presenta la valoración de los estudiantes de profesorado de los factores epistémicos y no-epistémicos que pudieron ser más influyentes en el rechazo del trabajo de Semmelweis por la comunidad médica de su época. La evaluación del aprendizaje se hizo con una rúbrica de cinco niveles aplicada mediante un análisis inter-jueces. Los resultados muestran que los estudiantes citaron factores no-epistémicos sobre todo, aunque la mejora fue menor de lo esperado. Asimismo, manifestaron que la actividad y la metodología de trabajo seguida les fueron útiles para profundizar en los aspectos de NDC tratados.

**PALABRAS CLAVE:** naturaleza de la ciencia, aspectos epistémicos y no-epistémicos, historia de la ciencia, formación inicial del profesorado.

**OBJETIVOS:** Se planteó un estudio cualitativo con estudiantes de profesorado de Biología y Geología (estudiantes, en adelante) para aprender sobre aspectos epistémicos y no-epistémicos de naturaleza de la ciencia (NDC), mediante una narración del caso Semmelweis y la fiebre puerperal (Acevedo, García-Carmona y Aragón, 2016a). El propósito de esta comunicación es presentar los resultados y las principales conclusiones derivados de la evaluación de una de las diez cuestiones formuladas: ¿Qué factores crees que influyeron más en el rechazo del trabajo de Semmelweis por la comunidad médica de su época?

## MARCO TEÓRICO

Durante la primera década de este siglo, la mayor parte de las propuestas que han prevalecido en la bibliografía internacional para la comprensión de la NDC, así como en las investigaciones empíricas realizadas en torno a ella, se han focalizado en los aspectos epistémicos (*e.g.*, Lederman, Abd-El-

Khalick, Bell y Schwartz, 2002); mientras que los no-epistémicos, tales como comunicación científica, personalidad del científico, política, relaciones profesionales en la comunidad científica, etc., no han sido atendidos o se ha hecho de manera insuficiente (Acevedo y García-Carmona, 2016a).

Frente a esa visión predominantemente epistémica de la NDC, actualmente se está insistiendo cada vez más en la incorporación de factores no-epistémicos, que propicien una visión más holística de la NDC (Allchin, 2011). Así, por ejemplo, Abd-El-Khalick (2012) añade aspectos no-epistémicos (dimensiones sociales de la ciencia; inserción social y cultural de la ciencia). Acevedo y García-Carmona (2016a) incluyen dos dimensiones relacionadas con la sociología de la ciencia: (i) interna (construcción social del conocimiento científico, intereses y valores de los científicos, comunicación profesional del conocimiento, influencias de los individuos y las naciones, etc.); y (ii) externa (influencia de la ciencia en la sociedad y viceversa, problemas y decisiones sociales, responsabilidad social, grupos de presión, etc.). Irzik y Nola (2014) sugieren una dimensión social e institucional de la ciencia (actividades profesionales; certificación y diseminación del conocimiento científico; *ethos* científico; valores sociales). Dagher y Erduran (2016) amplían esta dimensión (organizaciones e interacciones sociales; estructuras políticas de poder; financiación de la ciencia; etc.). Martins (2015) propone un eje histórico y sociológico (papel del científico y de la comunidad científica; intersubjetividad; comunicación del conocimiento científico; cuestiones morales, éticas y políticas de la ciencia; influencias históricas y sociales; etc.).

Una forma idónea de incorporar los aspectos epistémicos y no-epistémicos de NDC, con un enfoque explícito y reflexivo (Acevedo, 2009; Rudge y Howe, 2009), es por medio de la lectura de casos y controversias de historia de la ciencia, con la inclusión de preguntas sobre ambos tipos de factores, reconocibles en la narración, que deben ser discutidas y razonadas mediante un trabajo en grupo (e.g., Acevedo-Díaz y García-Carmona, 2016b, c; Acevedo-Díaz, García-Carmona y Aragón, 2016a, b; Clough, 2011; McComas, 2008).

## METODOLOGÍA

Los estudiantes se organizaron en cuatro grupos pequeños para implementar la actividad (G1... G4). La intervención educativa se desarrolló en tres fases consecutivas: (i) lectura del texto del caso histórico y respuestas argumentadas de los grupos a diversas cuestiones de NDC; (ii) puesta en común dirigida por el educador para que los grupos debatieran sus respuestas anteriores; y (iii) conclusiones finales de los grupos tras la sesión anterior; las respuestas surgidas de esta última revisión también fueron registradas por los grupos en un informe. Al final se realizó una sesión conjunta para que los estudiantes valorasen la pertinencia de la actividad, lo que habían aprendido con ella y la metodología de trabajo empleada, entre otros aspectos.

Tabla 1.

Rúbrica de evaluación sobre los factores más influyentes en el rechazo del trabajo de Semmelweis.

Nivel 4	Nivel 3	Nivel 2	Nivel 1	Nivel 0
Indica razonadamente al menos dos factores epistémicos* y dos factores contextuales, dando argumentos válidos**. (* Por ejemplo, carecer de una teoría sobre la naturaleza de la “materia putrefacta”; no establecer una relación causal entre la “materia putrefacta” y la fiebre puerperal; ausencia de experimentos controlados en el laboratorio; no hacer una caracterización más precisa, basada en pruebas empíricas usando el microscopio, del principio activo presente en la materia cadavérica; etc. (**) Por ejemplo, desinterés por la comunicación científica (publicaciones y asistencia a congresos o reuniones internacionales); dificultades para la comunicación de sus ideas; personalidad conflictiva y autoritaria; política nacionalista y separatista; etc.	Indica razonadamente al menos un factor epistémico y un factor contextual, dando argumentos válidos.	Indica razonadamente solo factores del mismo tipo, epistémicos o contextuales, dando argumentos válidos.	Indica razonadamente algún factor, epistémico o contextual, pero no da argumentos válidos.	No indica ningún factor, o bien cita alguno, pero no da argumentos válidos.

Las respuestas se evaluaron con una rúbrica de 5 niveles (0 a 4), el más alto (nivel 4) para las más completas, motivadas con citas adecuadas de los aspectos de NDC planteados que aparecen en la narración. Tomando este nivel máximo como referencia, la clasificación de las respuestas en la rúbrica decrece de nivel según lo incompletas que sean, hasta llegar al nivel más bajo (nivel 0) en el que se ubican las que son inadecuadas o no se refieren a ningún rasgo relevante, como los señalados en el nivel 4. La tabla 1 muestra la rúbrica de evaluación relativa a la valoración de los factores más influyentes en el rechazo del trabajo de Semmelweis por la comunidad médica de su época.

## RESULTADOS

Tras la lectura inicial de la narración, la mayoría de los grupos señaló la influencia decisiva de un solo tipo de factor, con el triple de citas de no-epistémicos. La discusión durante la puesta en común permitió a los estudiantes reconocer la complejidad del caso abordado y la influencia de múltiples factores en el rechazo de la comunidad médica al trabajo de Semmelweis, aunque esto no se reflejó en las respuestas finales. La mitad de los grupos valoró la influencia decisiva de un aspecto epistémico (*e.g.*, experimentación insuficiente) y uno no-epistémico (*e.g.*, personalidad conflictiva). Sin embargo, la otra mitad solo consideró diversos factores no-epistémicos (*e.g.*, personalidad difícil, malas relaciones con la comunidad científica, desinterés por la comunicación científica, factores políticos, etc.). Así, en las respuestas finales se aludió a todos los ejemplos de factores no-epistémicos de la rúbrica (11 citas), mientras que solo hubo referencia a la metodología empleada por Semmelweis entre los factores epistémicos (2 citas).

La mayoría de los grupos se situaron en el nivel 2 en la fase inicial, mientras que la mitad de los grupos se situó en el nivel 3, y la otra mitad en el nivel 2, al final de la actividad; ningún grupo alcanzó el nivel 4 en la fase inicial y en la final (figura 1). Dos grupos mejoraron un nivel, un grupo tuvo una progresión de dos niveles, y un grupo permaneció en el mismo nivel.

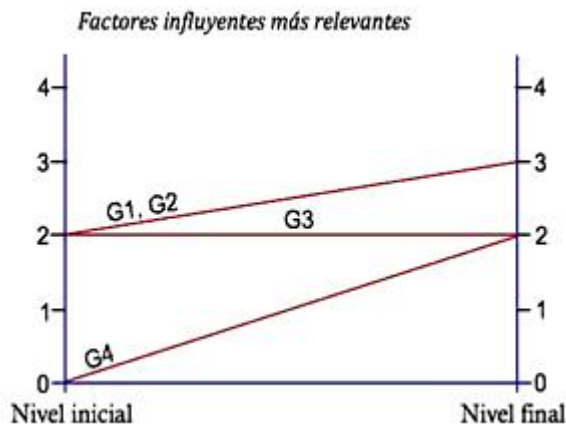


Fig. 1. Factores más influyentes en el rechazo del trabajo de Semmelweis.

La lectura reflexiva de la narración, y la elaboración del primer informe, influyeron en la explicitación de las ideas finales de los grupos. Sin embargo, estos no citaron todos los aspectos en sus informes finales, sino que incidieron más en aquellas ideas iniciales con más desacuerdo que en las que tuvieron un consenso mayor en los debates iniciales de los grupos pequeños. De este modo, algunos grupos no señalaron en su informe final ciertos aspectos con los que ya estaban de acuerdo desde el principio. Ello originó que las respuestas finales fueran menos ricas y que, por tanto, la progresión fuese menor de lo que quizás podría haber sido. Así pues, es imprescindible insistir a los estudiantes en que deben escribir motivadamente en sus informes finales todas las ideas sobre la cuestión, iniciales y posteriores, con las que estén de acuerdo.

## CONCLUSIONES

Con los matices señalados, el caso Semmelweis sobre la fiebre puerperal se considera bastante adecuado para enfatizar la influencia de la diversidad de factores que pueden condicionar la aceptación o el rechazo de las investigaciones científicas, sobre todo los no-epistémicos, a pesar de que los estudiantes manifestaran que antes de hacer la actividad no habían pensado que estos tuvieran tanta importancia.

En la reunión posterior a la puesta en práctica de la actividad, los estudiantes dijeron que habían conseguido profundizar en algunos aspectos de NDC, epistémicos y no-epistémicos. Asimismo, algunos apuntaron que antes de empezar su formación inicial como docentes eran contrarios al trabajo en grupo porque lo consideraban una pérdida de tiempo. Sin embargo, al final de la actividad, todos estuvieron de acuerdo en que la metodología usada había sido positiva. Señalaron que el trabajo en grupo y la puesta en común les había ayudado a mejorar su comprensión de muchos de los asuntos tratados, y que habían aprendido de las opiniones de los demás con los debates que habían tenido.

Respecto al valor que puede tener este tipo de actividades para aprender sobre NDC en la educación científica, los estudiantes destacaron lo siguiente: trabajar con historias reales que son muy interesantes y adecuadas para el aula; comprender cómo funciona la ciencia para evitar una visión demasiado idealizada; la influencia de los factores no-epistémicos en el desarrollo de la ciencia, que es más relevante de lo que podría parecer; comprobar de forma explícita el carácter dinámico de la ciencia; aprender sobre los métodos que usan los científicos para llegar a sus conclusiones; etc.

No es fácil conseguir resultados de aprendizaje de relieve sobre aspectos de NDC con intervenciones educativas cortas como la descrita. Aun así, los de esta investigación sugieren que (i) la lectura crítica y reflexiva del caso Semmelweis es útil para tratar de forma explícita aspectos epistémicos y no-epistémicos de NDC en la formación inicial del profesorado de ciencia, y (ii) la metodología aplicada es bastante adecuada. Por tanto, se pretende seguir implementando y evaluando este tipo de recursos, con la metodología indicada y las mejoras que se consideren necesarias, para promover la comprensión de los estudiantes de profesorado sobre la NDC; y que, a la vez, les sirva para abordar esta como docentes en sus propias clases de ciencia. No obstante, se consideran necesarias más investigaciones empíricas para profundizar en todas estas cuestiones, respecto a las que los autores del presente estudio se encuentran trabajando actualmente.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABD-EL-KHALICK, F. (2012). Examining the sources for our understandings about science: enduring confluences and critical issues in research on nature of science in science education. *International Journal of Science Education*, 34(3), 353-374.
- ACEVEDO, J.A. (2009). Enfoques explícitos versus implícitos en la enseñanza de la naturaleza de la ciencia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6(3), 355-386.
- ACEVEDO, J.A. y GARCÍA-CARMONA, A. (2016a). «Algo antiguo, algo nuevo, algo prestado». Tendencias sobre la naturaleza de la ciencia en la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(1), 3-19.
- (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, 162-175.
- Acevedo-Díaz, J.A. y García-Carmona, A. (2016c). 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 vs. Liebig sobre la fermentación. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 11(33), 203-226.
- ACEVEDO, J.A., GARCÍA-CARMONA A. y ARAGÓN M.M. (2016a). Un caso de historia de la ciencia para aprender naturaleza de la ciencia: Semmelweis y la fiebre puerperal. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(2), 408-422.
- (2016b). La controversia Pasteur versus 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*, 22(4), 913-933.
- ALLCHIN, D. (2011). Evaluating Knowledge of the Nature of (Whole) Science. *Science Education*, 95(3), 518-542.
- 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.
- DAGHER, Z.R. y ERDURAN S. (2016). Reconceptualizing the nature of science for science education. Why does it matter? *Science & Education*, 25(1-2), 147-164.
- IRZIK, G. y NOLA, R. (2014). New directions for nature of science research. En M. Matthews (Ed.), *International handbook of research in history, philosophy and science teaching* (pp. 999-1021). Dordrecht: Springer.
- LEDERMAN, N.G., ABD-EL-KHALICK, F., BELL, R.L. y SCHWARTZ R.S. (2002). Views of nature of science questionnaire: Towards valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(6), 497-521.

- MARTINS, A.F.P. (2015). Natureza da Ciência no ensino de ciências: uma proposta baseada em “temas” e “questões”. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 32(3),703-737.
- MCCOMAS, W.F. (2008). Seeking historical examples to illustrate key aspects of the nature of science. *Science & Education*, 17(2-3), 249-263.
- 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.