

EFECTO DE LA HISTORIA DE LA CIENCIA EN LA COMPRENSIÓN DE NATURALEZA DE CIENCIA Y LA COMPRENSIÓN Y ACEPTACIÓN DE LA TEORÍA DE LA EVOLUCIÓN EN ESTUDIANTES DE SECUNDARIA

Hernán Cofré Mardones, Paola Núñez Nieto, Beatriz Becerra Olgún, Emilia Cuevas Aldunate
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

David Santibáñez Gómez
Universidad Católica Silva Henríquez

Juan P. Jiménez
Illinois Institute of Technology

RESUMEN: El presente estudio analiza la efectividad de la Historia de la Ciencia (HC) como estrategia de enseñanza de Naturaleza de la Ciencia (NdC) y aceptación y comprensión de la Teoría de la Evolución (TE), en estudiantes de secundaria. El diseño fue cuasi-experimental, aplicando un pre y post-test. Los instrumentos utilizados fueron VNOSD+ para NdC, MATE para aceptación de TE y ACORNS para la comprensión de TE. Se realizaron cuatro sesiones a cada grupo participante, en donde se implementó un método de enseñanza centrado en el estudiante y donde solo en los grupos experimentales se incorporó HC y NdC. Los resultados indican que sólo los grupos experimentales, aumentaron significativamente la comprensión de NdC y la aceptación de la TE, mientras que la comprensión de la TE aumento significativo en todos los grupos estudiados.

PALABRAS CLAVES: HC, NdC, comprensión de la TE y aceptación de la TE.

OBJETIVOS: Desde hace muchos años HC se ha propuesto como un elemento importante para incorporar en las clase de ciencias, tanto para la enseñanza de contenido, como para comprender cómo es que este conocimiento se genera (McComas, 2013). Sin embargo, pocos estudios se han centrado en investigar los cambios producidos en NdC y contenido científico luego de una intervención al utilizar HC. Es así que los objetivos específicos de la investigación fueron:

- a) Determinar el grado de comprensión de NdC, comprensión de TE y aceptación de TE en estudiantes de secundaria antes y después de la intervención,
- b) Analizar el efecto de la intervención de HC sobre la comprensión de NdC, la comprensión de TE y aceptación de TE.

MARCO TEÓRICO

Actualmente, existe consenso en que para conseguir la alfabetización científica, objetivo principal de la enseñanza de la ciencia, los profesores no solo tienen que enseñar contenido científico, sino también cómo este conocimiento científico se crea, y cómo esto puede afectar a la sociedad (Lederman & Lederman, 2014). El contenido curricular, en el cual los estudiantes aprenden cómo se genera el conocimiento científico y cómo los científicos hacen lo que hacen, se llama Naturaleza de la Ciencia (McComas & Kampourakis, 2015). En este contexto, la Historia de la Ciencia desempeña un papel relevante, ya que constituye un puente entre los contenidos que se deben enseñar y el contexto, en que este conocimiento fue elaborado (McComas, 2013). Sin embargo, la enseñanza de la ciencia en las escuelas, tiende a centrarse sólo en la enseñanza de contenidos y con frecuencia ignora la enseñanza de la NdC. Del mismo modo, existen pocos estudios que han explorado la eficacia de HC en la enseñanza de contenido científico y de NdC en una misma investigación en estudiantes de secundaria (Kim & Irving, 2010; Paraskevopoulou & Koliopoulos, 2010).

Por otra parte, la enseñanza de la Teoría de la evolución es considerada fundamental en biología, para lograr la alfabetización científica. Sin embargo, hay investigaciones que muestran que la enseñanza de TE no es acompañada de resultados positivos con respecto a la mejora de su aceptación y comprensión en la población. Ante este panorama, se han realizado investigaciones que se centran en describir los factores asociados a la baja aceptación y comprensión de TE. Sickel & Friedrichsen (2013) señalan tres factores asociados a estos resultados: las creencias religiosas; la comprensión de la NdC; y enseñanza de biología y evolución en cursos universitario. Otras investigaciones han caracterizado las concepciones alternativas sobre TE en estudiantes y proponen cómo modificarlas mediante los proceso de enseñanza y aprendizaje, constatando que gran parte de los estudiantes tienen dificultades para comprender los mecanismos de la evolución. Sin embargo, pocos estudios se han centrado en investigar los cambios producidos en aceptación y comprensión de TE luego de una intervención. Por otra parte, existen estudios que sugieren que una visión poco elaborada de NdC influye en forma negativa tanto en la aceptación, como en la comprensión de TE (Kim & Nehm, 2010).

MARCO METODOLÓGICO

Diseño del estudio y Participantes

El enfoque de esta investigación es cuantitativo, con diseño cuasi-experimental (pre y post-test) considerando un grupo control y dos grupos experimentales. Los participantes corresponden a estudiantes de ambos sexos, que cursan secundaria durante el año 2015 (16-17 años). El promedio de estudiantes por curso es de 31. La muestra es no probabilística y voluntaria. El número final de participantes se obtuvo al considerar solo a los estudiantes que respondieron los cuestionarios iniciales y finales, obteniendo un total de 48 estudiantes para el cuestionario MATE, 75 estudiantes para ACORNS y 54 estudiantes para VNOS.

Contexto del estudio

La intervención para cada grupo participante, fue de cuatro sesiones de 90 minutos, en donde se implementó un método de enseñanza basado en el constructivismo, centrada en el estudiante, incorporando la reflexión, discusión y aprendizaje en grupo. La diferencia entre la intervención del grupo experimental y control, fue la incorporación de NdC en el grupo experimental de forma explícita y el

uso de HC como enriquecimiento curricular y estrategia de enseñanza. La intervención fue realizada en todos los grupos participantes por la misma profesora.

Instrumentos, recolección y análisis de los datos

Los participantes contestaron antes y después de la intervención, tres instrumentos que midieron cada una de las variables estudiadas. Aunque existe debate dentro de la literatura actual sobre cómo entender la naturaleza de la ciencia (e.g. Allchin 2011; Irzik & Nola 2011; Schwartz et al., 2012), se decidió adoptar la metodología y conceptualización de consenso (Lederman & Lederman 2014), debido a que este propuesta ha desarrollado instrumentos cualitativos válidos y confiables para evaluar la comprensión de la NdC que poseen profesores y estudiantes (Lederman et al., 2002; Lederman & Khishfe, 2002). Además, aunque nosotros reconocemos que la NdC es un concepto complejo que puede incluir más de los aspectos evaluados en estos instrumentos, estos aspectos de NdC han sido estudiados por más de 60 años en la didáctica de las ciencias y sobre el 80% de todos los instrumentos desarrollados para evaluar estas visiones sobre NdC incluyen estas características (Abd-El-Khalick 2014). Además, la mayoría de estos aspectos están incluidos en nuestro currículo de ciencia y han sido evaluados en trabajos anteriores en profesores de primaria (Cofré et al., 2014), y secundaria (Pavez et al., 2016). Finalmente, en términos internacionales, recientemente se ha propuesto que el uso de esta lista de consenso puede ser un punto de partida efectivo para enseñar sobre NdC y para trabajar las preconcepciones de estudiantes sobre el quehacer científico (Kampourakis 2016). De esta forma, para medir la NdC se utilizó el cuestionario VNOS-D+ (Lederman & Khishfe, 2002). En él, se pueden reconocer 8 aspectos de NdC en los cuales los estudiantes pueden ser categorizados como: informados (valor = 2), medianamente informado (valor = 1) e ingenuo (valor = 0). Para describir el conocimiento de NdC de cada estudiante se sumaron sus puntos en los 8 aspectos. Para evaluar la comprensión de TE se utilizó el cuestionario ACORNS (Nehm et al., 2012). Al valorar cada concepto correcto incluido en las cuatro respuestas como positivas y cada preconcepción como negativa, el perfil de cada estudiante podía variar entre -10 puntos hasta 20 puntos. Para evaluar el grado de aceptación de TE se utilizó el instrumento MATE (Rutledge 2000). Este cuestionario consta de 20 preguntas de escala Likert cada una de las cuales se puede valorar entre 1 (total rechazo) y 5 (total aceptación), lo cual da un rango de resultados entre 20 y 100 puntos. Para determinar diferencia significativa entre pre y post de cada variable se usó la prueba t de Student para muestras relacionadas. El análisis estadístico se realizó con el programa SPSS versión 19.

Intervención

La intervención incorpora tres aspectos de NdC de forma explícita (diferencia entre teoría y ley, provisionalidad del conocimiento científico y base empírica), los cuales se relacionan en forma directa con las preconcepciones de los estudiantes entorno a la TE. Además, se utilizó la HC como estrategia de enseñanza para mejorar la comprensión de NdC y promover la aceptación y comprensión de TE. La intervención se diseñó basada en los modelos propuestos de Rudge y Howe (2009) y Paraskevopoulou y Koliopoulos (2010). La estructura de la intervención incluye: en su primera sesión: una revisión de los conceptos de teoría, hipótesis y ley en el marco de la teoría de la evolución por Darwin y Wallace, en la segunda sesión: se describe el trabajo de campo de Rosemary y Peter Grant, quienes recolectaron datos empíricos durante más de 40 años, sobre la evolución de los pinzones de las Galápagos, en la tercera sesión: se incluyen datos empíricos de T. Dobzhansky y su investigación con *Drosophila pseudooscura*, y en la última sesión: se hace referencia a la hipótesis sobre la evolución de la persistencia de lactasa en humanos.

RESULTADOS

Al analizar los puntajes totales de comprensión de NdC para cada estudiante y realizar las pruebas estadísticas (Figura 1), se encontró que, en promedio, los estudiantes de los grupos control tienen un mayor aumento que los del grupo control al finalizar la intervención. En el control aumentó de 6,1 a 6,2 y en los tratamientos de 5,0 a 7,0 y de 5,8 a 6,7. Sin embargo, al utilizar la prueba t-student para muestras relacionadas, para todos los grupos, se obtiene que la diferencia solo es significativa en uno de los tratamientos ($t[15] = -4,6$; $p < 0,001$; $r = 0,8$). Con respecto a la aceptación de TE, se determinó que al inicio los estudiantes de todos los grupos, presentaron promedios cercanos a 75% de aceptación de TE. En cuanto al efecto de la intervención el grupo control no registró un aumento estadísticamente significativo (de 72 a 76), mientras que ambos tratamientos si aumentaron significativamente ($t[17] = -2,5$; $p < 0,02$; $r = 0,5$) ($t[17] = -4$; $p < 0,001$; $r = 0,7$), superando en promedio valores de 80% de aceptación (75 a 80 y de 74 a 81; véase también la Figura 2). Finalmente, al analizar la comprensión de la TE, se encontró que las explicaciones más usadas por los estudiantes, para describir el cambio evolutivo fueron teleológicas, alcanzando valores sobre el 60% en promedio (al reunir los tres cursos) antes de la intervención (Figura 3). Sin embargo, luego de la enseñanza, se observó un aumento de la utilización de conceptos correctos sobre evolución.

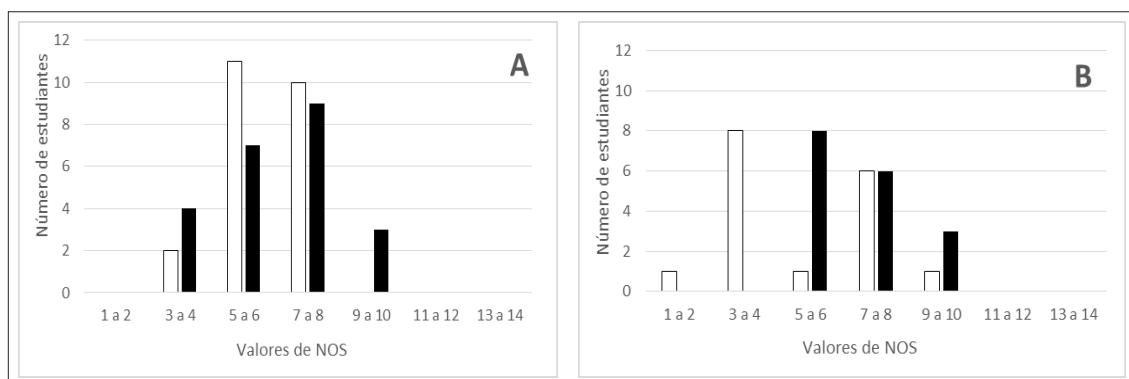


Fig. 1. Frecuencia de estudiantes, con diferentes valores en los aspectos de NdC antes y después de la intervención en el curso control (A) (barras blancas) y en uno de los cursos tratamientos (B) (barras negras).

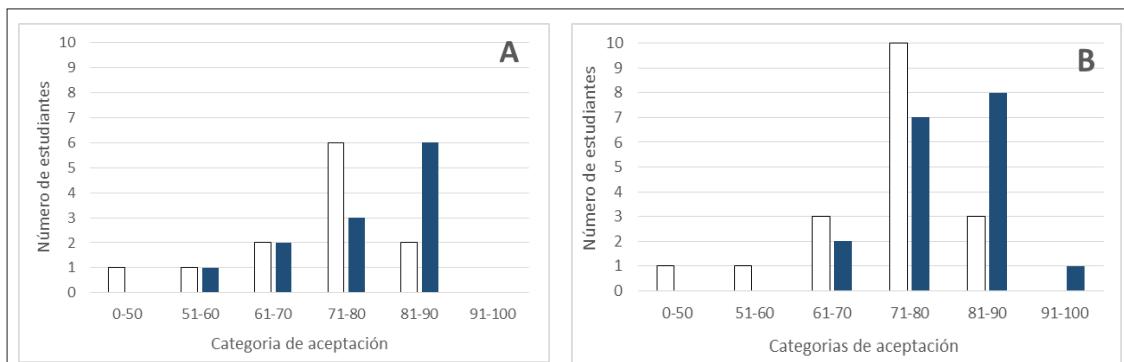


Fig. 2. Número de estudiantes por cada categoría de aceptación generada por el cuestionario MATE, antes (barras blancas) y después (barras azules) de la intervención en el curso control y en un tratamiento.

En cuanto al efecto de la intervención, se observó que, al inicio, todos los grupos registraron valores negativos en promedio (es decir había más preconcepciones que conceptos correctos en sus explicaciones). El control aumento su promedio de -2,2 a 2,4 y los tratamientos de -2,0 a 3,3 y de -1,0 a 5,0. Al realizar el análisis estadístico el control ($t(25)=-5,8$; $p<0,001$; $r=0,6$) y los tratamientos ($t(20)=-4,6$; $p<0,001$; $r=0,5$ y $t(27)=-7,6$; $p<0,001$; $r=0,7$) son significativos en sus aumentos (Figura 4).

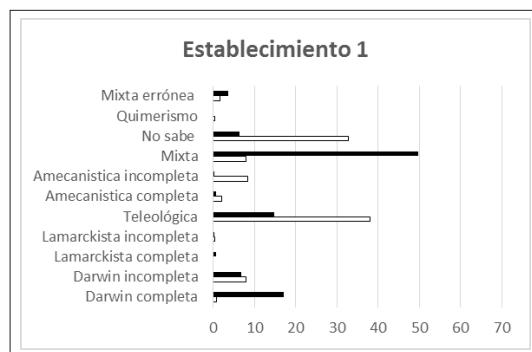


Fig. 3. Frecuencia (%) del tipo de respuesta del total de preguntas en todos los cursos, con la que los estudiantes explican la evolución antes (barras blancas) y después (barras negras) de la intervención.

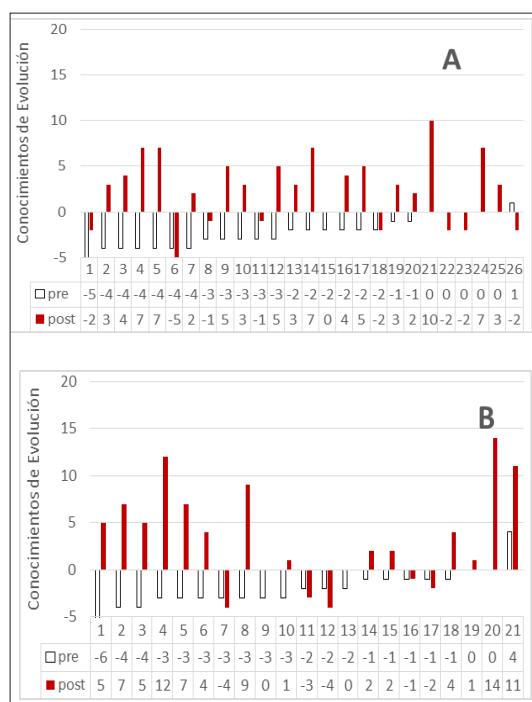


Fig.4. Suma total de la comprensión de TE en cada uno de los estudiantes, en el grupo control y en un tratamiento.

CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio demuestran, en general, una efectividad importante de la HC sobre la comprensión de NdC y la aceptación de la teoría de la evolución. Sin embargo, no existe un efecto importante de incluir Historia de la Ciencia en la comprensión del mecanismo de la selección natural, ya que todos los cursos aumentaron sus conocimientos. Esto nos sugiere que la inclusión de la HC como elemento curricular y estrategia de enseñanza no afecta de forma negativa el aprendizaje de un contenido (en este caso evolución) y por otra parte, tiene la capacidad de mejorar la comprensión del cómo se llega a generar el conocimiento científico, en este caso la evolución, mejorando en último término su aceptación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLCHIN, D. (2011). Evaluating knowledge of the nature of (whole) science. *Science Education*, 95, 518–542.
- ABD-EL-KHALICK, F. (2014). The evolving landscape related to assessment of nature of science. In N. Lederman & S. Abell (Eds.), *Handbook of research on science education* (Vol. II, pp. 621–650).
- COFRÉ, H. L., C. A. VERGARA, N. G. LEDERMAN, J. S. LEDERMAN, D. P. SANTIBÁÑEZ, J. E. JIMÉNEZ, and M. A. YANCOVIC (2014). Improving Chilean in-service elementary teachers' understanding of nature of science using self-contained NOS and content embedded min-courses. *Journal of Science Teacher Education* 25:759–783.
- IRZIK, G., & NOLA, R. (2011). A Family resemblance approach to the nature of science for science education. *Science & Education*, 20, 591–607.
- KAMPOURAKIS, K. (2016). The “general aspects” conceptualization as a pragmatic and effective means to introducing students to nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*.
- KIM, S. Y., & IRVING, K. (2010). History of science as an instructional context: student learning in genetics and nature of science. *Science & Education*, 19(2), 187–215.
- KIM, S.Y., and R.H. NEHM. 2010. A cross-cultural comparison of Korean and American science teachers' views of evolution and the nature of science. *International Journal of Science Education* 10: 1–31.
- LEDERMAN, N. G., F. ABD-EL-KHALICK, R., BELL, and R. SCHWARTZ. 2002. Views of nature of science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(6): 497–521.
- LEDERMAN, N. G., & LEDERMAN, J. (2014). Research on teaching and learning of nature of science. In N. Lederman & S. Abell (Eds.), *Handbook of research on science education* (Vol. II, pp. 600–620). New
- McCOMAS, W. (2013). Uma proposta de classificação para os tipos de aplicação da história da ciência na formação científica: implicações para a pesquisa e desenvolvimento. In: C. C. Silva & M. E. Brzezinski (Eds.). *Aprendendo ciência e sobre sua natureza: abordagens históricas e filosóficas* (pp.419-441).
- McCOMAS, W., & KAMPOURAKIS, K. (2015). Using the history of biology, chemistry, geology, and physics to illustrate general aspects of nature of science. *Review of Science, Maths and ICT Education*, 9(1), 47–76.
- NEHM RH, BEGGROW E, OPFER J, HA M. (2012). Reasoning about natural selection: diagnosing contextual competency using the ACORNS instrument. *American Biology Teacher*, 74, (2), 92–8.
- PARASKEVOPOULOU, E., & KOLIOPoulos, D. (2010). Teaching the nature of science through the Milikan-Ehrenhaft dispute. *Science & Education*, 20(10), 943–960.

- PAVEZ, J., VERGARA, C. A., SANTIBAÑEZ, D., & COFRÉ, H. L. (2016). Using a professional development program for enhancing Chilean biology Teachers' understanding of Nature of Science (NOS) and their perceptions about using history of science to teach NOS. *Science & Education*. 25:383–405.
- RUDGE, D. W., & HOWE, E. (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.
- RUTLEDGE, M.L., and M.A. WARDEN. 2000. Evolutionary theory, the nature of science & high school biology teachers: Critical relationships. *The American Biology Teacher* 62: 23–31.
- SICKEL, A. J., & FRIEDRICHSEN, P. (2013). Examining the evolution education literature with a focus on teachers: major findings, goals for teacher preparation, and directions for future research. *Evolution: Education and Outreach*, 6? (1), 1–15.

