

# Formación de Docentes de Ciencias Naturales a través de la Historia de la Ciencia

## Training of Natural Science Teachers through the History of Science

## Formação de Professores de Ciências Naturais através da História da Ciência

Paula Nataly Pineda-Ávila <sup>1</sup>

Luis-Alfonso Ayala-Villamil <sup>2</sup>

Álvaro García-Martínez <sup>3</sup>

### Resumen.

La Historia de la Ciencia (HC) es una metaciencia que facilita los procesos de formación de docentes de ciencias, porque permite la reflexión explícita de aspectos no epistémicos de la ciencia haciéndola fundamental para generar concepciones informadas sobre ciencia que permitan a los futuros profesores enseñar ciencias de una manera más contextualizada e interesante. Por esto, se busca mediante una revisión de literatura de los últimos diez años identificar los aportes en los procesos de formación docente de la incorporación de la HC en las clases. Para esto, se consultaron ocho bases de datos y por medio de criterios de inclusión y exclusión se encontraron 41 artículos que dan respuesta al objetivo de la presente investigación. A partir del análisis de dichos artículos se identificó que la HC se ha convertido en un vehículo efectivo en el proceso de enseñanza y de aprendizaje de las ciencias naturales, ya que permite entre otras cosas la comprensión de la Naturaleza de la Ciencia, de la HC, de los conceptos propios de la ciencia y por lo tanto contribuye al aumento en los niveles de confianza de los docentes para enseñar ciencias naturales en el aula.

### Palabras clave.

Formación de docentes, Historia de la Ciencia, Naturaleza de la Ciencia.

<sup>1</sup> Universidad Distrital Francisco José de Caldas, pnpinedaa@correo.udistrital.edu.co, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2997-0177>

<sup>2</sup> Universidad Distrital Francisco José de Caldas, luisalfonsoayalavillamil@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9740-8541>

<sup>3</sup> Universidad Distrital Francisco José de Caldas, alvaro.garcia@udistrital.edu.co, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3597-6252>

### Abstract.

The History of Science (HC) is a metascience that facilitates the training processes of science teachers, because it allows the explicit reflection of non-epistemic aspects of science, making it essential to generate informed conceptions about science that allow future teachers to teach science in a more contextualized and interesting way. For this reason, through a review of the literature of the last ten years, it is sought to identify the contributions in the teacher training processes of the incorporation of HC in the classes. For this, eight databases were consulted and through inclusion and exclusion criteria, 41 articles were found that respond to the objective of this research. From the analysis of these articles, it was identified that the HC has become an effective vehicle in the teaching and learning process of natural sciences, since it allows, among other things, the understanding of the Nature of Science, of the HC, of the concepts of science and therefore contributes to the increase in the levels of confidence of teachers to teach natural sciences in the classroom.

### Keywords.

Teacher training, History of Science, Nature of Science.

### Resumo.

A História da Ciência (HC) é uma metaciência que facilita os processos de formação de professores de ciências, porque permite uma reflexão explícita sobre aspectos não epistêmicos da ciência, tornando-se essencial gerar concepções informadas sobre ciência que permitam aos futuros professores ensinar ciências. forma mais contextualizada e interessante. Por isso, por meio de uma revisão da literatura dos últimos dez anos, buscase identificar as contribuições nos processos de formação de professores da incorporação da CD nas aulas. Para isso, foram consultadas oito bases de dados e por meio de critérios de inclusão e exclusão, foram encontrados 41 artigos que respondem ao objetivo da presente investigação. A partir da análise desses artigos, identificou-se que o HC tem se tornado um veículo eficaz no processo de ensino e aprendizagem das ciências naturais, pois permite, entre outras coisas, a compreensão da Natureza da Ciência, do HC, da os conceitos de ciência e, portanto, contribui para o aumento dos níveis de confiança dos professores para ensinar ciências naturais em sala de aula.

### Palavras-chaves.

Formação de professores, História da Ciência, Natureza da Ciência.

Fecha de recepción: 11/11/2022

Fecha de aceptación: 10/05/2023

## Introducción

La Historia de la Ciencia (HC) es una metaciencia que facilita los procesos de formación de docentes de ciencias naturales, es decir, es una disciplina que permite realizar un análisis de segundo orden sobre la ciencia y que lleva a generar una “metadiscusión”, puesto que permite generar reflexiones sobre la práctica docente, la importancia de enseñar ciencias y la naturaleza de la ciencia en sí misma. Lo anterior, fundamentado en un contexto social y humano que da cuenta del desarrollo del conocimiento científico como una actividad humana, flexible y cambiante.

Adicionalmente, en los procesos de formación de docentes es importante considerar los aportes que se pueden generar cuando se relaciona la didáctica de las ciencias (siendo vista como “la ciencia del profesor de ciencias”) con otras metaciencias como la HC, la cual permite realizar reflexiones sobre la ciencia desde aspectos no epistémicos y por lo tanto, dicha relación contribuye considerablemente en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales, así como en el fortalecimiento de la profesión y motivación en los docentes, la diversificación en las formas de pensar su quehacer y el reconocimiento de su labor como parte fundamental en el desarrollo científico de una sociedad (Pineda y Botero, 2018).

Considerando lo anterior, y pensando en lo significativos que son los aportes de dicha relación en los procesos tanto de formación docente como de enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales, es necesario tener en cuenta cual es la HC deseable para enseñar en dichos procesos, puesto que existe diferentes tipologías dependiendo también el tipo de ciencia que se desea enseñar.

Por lo tanto, de acuerdo con Kragh (1989) existen dos tipos de ciencia, una  $C_1$  que es una ciencia terminada, no concebida como comportamiento humano y una  $C_2$ , la cual abarca a la  $C_1$ , y es vista como actividad humana. Partiendo de esto, la HC puede tomar dos rumbos, una HC enfocada en la *Ciencia*, que sería una historia relacionada con el tipo de ciencia  $C_1$ , en donde se consideran las investigaciones que se han desarrollado a lo largo del tiempo, año tras año, sin contemplar más aspectos, y una HC enfocada en la *Historia*, en la cual se tiene en cuenta la ciencia  $C_2$  y, por lo tanto, los factores socio culturales que influyeron en el desarrollo del conocimiento científico de la época.

También, la HC puede dividirse en anacrónica y diacrónica, la primera relaciona la ciencia del pasado a la “luz de la ciencia actual”, es decir, busca validar los conocimientos del pasado, con los que en la actualidad son

considerados “verdaderos”, haciendo ver el presente como resultado del pasado; y la segunda, relaciona la ciencia del pasado a la “luz de la ciencia del pasado”, por lo tanto, se despoja del saber posterior y considera todos los factores de la época que permitieron desarrollar el conocimiento científico de esa manera en ese contexto (Kragh, 1989; Cabrera et al., 2019).

Por ende, pensar en una HC deseable para la enseñanza de la ciencia implica acoger una historia diacrónica (Boido y Lombardi, 2012; Kragh, 1986), ya que la incorporación de esta en la formación de docentes, debe ser una estrategia y un vehículo que permita enseñar la ciencia de la manera más cercada y contextualizada posible y así evitar generar mitos con respecto a la ciencia tanto en docentes como en estudiantes.

Además, autores como Benilacqua y Bordoni (1998) resaltan el papel fundamental de la HC en los procesos de enseñanza y de aprendizaje de la ciencia, además indican que la HC se ha incluido en los planes de estudio y en los libros de texto; sin embargo, denotan que esta incorporación no es suficiente para aprender sobre ciencia y sobre cómo se desarrolla el conocimiento científico. Así como indica Brush (1989):

“La inclusión de la historia no significa la descripción de los hechos y las conclusiones, sino que se debe demostrar cómo los científicos llegaron a una conclusión y cuáles fueron las alternativas, esto es, la dinámica de los cambios científicos” (Niaz, 2012, p. 1).

Lo anterior indica que la incorporación de la HC debe presentar los hechos relevantes para comprender la dinámica del conocimiento científico, lo que implica analizar acerca de las formas como los científicos obtienen sus conclusiones y las alternativas se les presentaron en el transcurso de su proceso investigativo, de allí también la importancia de identificar cómo en los procesos de formación docente se incluye la HC y que resultados se han obtenido de dicha incorporación, ya que su importancia y sus contribuciones en los procesos de enseñanza y de aprendizaje han sido investigadas desde hace muchos años por su potencial didáctico para la comprensión de las ciencias naturales, además, que gran parte de las investigaciones sobre HC buscan diseñar, validar, aplicar y evaluar estrategias de enseñanza para su integración en la formación de docentes, con el fin de analizar el impacto que estas intervenciones generan en las prácticas educativas.

Por lo tanto, resulta interesante identificar *¿cuáles han sido los aportes en los procesos de formación de docentes de la incorporación de la HC en las clases de ciencias?* para esto, se realizó una revisión de

literatura que permitió identificar y sintetizar el cuerpo existente de investigaciones que tienen relación con las formas de incorporar la HC en la formación docente y el impacto que esta ha generado en su desarrollo profesional.

## Metodología

Para dar respuesta a la pregunta planteada se realizó una revisión de literatura, que de acuerdo con Fink (2019) es un método sistemático, explícito y reproducible para sintetizar el cuerpo existente de trabajos publicados que se relacionan con el problema de investigación que se quiere abordar y así identificar qué se ha trabajado en el tema. Para esto se adopta la guía que propone Okoli (2015) que incluye los siguientes pasos:

1. Identificar el propósito.
2. Redactar el protocolo.
3. Aplicar filtros de inclusión.
4. Búsqueda de literatura.
5. Extracción de datos.
6. Evaluar la calidad.
7. Sintetizar estudios.
8. Redactar la revisión.

Considerando dicha guía, se adaptaron las etapas de la presente revisión de la siguiente forma:

### Etapa 1 – Búsqueda de literatura y aplicación de filtros de inclusión

Se consultaron ocho bases de datos (Ver Tabla 1) para abarcar la mayor cantidad de información posible. Los filtros utilizados en cada una de las bases de datos fueron:

**Palabras de búsqueda:** Historia de la Ciencia, docentes de ciencias, formación de docentes y Naturaleza de la Ciencia.

**Fuente:** Revistas científicas.

**Tiempo:** Publicaciones de los últimos 10 años (2012 – 2022).

**Tipo de documento:** Artículos.

Idioma de publicación: Inglés, lengua castellana y portugués.

## Etapa 2 – Extracción de datos y criterios de exclusión

Para limitar la revisión, por medio de la lectura flotante de títulos, palabras clave y resúmenes se excluyeron los artículos que:

- Se encontraban repetidos en las diferentes bases de datos.
- Artículos en donde la población objeto de estudio son estudiantes de primaria, secundaria, media o pregrado en ciencias naturales puras.
- Artículos que no incluyan reflexiones sobre HC.
- Artículos de revisión o de opinión.

Gracias a lo anterior, se consolida la cantidad de artículos obtenidos para su análisis.

**Tabla 1.** Bases de datos y artículos obtenidos para la revisión de literatura.

Base de datos	Nº de artículos seleccionados
Scopus	10
Redalyc	8
ProQuest	7
Educativos source	5
Scielo	4
Academic Search	3
Dialnet	2
Taylor & Francis Online	2
<b>Total</b>	<b>41</b>

Finalmente, dentro de esta etapa en una matriz de Excel se extrajeron de los 41 artículos seleccionados los siguientes datos con el fin de identificarlos y codificarlos para su análisis (Ver Tabla 2):

- Autor.
- Año.
- País.
- Universidad.
- Revista.
- Título.
- Idioma.
- Palabras Clave.
- Resumen.

**Tabla 2.** Codificación de artículos seleccionados en la revisión.

Cod.	Título del Artículo
A1	História, filosofia, ensino de ciências e formação de professores: desafios, obstáculos e possibilidades.
A2	Revising teacher candidates' views of science and self: Can accounts from the history of science help?
A3	La historia de la ciencia en la enseñanza de la naturaleza de la ciencia: Maria Skłodowska-Curie y la radiactividad.
A4	As an infused or a separated theme? Chinese science teacher educators' conceptions of incorporating Nature of Science instruction in the courses of training pre-service science teachers.
A5	Revisiting the Translation of Nature of Science Understandings into Instructional Practice: Teachers' nature of science pedagogical content knowledge.
A6	The Structure of Scientific Arguments by Secondary Science Teachers: Comparison of experimental and historical science topics.
A7	How In-service Science Teachers Integrate History and Nature of Science in Elementary Science Courses.
A8	História e Filosofia da Ciência na Licenciatura em Física, uma proposta de ensino através da pedagogia de projetos.
A9	Changes Observed in Views of Nature of Science During a Historically Based Unit.
A10	Active learning applications in the history of chemistry: Pre-service chemistry teachers' level of knowledge and views.
A11	Teaching the Nature of Science with Scientific Narratives.

A12	Using the History of Biology, Chemistry, Geology, and Physics to illustrate general aspects of Nature of Science.
A13	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.
A14	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.
A15	Un caso de Historia de la Ciencia para aprender Naturaleza de la Ciencia: Semmelweis y la fiebre puerperal.
A16	Historia de la ciencia para enseñar naturaleza de la ciencia: una estrategia para la formación inicial del profesorado de ciencia.
A17	Discussion of the Controversy Concerning a Historical Event Among Pre-service Teachers Contributions to Their Knowledge About Science, Their Argumentative Skills, and Reflections About Their Future Teaching Practices.
A18	Un modelo formativo para mejorar las ideas de los profesores sobre temas de Naturaleza de Ciencia y Tecnología.
A19	Naturaleza de las ciencias y formación de profesores de física. El caso de la experimentación.
A20	El efecto de un programa de formación para profesores sobre sus concepciones de naturaleza de la ciencia y tecnología.
A21	Understanding the Nature of Science Through a Critical and Reflective Analysis of the Controversy Between Pasteur and Liebig on Fermentation.
A22	Learner Characteristics and Understanding Nature of Science Is There an Association?
A23	Comprensión de futuros profesores de ciencia sobre aspectos epistémicos de la naturaleza de la ciencia en cuatro controversias de historia de la ciencia.
A24	The Effect of Research-Based Teaching on Prospective Science Teachers' Views on The Relationship Between Science and World Peace.
A25	Prospective biology teachers' understanding of the nature of science through an analysis of the historical case of Semmelweis and childbed fever.
A26	Concepções de Natureza da Ciência de futuros Professores de Química: reflexões a partir de um Programa de Formação orientado para a História e Filosofia da Ciência.
A27	The use of history of science on physics teaching as a social representation from pre-service teachers.



A28	Developing Preservice Teachers' Understanding of and Pedagogical Content Knowledge for History of Science–Integrated Science Instruction.
A29	History of Science (HOS) as a Vehicle to Communicate Aspects of Nature of Science (NOS): Multiple Cases of HOS Instructors' Perspectives Regarding NOS.
A30	Influências de conhecimentos de natureza da ciência no planejamento de aulas relacionadas à história da ciência.
A31	Una experiencia en la formación de docentes a partir de la historia y la filosofía de la química.
A32	Compreensões sobre natureza da ciência de uma licencianda em química a partir de suas reflexões sobre um estudo de caso histórico.
A33	What Messages a Documentary and Biographical Film Give About the Nature of Science to Prospective Science Teachers?
A34	Investigación basada en el diseño en la formación inicial de docentes para una enseñanza integrada de la naturaleza de la ciencia y el pensamiento crítico.
A35	Naturaleza de la ciencia en un objeto virtual de aprendizaje para el profesorado de ciencias en formación.
A36	Tell me a story, professor! The effect of historical science stories on academic achievement and motivation in a physics class.
A37	Naturaleza de la ciencia e historia de la ley de Boyle en futuros profesores de ciencias.
A38	Análise de aspectos de natureza da ciência expressos por uma professora em formação inicial no contexto de uma disciplina de história da química.
A39	A história que o filme Radioactive não conta e a percepção de alunos de licenciatura em física.
A40	Why and how teachers use nature of science in teaching quantum physics: Research on the use of an ecological teaching intervention in upper secondary schools.
A41	Developing Student Teachers' Conceptions of the Nature of Science: An Assessment of a Pre-service Science Teacher Programmer in Tanzania.

### Etapa 3 – Síntesis y análisis

Finalmente, con los artículos seleccionados se realiza la lectura a profundidad de cada uno, con el fin de sintetizar, analizar la información y dar respuesta a la pregunta planteada. Para esto, en la matriz Excel se identificaron los aspectos teóricos y prácticos relevantes en cada artículo con respecto a las contribuciones de la incorporación de la HC en la

formación de docentes, al considerar los resultados y conclusiones obtenidos en cada investigación.

## Resultados y Discusión

Considerando la lectura a profundidad realizada a los 41 artículos seleccionados en la revisión (Ver Tabla 2), se responderá a la pregunta de investigación planteada *¿cuáles han sido los aportes en los procesos de formación de docentes de la incorporación de la HC en las clases de ciencias?*

Para lo indicado anteriormente es importante resaltar que los procesos de formación de docentes de ciencias naturales son fundamentados en la didáctica de las ciencias, ya que esta posee un conjunto de explicaciones sobre la educación científica, que tiene como propósito mejorar los procesos educativos en las ciencias naturales, haciendo la ciencia enseñable a partir de la transposición didáctica y permitiendo resolver los problemas que se generan en la relación entre enseñanza y aprendizaje, contribuyendo así a la aparición del término “ciencia escolar” y a la formación y ejercicio docente en tanto que permite mejorar sus criterios reflexivos sobre la ciencia y la manera en que esta se enseña (Morales, 2015).

Debido a esto, las investigaciones analizadas resaltan la necesidad de contextualizar el concepto de ciencia, puesto que el concepto que tengan los docentes sobre esta influirá en cómo la enseñan. De allí la importancia de los procesos de formación docente, ya que a partir de estos es posible establecer formas de presentar la ciencia, no como algo rígido y absoluto, sino como una ciencia que tiene en cuenta el contexto en el que se desarrolla y que, al humanizarla, permite identificar las relaciones socio culturales que pueden influir en la actividad científica (Pineda y Botero, 2018).

Adicionalmente, la HC también ayuda de manera significativa a la comprensión que cada uno de los docentes tiene sobre la ciencia y su naturaleza, lo cual está estrechamente relacionado con lo que será enseñado por dichos docentes en el aula; lo anterior, lo menciona Hacieminoğlu (2014), donde todos los profesores que hicieron parte de la intervención consideraron importante integrar la HC en los cursos que diseñaron para mejorar la comprensión que sus estudiantes tenían sobre la ciencia.

Por lo tanto, es importante considerar que en la formación docente existen conocimientos científicos y conocimientos pedagógicos, pero para llevar a cabo un proceso educativo adecuado en ciencias naturales, deben plantearse retos para aprovechar al máximo el potencial de dichos conocimientos, ya que no es suficiente saber los contenidos propios de las ciencias naturales y querer enseñarlos, y tampoco lo es diseñar contenido pedagógico en el cual se indique que se debe enseñar (Pineda y Botero, 2018).

Es decir, la revisión de literatura da a conocer que no sólo a partir de la didáctica de las ciencias es posible lograr aprendizajes adecuados de las ciencias naturales, sino que es necesario incorporar la HC en su enseñanza, ya que permite establecer una visión más cercana a las formas en que se construye el conocimiento científico donde se resalta la importancia de ser críticos y objetivos para generar mejores relaciones en el proceso de enseñanza y de aprendizaje, tanto para el estudiante como para el docente (García-Martínez e Izquierdo, 2014).

Esto genera que los docentes y estudiantes consideren la ciencia como una producción humana que varía constantemente, lo cual permite realizar reflexiones sobre la ciencia y su naturaleza, entendiendo esta última como un conjunto de contenidos metacientíficos para la enseñanza de las ciencias, los cuales se desarrollan fundamentalmente en tres ejes: el epistemológico, que intenta responder a las preguntas qué es y cómo se construye la ciencia; el histórico, que presenta cómo cambia con el paso del tiempo; y el sociológico, que analiza la relación existente entre la ciencia, la sociedad y la cultura (Adúriz-Bravo, 2005).

Considerando lo anterior y profundizando un poco más en las contribuciones que las investigaciones seleccionadas han identificado al incorporar la HC en la formación de docentes, se ha identificado que contribuye positivamente a la comprensión de la Naturaleza de la Ciencia, la HC y los conceptos propios de las ciencias naturales, lo anterior permite a los docentes aumentar su nivel de confianza gracias a las habilidades que desarrollan para enseñar ciencias y la comprensión de varios aspectos importantes en el desarrollo del conocimiento científico (Rutt y Mumba, 2019).

En consecuencia, cuando los docentes se sienten capacitados y con confianza para enseñar ciencias naturales en sus clases, pueden lograr cinco objetivos (Stadermann y Goedhart, 2021; Justi y Mendonça, 2016):

1. Mejorar la comprensión conceptual de los temas que enseña.
2. Estimular el pensamiento crítico y la argumentación.

3. Despertar la curiosidad y el interés en sus estudiantes por el mundo que los rodea.
4. Conectar con el conocimiento previo y los contextos.
5. Indicar cómo funciona y se desarrolla la ciencia.

A su vez, las investigaciones indican que las intervenciones también permiten que los docentes tengan como referencia recursos adecuados para la enseñanza de las ciencias naturales a través de la HC, así como generar mayor motivación en los ambientes de aprendizaje, puesto que la HC permite involucrar a los estudiantes en el contenido científico y así, hacerlo más interesante.

Es llamativo ver las formas en como las investigaciones incorporan la HC por medio de diferentes recursos o estrategias para formar a los docentes en ciencias naturales, las cuales pueden servir también como recurso para que dichos docentes en formación las usen en sus clases, puesto que si ellos lograron aprender y motivarse por aprender sobre HC y sobre la ciencia en sí misma con dichas intervenciones, muy seguramente con la adaptación adecuada de dichos recursos, sus estudiantes también lograrán aprender y tener concepciones informadas sobre ciencia.

Por ejemplo, el uso de secuencias instructivas por medio de analogías y casos misteriosos para explicar el melanismo industrial (Rudge *et al.*, 2014), el uso del aprendizaje activo sobre la HC, para enseñar “la historia de la química” de manera infundida (Şendur *et al.*, 2014), y el uso de un caso controversial con preguntas que generan debates y argumentos como: ¿Merecía Fritz Haber ganar el Premio Nobel de Química por sintetizar amoníaco a partir de sus elementos?, donde se simula un juicio y se dividen los participantes en dos grupos: uno que defendía que Fritz Haber merecía ganar el premio (la Defensa), y otro que defendía la posición contraria (la Fiscalía) (Justi y Mendonça, 2016); las anteriores, son maneras de aumentar el interés tanto de los docentes en formación, como de sus propios estudiantes, así como estrategias para desarrollar la creatividad y comprender de manera más informada la ciencia (Şendur *et al.*, 2014).

Continuando con ejemplos motivadores e interesantes que sirven como estrategias didácticas para incorporar la HC y lograr comprensión sobre la ciencia tanto en docentes como en estudiantes, se identificó en la revisión que la generación de conflictos cognitivos, la formulación de nuevas preguntas para enriquecer debates y la introducción de información adicional en forma de ejemplos de otros casos de HC, hacen la intervención de los docentes algo más enriquecedor y adecuado para alcanzar los objetivos didácticos planteados, siendo esto también

actividades que el docente en formación aprende para aplicar en su práctica en el aula (Acevedo-Díaz et al., 2018).

Por otro lado, la incorporación de la HC también ayuda a que los docentes identifiquen los obstáculos y mitos que exponen en el aula cuando explican temáticas de ciencias naturales y lo cual puede generar concepciones desinformadas sobre la ciencia tanto en ellos como en sus estudiantes, por lo tanto, les permite prevenir o mitigar caer en errores como: la monumentalidad, la idealización, el dramatismo afectivo y la narración explicativa y justificativa.

Entendiendo a *la monumentalidad* como una forma de presentar a los científicos a manera de sobrehumanos, ignorando sus defectos. *La idealización*, como una forma de presentar el proceso investigativo como impecable y lineal, basado en el método científico universal *El dramatismo afectivo*, como una forma de otorgar una visión melodramática de los casos históricos y la ciencia es vista como triunfante y *la narración explicativa y justificativa*, como una forma en donde el conocimiento científico se presenta como exacto y absoluto, a causa de la lógica de que las metodologías científicas son adecuadas y por lo tanto, traen consigo conocimiento correcto (Acevedo-Díaz y García-Carmona, 2016).

Es importante en este apartado mencionar que las 41 investigaciones analizadas concuerdan en decir que la HC tiene un valor único para la comprensión de las ciencias naturales y de su naturaleza; por ende, resaltan que su uso debe ser adecuado, para que ese valor no se pierda y sea aprovechado de la mejor manera posible en los ambientes de aprendizaje, de allí la importancia de tener presente y no caer en los obstáculos nombrados anteriormente.

Considerando esto, se cuenta con gran variedad de recursos pertinentes para dicha incorporación, por ejemplo, el uso de viñetas a partir de relatos históricos ayuda a los docentes en formación a la generación de experiencias transformadoras en la enseñanza de las ciencias, lo que facilita el proceso de aprendizaje de los futuros docentes con respecto a cómo el uso de narraciones históricas permite comprender atributos importantes de la ciencia que por su importancia deben ser enseñados en el aula (Lewthwaite et al., 2012; Saritaş, 2020).

De igual manera, varios autores mencionan que la incorporación de la HC por medio del uso de controversias científicas, siendo estas definidas como una discusión de opiniones contrapuestas entre dos o más científicos, frente a un hecho o fragmento histórico que involucran las ideas frente a un mismo tema de investigación (Vallverdú, 2005; Pabón et al.,

2015), le permite a los docentes en formación comprender ampliamente aspectos de la ciencia y entender que la lectura crítica y reflexiva de estas narrativas, seguida de una discusión, es un excelente recurso para abordar algunos aspectos de la naturaleza de la ciencia (Justi y Mendonça, 2016; García-Carmona y Acevedo-Díaz, 2017).

Dentro de estos aspectos de naturaleza de la ciencia que la HC ayuda a abordar y comprender, se encuentran de acuerdo con Leal y Morales (2021), la importancia de las suposiciones en el desarrollo del conocimiento científico, el papel de las comunidades científicas y la relevancia de los errores en los procesos científicos; así como que potencia la creatividad y la imaginación, aspectos que hacen parte de la actividad científica.

Adicionalmente, Vázquez-Alonso y Manassero-Mas (2016) identificaron mejoras en aspectos como: características de los científicos, utilidad de las investigaciones científicas, comprensión de la ciencia como producto de la imaginación y la creatividad, y ayuda a concebir la ciencia como una práctica social, dando a conocer que, durante la producción del conocimiento científico, se producen dificultades, discusiones y colaboraciones entre los miembros de comunidad científica (Lima *et al.*, 2021).

Con respecto a lo anterior, se resalta como común denominador entre las investigaciones que efectivamente el uso de lecturas de casos y/o controversias de manera crítica y reflexiva, guiada por una discusión, es un importante recurso educativo que los docentes en formación pueden usar para el aprendizaje de algunos aspectos de la ciencia; adicionalmente coinciden en mencionar que los docentes en formación, después de ser parte de una intervención en donde se incluye la HC, cambian su concepción con relación a esta y la consideran como una herramienta motivadora, que permite involucrar a los estudiantes en el contenido científico y así, hacerlo más interesante. Por otro lado, también indican que los docentes al verse motivados por la intervenciones, sugieren muchas formas para abordar la HC en sus clases, cómo, por ejemplo, por medio de historias, cuentos, recreación de experimentos y discusión alrededor de controversias históricas (Aragón-Méndez *et al.*, 2019; Rutt y Mumba, 2019).

Además, en la investigación de Veloso *et al.*, (2020), se evidenció que por medio del uso de estas controversias, los docentes lograron percibir que la ciencia puede ser influenciada por diferentes factores, lo cual da cuenta de una ciencia no neutral y que los obstáculos que pueden presentarse en el camino investigativo hace que algunos científicos o comunidades científicas desistan de continuar con la investigación, dando

también una visión de ciencia no lineal, como nos lo indica Kragh (1989) por medio de la historia diacrónica.

Adicionalmente, un aspecto innovador encontrado en la revisión es la idea de generar una alfabetización científico tecnológica por medio del uso de un objeto virtual de aprendizaje para la incorporación de la HC en la formación de docentes, para la comprensión de la ciencia y su naturaleza, siendo este un aporte novedoso, puesto que dentro de la revisión no se encontraron muchas propuestas virtuales que utilicen episodios de HC y más aun considerando la indagación como parte fundamental en el diseño de dicho recurso, además, los ambientes virtuales son medios de fácil acceso y permiten llevar a cabo un proceso de enseñanza y de aprendizaje motivador (Berçot *et al.*, 2021).

Finalmente, los aspectos encontrados en las investigaciones permiten ver las dificultades y obstáculos que presentan los docentes en formación, al incorporar en el diseño y planeación de sus clases la HC, como, por ejemplo, la presentación de una ciencia lineal con un único método científico, la idealización y la presentación del conocimiento científico como exacto y absoluto. Abordar desde la investigación didáctica estas dificultades, representa una línea de acción que contribuye a la enseñanza por medio de la HC, así como generar aportes en el campo HPS.

Por consiguiente, un aspecto a considerar es que los docentes al enseñar ciencias naturales no siempre usan argumentos para justificar sus afirmaciones, y suelen usar menos evidencia para respaldar afirmaciones de temas experimentales, y más para temas históricos; lo que genera intencionalmente o no, una imagen de ciencia que implícitamente los estudiantes aprenden, ocasionando que cuando se hable de temas experimentales no se generen refutaciones ya que se considera válido y absoluto lo que se enseña, generando así implícitamente concepciones de aspectos de Naturaleza de la Ciencia que pueden ser más o menos informados, según sea el caso. Por ende, los docentes deben desarrollar más argumentos que transmitan la naturaleza dinámica del conocimiento científico y sean presentados de forma explícita los aspectos epistémicos y no epistémicos, para generar una imagen auténtica de la investigación científica, así como una mejor comprensión conceptual (Gray y Kang, 2014).

De igual forma, las opiniones que los docentes tienen sobre la naturaleza de la ciencia no siempre influyen directamente en sus prácticas educativas, sin embargo, sus conocimientos, si, por lo tanto, cuando estos docentes realizan actividades o explican diferentes temáticas, asumen que los estudiantes pueden hacer implícitamente sus deducciones y aprender

sobre ciencia de manera informada, pero, ha sido evidente que la transformación en las concepciones que tienen los estudiantes sobre ciencia no es significativa cuando el enfoque usado es implícito, por lo que se sugiere el bordaje de estos aspectos desde lo explícito (Hacieminoğlu, 2014; Martins, 2012).

## Conclusiones

Con relación a la revisión de literatura realizada es posible reiterar que la HC es concebida como una metaciencia efectiva en el proceso de enseñanza y de aprendizaje de las ciencias naturales, por lo tanto, es parte fundamental de los procesos de formación docente al permitir entre otras cosas la comprensión de la Naturaleza de la Ciencia y el aumento en los niveles de confianza de los docentes para enseñar ciencias.

Teniendo en cuenta esto, la HC se ha convertido en un recurso con gran potencial didáctico para ser aplicado en los procesos de formación docente y estos a su vez en sus propios diseños y planificaciones de clases, ya que, contribuirá a mejorar el desempeño académico de los estudiantes gracias a la motivación que la incorporación adecuada de la HC genera en los entornos de aprendizaje (Lima *et al.*, 2021), al ser un vehículo valioso para comunicar la ciencia y su naturaleza por contribuir al comunicar el impacto de las condiciones socioculturales en el desarrollo de esta y la existencia de más de un método científico, así como los cambios de la ciencia a lo largo del tiempo (McComas y Nouri, 2019).

Además, la incorporación de la HC en la formación docente, le permite a los futuros profesores de ciencias naturales reflexionar sobre su práctica y pensarse en que las actividades que propongan, bien sean experimentales o no, buscan generar comprensión sobre la ciencia con el fin de obtener aprendizajes significativos, tienen como propósito que haya un aprendizaje, para lo cual, deben generar motivación e interés por aprender, de manera que se propongan situaciones consistentes, que generen reflexiones explícitas sobre la ciencia y su historia y que puedan estar relacionadas con el contexto propio sus estudiantes y su cotidianidad. No se busca sólo que haya un aprendizaje de conceptos, sino que tanto el docente como sus futuros estudiantes puedan aplicar dichos conceptos a situaciones reconocidas de su entorno, tomando como referencia el conocimiento científico y los aspectos sociales y culturales que tienen relación con el fenómeno o suceso que se está enseñando.



Finalmente, como aspecto generalizador en el análisis realizado de las investigaciones, también es importante resaltar que la incorporación de HC en la formación docente ha permitido que el nivel de confianza sobre sus habilidades para enseñar ciencias aumente, gracias a la comprensión de varios aspectos importantes en el desarrollo del conocimiento científico, como lo son la importancia de las suposiciones, el error, la creatividad, la imaginación y el trabajo entre comunidades científicas; lo que hace ver nuevamente a la HC como una manera efectiva de apoyar el proceso de enseñanza y aprendizaje sobre el contenido científico y su naturaleza, así como herramienta para que los docentes que se encuentran en formación identifiquen los diferentes recursos que tienen para usarla, como por ejemplo, viñetas, líneas de tiempo, objetos virtuales de aprendizaje, experimentos y narrativas históricas, puesto que estos ayudan al aprendizaje de las ciencias en sus estudiantes ya que los acercan a la actividad científica y les permiten comprender como se llevan a cabo los procesos científicos y los factores socioculturales que influyen en dichos procesos (Almeida y Justi, 2020; Rutt y Mumba, 2019).

## Referencias Bibliográficas

- Acevedo-Díaz, J., Aragón, M. y García-Carmona, A. (2018). Comprensión de futuros profesores de ciencia sobre aspectos epistémicos de la naturaleza de la ciencia en cuatro controversias de historia de la ciencia. *Paper Knowledge. Toward a Media History of Documents*, 33(33). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7021282>
- 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 - CTS*, 11, 203–226. <https://www.redalyc.org/pdf/924/92447592011.pdf>
- Acevedo-Díaz, J., García-Carmona, A. y Aragón, M. (2016a). 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://doi.org/10.1016/j.eq.2016.12.003>
- Acevedo-Díaz, J., García-Carmona, A. y Aragón, M. (2016b). 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(4), 913–933. <https://doi.org/10.1590/1516-731320160040006>
- Acevedo-Díaz, J., García-Carmona, A. y Aragón, M. (2016c). 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. [https://doi.org/10.25267/rev\\_eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2016.v13.i2.13](https://doi.org/10.25267/rev_eureka_ensen_divulg_cienc.2016.v13.i2.13)
- Adúriz – Bravo, A. (2005). *Una introducción a la Naturaleza de la Ciencia*. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económico). <http://hdl.handle.net/11162/61554>
- Almeida, B. y Justí, R. (2020). Influences of knowledge of nature of science on planning of lessons related to history of science. *Investigacoes Em Ensino de Ciências*, 25(3), 433–453. <https://doi.org/10.22600/1518-8795.IENCI2020V25N3P433>
- Aragón-Méndez, M., Acevedo-Díaz, J. y García-Carmona, A. (2019). Prospective biology teachers' understanding of the nature of science through an analysis of the historical case of Semmelweis and childbed fever. *Cultural Studies of Science Education*, 14(3), 525–555. <https://doi.org/10.1007/s11422-018-9868-y>
- Berçot, F., Revel Chion, A. y Adúriz-Bravo, A. (2021). Naturaleza de la ciencia en un objeto virtual de aprendizaje para el profesorado de ciencias en formación. *Enseñanza de Las Ciencias. Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 39(1), 239–258. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3060>
- Bevilacqua, F. y Bordoni, S. (1998). New contents for new media: Pavia project physics. *Science & Education*, 7, 451–469. <https://doi.org/10.1023/A:1008663106429>
- Boido, G. y Lombardi, O. (2012). Anacronismo versus diacronismo en la historia de la ciencia. *Exactamente*, 51, 49. <http://www.fcen.uba.ar/fotovideo/EXm/NotasEXm51/exm51epistemologia.pdf>
- Brush, S. (1989). History of Science and Science Education. *Interchange*, 20, 60–70. <https://doi.org/10.1007/BF01807048>
- Cabrera, H., Durán, S. y Quintanilla, M. (2019). Análisis descriptivo de las concepciones sobre historia de las ciencias en profesores en formación inicial. *Revista Logos Ciencia & Tecnología*, 11(2), 34-45. <http://dx.doi.org/10.22335/rlct.v11i2.482>

- Fink, A. (2019). *Conducting research literature reviews: From the internet to paper*. Sage publications. [https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=0z1\\_DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Fink,+A.+\(2019\).+Conducting+research+literature+reviews:+From+the+internet+to+paper.+Sage+publications.&ots=15Lob1YUcF&sig=m8bvo9MAL\\_cT6chyJk-C\\_h-Ng9E#v=onepage&q=Fink%2CA](https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=0z1_DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Fink,+A.+(2019).+Conducting+research+literature+reviews:+From+the+internet+to+paper.+Sage+publications.&ots=15Lob1YUcF&sig=m8bvo9MAL_cT6chyJk-C_h-Ng9E#v=onepage&q=Fink%2CA)
- García-Carmona, A. y Acevedo-Díaz, J. (2017). Understanding the Nature of Science Through a Critical and Reflective Analysis of the Controversy Between Pasteur and Liebig on Fermentation. *Science and Education*, 26(1-2), 65-91. <https://doi.org/10.1007/s11191-017-9876-4>
- García-Martínez, A. y Izquierdo Aymerich, M. (2014). Contribución de la Historia de las Ciencias al desarrollo profesional de docentes universitarios. *Enseñanza de las Ciencias*, 32 (1), 265-28. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.758>
- Gray, R. y Kang, N. (2014). The Structure of Scientific Arguments by Secondary Science Teachers: Comparison of experimental and historical science topics. *International Journal of Science Education*, 36(1), 46-65. <https://doi.org/10.1080/09500693.2012.715779>
- Hacieminoğlu, E. (2014). How in-service science teachers integrate history and nature of science in elementary science courses. *Kuram ve Uygulamada Egitim Bilimleri*, 14(1), 353-372. <https://doi.org/10.12738/estp.2014.1.1979>
- Justi, R. y Mendonça, P. (2016). Discussion of the Controversy Concerning a Historical Event Among Pre-service Teachers: Contributions to Their Knowledge About Science, Their Argumentative Skills, and Reflections About Their Future Teaching Practices. *Science and Education*, 25(7-8), 795-822. <https://doi.org/10.1007/s11191-016-9846-2>
- Kragh, H. (1989). *Una introducción a la Historiografía de la Ciencia*, Trad. Cast.: Barcelona, Crítica.
- Leal, A. y Morales, E. (2021). Naturaleza de la Ciencia e historia de la ley de Boyle en futuros profesores de ciencias. *Enseñanza de Las Ciencias. Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 39(1), 175-193. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2918>
- Lewthwaite, B., Murray, J. y Hechter, R. (2012). Revising teacher candidates' views of science and self: Can accounts from the history

- of science help? *International Journal of Environmental and Science Education*, 7(3), 379–407. <https://eric.ed.gov/?id=EJ990525>
- Lima, M. , Ibraim, S. y Santos, M. (2021). Análise De Aspectos De Natureza Da Ciência Expressos Por Uma Professora Em Formação Inicial No Contexto De Uma Disciplina De História Da Química. *Ensaio Pesquisa Em Educação Em Ciências (Belo Horizonte)*, 23, 1–19. <https://doi.org/10.1590/1983-21172021230104>
- Martins, A. (2012). História, filosofia, ensino de ciências e formação de professores: desafios, obstáculos e possibilidades. *Educação: Teoria e Prática*, 22(40), 05–25. <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/educacao/article/view/6268>
- McComas, W. y Nouri, N. (2019). History of Science (HOS) as a vehicle to communicate aspects of Nature of Science (NOS): Multiple cases of HOS instructors' perspectives regarding NOS. *Research in Science Education*. <https://doi.org/10.1007/s11165-019-09879-9>
- Morales, O. (2015). *La didáctica de las ciencias y su relación con la historia y la filosofía de la ciencia. Educación en ciencias: experiencias investigativas en el contexto de la didáctica, la historia, la filosofía y la cultura*, 15-34. [https://die.udistrital.edu.co/sites/default/files/doctorado\\_ud/publicaciones/didactica\\_ciencias\\_y\\_su\\_relacion\\_con\\_historia\\_y\\_filosofia\\_ciencia.pdf](https://die.udistrital.edu.co/sites/default/files/doctorado_ud/publicaciones/didactica_ciencias_y_su_relacion_con_historia_y_filosofia_ciencia.pdf)
- Niaz, M. (2012). Filosofía de la química o historia y filosofía de la ciencia como guía para comprender. *Educación química*, 23, 244 - 247. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0187-893X2012000600001&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-893X2012000600001&lng=es&tlng=es).
- Okoli, C. (2015). A guide to conducting a standalone systematic literature review. *Communications of the Association for Information Systems*, 37(1), 879–910. <https://doi.org/10.17705/1cais.03743>
- Pabon, 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. *Educacion Quimica*, 26(3), 224–232. <https://doi.org/10.1016/j.eq.2015.05.007>
- Pineda, P. y Botero, J. (2018). Análisis de los ambientes virtuales de aprendizaje construidos por docentes de química en formación para contextos inclusivos. <https://tinyurl.com/2y2vtll>

- Rudge, D., Cassidy, D., Fulford, J. y Howe, E. (2014). Changes Observed in Views of Nature of Science During a Historically Based Unit. *Science and Education* (Vol. 23, Issue 9). <https://doi.org/10.1007/s11191-012-9572-3>
- Rutt, A. y Mumba, F. (2019). Developing Preservice Teachers' Understanding of and Pedagogical Content Knowledge for History of Science–Integrated Science Instruction. *Science and Education*, 28(9–10), 1153–1179. <https://doi.org/10.1007/s11191-019-00089-3>
- Sarıtaş, D. (2020). What Messages a Documentary and Biographical Film Give About the Nature of Science to Prospective Science Teachers? *International Journal of Progressive Education*, 16(2), 262–278. <https://doi.org/10.29329/ijpe.2020.241.18>
- Şendur, G., Polat, M., Toku, A. y Kazancı, C. (2014). Active learning applications in the history of chemistry: Pre-service chemistry teachers' level of knowledge and views. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 15(2), 1–31. <https://tinyurl.com/26rtvkc9>
- Stadermann, H. y Goedhart, M. (2021). Why and how teachers use nature of science in teaching quantum physics: Research on the use of an ecological teaching intervention in upper secondary schools. *Physical Review Physics Education Research*, 17(2), 20132. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.17.020132>
- Vallverdú, J. (2005). ¿Cómo finalizan las controversias? Un nuevo modelo de análisis: la controversia histórica de la sacarina. *Revista CTS*, 2(5), 19-50. <http://www.scielo.org.ar/img/revistas/cts/v2n5/html/v2n5a02.htm>
- Vázquez-Alonso, Á, y Manassero-Mas. (2016a). El efecto de un programa de formación para profesores sobre sus concepciones de naturaleza de la ciencia y tecnología. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación Del Profesorado*, 19, 223–240. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=217045747018>
- Veloso, G., Mendonça, P. y Mozzer, N. (2020). Compreensões Sobre Natureza Da Ciência De Uma Licencianda Em Química a Partir De Suas Reflexões Sobre Um Estudo De Caso Histórico Tt - Entendimientos Acerca De La Naturaleza De La Ciencia De Una Estudiante De Grado En Química a Partir De Sus Reflexiones. *Ensaio Pesquisa Em Educação Em Ciências (Belo Horizonte)*, 22, 1–23. [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1983-21172020000100344&lang=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-21172020000100344&lang=pt)

### Forma de citar este artículo

Pineda-Ávila, P. N., Ayala-Villamil, L. A. y García-Martínez, A. (2023).  
Formación de Docentes de Ciencias Naturales a través de la Historia de la  
Ciencia. *Revista Latinoamericana de Educación Científica, Crítica y  
Emancipadora (LadECiN)*, 2(1), 119-140.  
<https://doi.org/10.5281/zenodo.8115198>