



Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de
las Ciencias
ISSN: 1697-011X
revista.eureka@uca.es
Universidad de Cádiz
España

Visiones sobre la naturaleza de la ciencia en docentes: Pistas para pensar cambios en su formación

**Amador-Rodríguez, Rafael; Valencia Cobo, Jorge Alberto; Lozano, Eduardo; Flórez Nisperuza, Elvira
Patricia; Adúriz-Bravo, Agustín**

Visiones sobre la naturaleza de la ciencia en docentes: Pistas para pensar cambios en su formación
Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, vol. 20, núm. 1, 2023
Universidad de Cádiz, España

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92072334001>

DOI: https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2023.v20.i1.1601

Visiones sobre la naturaleza de la ciencia en docentes: Pistas para pensar cambios en su formación

Views on the nature of science in teachers: Input to think about changes in their training

Rafael Amador-Rodríguez
Instituto de Estudios en Educación (IESE) de la
Universidad del Norte. Barranquilla, Colombia
ryamador@uninorte.edu.co

 <https://orcid.org/0000-0003-2182-6402>

DOI: https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2023.v20.i1.1601
Redalyc: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92072334001>

Jorge Alberto Valencia Cobo
Observatorio de Educación del Caribe Colombiano de la
Universidad del Norte. Barranquilla, Colombia
javalenciac@uninorte.edu.co

 <https://orcid.org/0000-0003-1402-2369>

Eduardo Lozano
Centro de Estudios e Investigación en Educación de la
Universidad Nacional de Río Negro. Viedma, Argentina
elozano@unrn.edu.ar

 <https://orcid.org/0000-0002-4897-6673>

Elvira Patricia Flórez Nisperuza
Departamento de Ciencias Naturales y Educación
Ambiental de la Universidad de Córdoba, Colombia
epatriciaflores@correo.unicordoba.edu.co

 <https://orcid.org/0000-0003-4621-8382>

Agustín Adúriz-Bravo
CONICET-Instituto CeFIEC. Facultad de Ciencias
Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. Ciudad
Autónoma de Buenos Aires, Argentina
aadurizbravo@cefiec.fcen.uba.ar

 <https://orcid.org/0000-0002-8200-777X>

Recepción: 25 Octubre 2021

Revisado: 15 Febrero 2022

Aprobación: 11 Julio 2022

RESUMEN:

Se investigaron las visiones sobre la naturaleza de la ciencia (NOS) en un grupo de 105 profesoras y profesores en formación postgradual en dos programas de Maestría en educación de Colombia. El tipo de investigación propuesto en este estudio fue mixto: los análisis cuantitativos permitieron formular estadísticamente dos perfiles epistemológicos para las visiones de NOS del profesorado participante; los cualitativos, caracterizar esas visiones, que resultaron eclécticas, en el marco de los perfiles epistemológicos propuestos. A partir de los resultados obtenidos, que muestran que los sujetos bajo estudio detentan unas visiones acerca de qué es la ciencia inadecuadas desde el punto de vista de las prescripciones curriculares vigentes, se plantea la necesidad de introducir un componente metacientífico explícito desde el comienzo mismo de la formación inicial del profesorado y se aportan ideas en tal sentido.

PALABRAS CLAVE: Naturaleza de la ciencia, visiones del profesorado, perfiles epistemológicos, épocas de la filosofía de la ciencia, aspectos de la filosofía de la ciencia.

ABSTRACT:

We studied the views on the nature of science (NOS) in a group of 105 teachers in post-graduate training in two Master's programs in education in Colombia. The research proposed in our study used mixed methods: quantitative analyses made it possible to statistically formulate two epistemological profiles for the NOS views of the participating teachers; qualitative analyses allowed characterizing those views, which proved to be eclectic, in the framework of the proposed epistemological profiles. On the basis of the results obtained, which show that subjects under study hold views on what science is that are inadequate from the point of view of the current curriculum prescriptions, we argue in favor of introducing an explicit meta-scientific component from the very beginning of pre-service teacher education and we present ideas along this line.

KEYWORDS: Nature of science, teachers' views, epistemological profiles, periods of the philosophy of science, topics of the philosophy of science.

INTRODUCCIÓN

La investigación en el campo de la didáctica de las ciencias naturales (o experimentales) tiene desde hace varias décadas un fuerte interés por el desarrollo profesional docente. Investigadores como Perafán y Adúriz-Bravo (2002) señalan que, dentro del conocimiento de los profesores y profesoras, interesa conocer a fondo las *visiones epistemológicas* (es decir, relacionadas con la filosofía de la ciencia) que ellos sostienen, puesto que estas pueden influir de múltiples maneras en las traducciones curriculares, en las prácticas de aula, en la evaluación y en la concepción de ciencia escolar que se enseña, entre varios otros aspectos. Sin embargo, está claro que falta investigación empírica al respecto de cuál es el impacto de la llamada “epistemología del profesor” (es decir, el conjunto de ideas de carácter metacientífico a las que un docente adhiere) en su desempeño profesional.

Una de las cuestiones más resaltadas en las investigaciones diagnósticas del llamado conocimiento profesional del profesorado de ciencias es la falta de una comprensión adecuada de los principios de la naturaleza de la ciencia, llamada “NOS” por sus siglas en inglés (Acevedo-Díaz *et al.* 2007; Ravanal y Quintanilla 2010; Vázquez *et al.* 2013). En general, las visiones sobre NOS del profesorado son frágiles, muy alejadas de las conceptualizaciones expertas de la filosofía de la ciencia e inadecuadas respecto del mandato curricular vigente. Ello haría que las y los docentes no estén equipados con herramientas metateóricas apropiadas para contribuir a que sus estudiantes elaboren unas imágenes de ciencia y de científico ajustadas a las prescripciones de enseñanza y a las necesidades sociales (Adúriz-Bravo y Pujalte 2020).

Entenderemos aquí la NOS como un conjunto de contenidos metacientíficos seleccionados por su valor para la educación científica, sobre los cuales se realiza una adecuada transposición didáctica. Tales contenidos se traen desde distintas escuelas y autores de la filosofía de la ciencia del siglo XX, se los ambienta en episodios paradigmáticos de la historia de la ciencia y se los revisa críticamente desde la sociología de la ciencia (Adúriz-Bravo 2005). Se ha propuesto que una de las finalidades de esta NOS así configurada es la “instrumental” (Adúriz-Bravo 2005): así, se argumenta que la NOS constituye una herramienta poderosa para mejorar la enseñanza y el aprendizaje de los contenidos científicos. Un sólido conocimiento metacientífico en el profesorado permite el diseño e implementación de actividades de enseñanza en las que los estudiantes puedan entender mejor los contenidos y las formas de pensar de las ciencias naturales en relación con otros modos de conocer el mundo.

El presente estudio pretende dar un paso más en el conjunto de contribuciones a la investigación en el área de visiones sobre NOS en el profesorado de ciencias de nivel secundario (estudiantes de 12 a 17 años). El objetivo principal es analizar cualitativamente las respuestas que un grupo de profesoras y profesores que están atravesando formación postgradual dan a un cuestionario tipo Likert, a fin de determinar en qué medida sus visiones sobre la naturaleza de la ciencia se correlacionan con períodos específicos de la filosofía de la ciencia

profesional del siglo XX. Con ese propósito, este estudio se sirvió de un referencial didáctico específico que caracteriza la filosofía de la ciencia en términos de unas *épocas* y *aspectos*, tal como se explicará más abajo.

Por otra parte, se implementó el mismo cuestionario a un grupo profesorado en formación inicial en un programa universitario orientado desde presupuestos de la filosofía de la ciencia reciente y actual, con el objetivo de establecer si una formación de NOS explícita incide en las visiones de esos docentes, de modo de poder compararlas con las del profesorado en formación postgradual bajo estudio.

REFERENTES CONCEPTUALES

Visiones sobre la NOS

Hace ya tres décadas, Daniel Gil-Pérez propuso, en su artículo titulado “¿Qué hemos de saber y saber hacer los profesores de ciencias?”, que el profesorado ha de tener un conocimiento *de* y *sobre* la ciencia para poder enseñarla (Gil-Pérez 1991). Ningún profesor de ciencias puede enseñar aquello que no sabe (Vázquez y Manassero-Mas 2015), por lo que la investigación sobre las concepciones científicas y metacientíficas poco informadas que pueda tener el profesorado es esencial para propiciar su mejora. En el caso del conocimiento sobre la NOS, lo deseable es sintonizar los saberes docentes con modelos epistemológicos recientes que sean pertinentes en relación con el mandato curricular y, además, proveerles de saberes metacientíficos que sean instrumentales para mejorar la enseñanza de y sobre la ciencia al estudiantado.

La abundante investigación desarrollada en la didáctica de las ciencias ha mostrado que las visiones del profesorado sobre NOS no están vinculadas con posturas teóricas recientes y actuales sobre la actividad científica disponibles en el ámbito de las metaciencias (Acevedo-Díaz 2000; Lederman *et al.* 2002; Solís Ramírez *et al.* 2012; Vázquez y Manassero 2013). Reportes de estudios que han caracterizado las visiones o concepciones sobre la NOS en profesores afirman que los docentes tienen muchos conceptos ingenuos o errados sobre la actividad científica; este bagaje conceptual podría generar problemas a la hora de enseñar ciencias naturales apuntando a una educación de calidad que aspire a la formación de ciudadanía (Jun-Young y Lederman 2018; Tecpan-Flores y Zavala-Enríquez 2017). Muchas investigaciones señalan que las visiones del profesorado sobre NOS se relacionan con posicionamientos filosóficos de la ciencia fuertemente clásicos (Lin y Chen 2002), tales como el empirioinductivismo, el realismo metafísico o el positivismo, caracterizados por ideas fuerza del siguiente tipo:

- La ciencia es un cuerpo de conocimiento consistente formado por hechos y teorías que se consideran verdaderos, en el sentido de estar contrastados con los datos observacionales.
- El cambio de teorías y el progreso científico se producen cuando existe una verificación experimental de las nuevas teorías a través de la aplicación de una metodología científica objetiva y universal.
- La verificación se realiza a través de un método científico universal de carácter empirista e inductivista.

La tendencia mayoritaria en las investigaciones que se han encargado de caracterizar las visiones sobre la NOS en el profesorado de ciencias ha sido la de realizar un análisis en bloque, es decir, sin matices en cuanto a las diferentes posturas, escuelas, estilos y épocas epistemológicas. Algunos autores, sin embargo, han propuesto recurrir a una mayor finura epistemológica para caracterizar esas visiones, introduciendo un grado de detalle superior (por ejemplo: Irzik y Nola 2011; Matthews 2012). Es en este nuevo enfoque en el que se inscribe nuestro trabajo.

Propuesta epistemológica para caracterizar las visiones sobre la NOS en el profesorado

En nuestras investigaciones, hemos propuesto alinear las visiones sobre la NOS del profesorado de ciencias con formulaciones canónicas de cinco grandes épocas de la filosofía de la ciencia del siglo XX (Amador-Rodríguez 2018; Amador-Rodríguez y Adúriz-Bravo 2021):

- Positivismo lógico y concepción heredada (PL/CH): Se destaca de esta época el análisis sintáctico de las teorías, es decir, el análisis de su estructura separada de los procesos de formulación.
- Racionalismo crítico (RC): Para esta época epistemológica, el progreso científico se produce por el repetido derrocamiento de las teorías por medio de la *falsación* y su reemplazo por otras más satisfactorias, a través del sucesivo planteamiento de conjeturas seguidas de intentos sistemáticos de refutación.
- Nueva filosofía de la ciencia (NFC): Desde esta época se pone en duda la distinción tajante entre el contexto de descubrimiento y el contexto de justificación de las teorías científicas.
- Filosofía de la ciencia postkunianiana (PK): Las formulaciones de esta época consideran que la ciencia no constituye un sistema “unificado” de prácticas sobre las cuales se puedan expresar generalizaciones válidas.
- Visiones recientes y actuales (VRA): Se destaca de esta época que una teoría es concebida como una familia de modelos que presentan relaciones lógicas y experimentales entre ellos que aseguran la coherencia a la actividad científica.

Cada época de la filosofía de la ciencia se configura como un conjunto de modelos epistemológicos útiles para teorizar sobre qué es la ciencia e interpretar algunos aspectos centrales de la actividad científica, tales como las relaciones entre teorías y hechos, la forma en que razona la comunidad científica, el lenguaje que se construye para representar el mundo, los contextos en los que se desarrolla la actividad científica, los valores epistémicos y no epistémicos presentes en la ciencia, las elecciones racionales entre teorías o modelos rivales, etc. Sostenemos que las cinco épocas que hemos seleccionado para este trabajo (siguiendo a Amador-Rodríguez 2018) generan argumentos sobre esos aspectos que son información fundamental para caracterizar las visiones sobre la NOS presentes en el profesorado de ciencias (Amador-Rodríguez *et al.* 2021).

A su vez, hemos agrupado las distintas cuestiones de la ciencia que nos interesa tematizar, en la población de profesores en formación posgradual que investigamos en este estudio, en diez aspectos (Tabla 1) de la filosofía de la ciencia (Amador-Rodríguez 2018). Tales aspectos tienen una vinculación sustancial con cuestiones importantes de la enseñanza de las ciencias reconocidas desde la didáctica (Amador-Rodríguez y Adúriz-Bravo 2021). Nombramos los aspectos con términos técnicos extraídos del lenguaje propio de la filosofía de la ciencia, a saber: correspondencia, racionalidad, representación, lenguajes, intervención, método, contextos, valores, evolución y juicio.

TABLA 1
 Descripción de los diez aspectos de la filosofía de la ciencia utilizados en este estudio.

Correspondencia	Describe la forma en que las teorías, leyes, modelos e hipótesis se relacionan con la realidad.
Racionalidad	Alude a las elecciones que realizan los integrantes de la comunidad científica para la evaluación, justificación y aceptación de las teorías o los modelos científicos.
Representación	Describe la forma en que los científicos representan o modelizan los fenómenos.
Lenguajes	Refiere a la forma en que los científicos acuden a recursos de tipo simbólico, semiótico, expresivo, para definir, describir, expresar y comunicar las teorías o modelos científicos.
Intervención	Refiere a la experimentación, la observación, la simulación, etc., como actividades utilizadas en la ciencia para saber acerca del mundo.
Método	Alude a la existencia o no de métodos como reglas prescriptivas para orientar la actividad científica.
Contextos	Refiere a la existencia de unos contextos o ámbitos reconocibles en los que se encuadran las diferentes actividades de la ciencia.
Valores	Engloba los valores epistémicos y no epistémicos que guían las acciones humanas en la actividad científica.
Evolución	Alude al modelo de cambio científico que han formulado los especialistas para entender la actividad científica a lo largo del tiempo.
Juicio	Refiere a las decisiones que toman los científicos individuales o la comunidad científica por una u otra teoría o modelo científico.

Ahora bien, si recorremos cada uno de estos diez aspectos de la ciencia desde las cinco grandes épocas de la filosofía de la ciencia del siglo XX, podemos obtener 50 criterios de análisis disyuntivos que proporcionan un mapa muy completo de posicionamientos epistemológicos (ver Amador-Rodríguez 2018; Amador-Rodríguez y Adúriz-Bravo 2021). Tal mapa puede usarse para determinar con finura las visiones sobre la NOS del profesorado participante en este estudio. En la Tabla 2 se muestran algunos de esos 50 criterios surgidos a partir de interpretar un aspecto de la filosofía de la ciencia desde una época, a modo de *ejemplo* para comprender los perfiles epistemológicos en el profesorado.

TABLA 2
Ejemplos de construcción de los criterios de análisis:
cruce de aspectos de la filosofía de la ciencia con épocas.

Época de la filosofía de la ciencia	Positivismo lógico y concepción heredada (PL/CH)	El vínculo entre los conceptos teóricos y la experiencia se establece a través de enunciados que conectan términos teóricos con términos que refieren a entidades directamente observables.	Correspondencia	Aspectos de la filosofía de la ciencia
	Racionalismo crítico (RC)	Las teorías científicas deben interpretarse como más o menos próximas a la verdad; se establece una correspondencia entre lo que dicen las teorías y lo que el mundo es.		
	Nueva filosofía de la ciencia (NFC)	No se puede decir que un nuevo paradigma sea objetivamente mejor que el anterior porque resuelve más o mejores problemas; el cambio de paradigma implica no solo un cambio en las teorías, sino en las normas y en los métodos de investigación.	Racionalidad	
	Filosofía de la ciencia postkuhniana (PK)	Hacer elecciones racionales en la ciencia consiste simplemente en buscar incrementar la eficacia en la resolución de problemas de las teorías que aceptamos, sin presuponer nada sobre su verdad.	Representación	
	Positivismo lógico y concepción heredada (PL/CH)	Las teorías científicas están conformadas por un conjunto de afirmaciones lógicas que pretenden, una vez interpretadas, decir algo del mundo.		
	Visiones recientes y actuales (VRA)	Presentar una teoría no es presentar una clase de axiomas, las teorías no se identifican metateóricamente con conjuntos de enunciados; presentar una teoría es presentar una clase de modelos, las teorías se identifican metateóricamente como conjuntos de modelos.	Lenguajes	
	Racionalismo crítico (RC)	Si las conclusiones deducidas de la teoría sometida a contrastación entran en conflicto con los enunciados básicos admitidos por la comunidad científica, entonces la teoría debe ser considerada errónea y, por tanto, queda refutada y debe ser sustituida por otra mejor.		
	Nueva filosofía de la ciencia (NFC)	Las leyes científicas son generalizaciones simbólicas que funcionan como expresiones que se dan dentro de un sistema matemático puro.		

Interrogantes y objetivos de la investigación

Algunas investigaciones, como la de Flores Camacho y colaboradores (2007) o la de Gallegos y Garritz (2007), han propuesto que las visiones del profesorado de ciencias sobre la NOS se pueden agrupar según unos *perfiles epistemológicos* que otorgan información sobre la diversidad de ideas en torno a la ciencia que profesores y profesoras puedan tener en función de las afirmaciones que se les pida discutir en relación con la actividad científica. Los perfiles permiten ubicar al profesorado dentro de las principales épocas de la filosofía de la ciencia, habilitando un análisis teórico de visiones que, en muchos casos, son poco estructuradas y no explícitas. Bachelard (1973), en su libro *La filosofía del no*, formuló la idea de “perfil epistemológico” haciendo referencia a la diversidad de posiciones que una persona tiene en relación con su conocimiento científico. Él también analizaba las ideas metacientíficas desde diversas corrientes y perspectivas epistemológicas. En su libro, Bachelard pone énfasis en el hecho de que el pensamiento de los individuos no es homogéneo y que las personas recurren a diversas aproximaciones epistemológicas para una misma entidad conceptual.

A partir de esta propuesta teórica, vamos a entender que un perfil epistemológico que agrupa concepciones metacientíficas se puede representar por medio de un diagrama de componentes que permite revelar huellas de las épocas (y con ello, de las corrientes de pensamiento) de la filosofía de la ciencia que han influido en la construcción de tales concepciones. Adaptar la definición de Bachelard de perfiles epistemológicos para el análisis de visiones sobre la actividad científica posibilita la elucidación de posicionamientos (filosóficos) de los individuos en relación a su pensamiento en torno a la ciencia como actividad humana (Viau y Moro 2011).

Desde el marco teórico anterior, se formulan los siguientes interrogantes para el presente estudio:

- ¿Qué perfiles epistemológicos subyacen a las visiones sobre la NOS de profesores de ciencias en formación posgradual?

- ¿Es posible reconocer en esos profesores unos perfiles puros, directamente relacionables con escuelas filosóficas del siglo XX?

A su vez, los objetivos propuestos para el desarrollo de la investigación son:

- Determinar las visiones epistemológicas que tienen profesores en formación posgradual respecto de la naturaleza de la ciencia (NOS).

- Caracterizar esas visiones sobre la NOS con cierto grado de finura aplicando para ello el sistema de épocas y aspectos propuesto.

- Identificar la presencia de unos perfiles epistemológicos en la muestra y evaluar cuán puros son en términos de la filosofía de la ciencia del siglo XX.

METODOLOGÍA

La investigación tiene una fase inicial ajustada a un estudio de tipo cuantitativo con el uso de algunos parámetros estadísticos; la premisa central de esta fase es obtener una imagen holística de las visiones sobre la NOS en profesores de ciencias en formación posgradual. Sigue una segunda fase cualitativa de caracterización más fina de los perfiles epistemológicos que aparecen en la muestra de docentes que seleccionamos para el estudio.

La muestra está formada por 105 profesores: 13 hombres y 23 mujeres estudiantes de una Maestría en Educación de una Universidad de carácter privado de Colombia, y 29 hombres y 40 mujeres estudiantes de una Maestría en Didáctica de una Universidad de carácter público de Colombia. Estos dos programas de Maestría tienen por objetivo contribuir a la formación teórica y metodológica en enseñanza de las ciencias naturales de profesorado en ejercicio, por lo que en su plan de estudios aparecen cursos en los que se abordan contenidos específicos de la filosofía de la ciencia y la didáctica de las ciencias, puestos al servicio de entender la problemática de la enseñanza de las ciencias desde lo conceptual y lo pragmático.

Instrumento

En el presente estudio, los datos se recopilaron mediante un cuestionario Likert, en el entendimiento de que la llamada escala de Likert permite conocer el grado de conformidad del encuestado acerca de un objeto, tema, aspecto, etc. El instrumento estuvo constituido por 50 ítems (enumerados en Amador-Rodríguez 2018); como se indicó cuando se explicó la tabla 1, estos ítems refieren a los diez aspectos de la actividad científica seleccionados en nuestra investigación, interpretados desde cada una de las 5 épocas de la filosofía de la ciencia referenciadas más arriba.

La tesis de este estudio es que nuestro instrumento, al estar conformado por afirmaciones con una alta carga teórica desde lo epistemológico, permite la identificación de visiones sobre la NOS más puras o más eclécticas, es decir, más o menos fuertemente relacionadas con alguna de las épocas epistemológicas asumidas en la investigación.

La implementación del instrumento se realizó durante los cursos de formación postgradual 2018 y 2019. La información recogida fue tabulada y sistematizada para luego realizarse un análisis estadístico descriptivo con el propósito de determinar y caracterizar las visiones sobre la NOS en el profesorado participante y establecer, a partir de ello, unos perfiles epistemológicos. La información recopilada admitió una descripción e interpretación según las cinco épocas de la filosofía de la ciencia asumidas como criterio principal de análisis.

Análisis de datos

El tratamiento y la interpretación de los datos recogidos a través de la implementación del cuestionario se realizaron en dos momentos, correspondientes a las fases del estudio arriba descritas. El primer momento implicó un *análisis factorial*, siendo este una técnica de análisis estadístico multivariado que permite identificar un conjunto reducido de variables (suplentes) para sustituir el conjunto mayor de variables observadas, dado que estas, tomadas en su totalidad, no presentan prima facie correlación significativa para el estudio. Así, las nuevas variables emergidas del tratamiento estadístico *se fabrican para mostrar correlaciones útiles*.

Para realizar el análisis factorial, se seleccionó la técnica de componentes principales, identificando variables subyacentes o factores a partir de hipótesis de explicación estadística de la varianza en la muestra. Los factores identificados en este estudio se fabrican intentando responder a la idea teórica de perfil epistemológico desarrollada anteriormente.

En lo que respecta al segundo momento, de análisis cualitativo, se buscó dar interpretación a los factores construidos como perfiles epistemológicos, haciendo inferencias a partir del contenido de las afirmaciones del instrumento. El estudio completo, entonces, se presenta bajo una aproximación de métodos mixtos, que construye perfiles a partir de la estadística y luego los interpreta en términos de visiones sobre la NOS con cierto grado de coherencia.

RESULTADOS

Como se indicó en el apartado metodológico, la primera etapa de la investigación se centró en construir unos perfiles epistemológicos a través del uso de factores. En primer lugar, fue necesario establecer la posibilidad y pertinencia de un análisis factorial de los datos obtenidos a partir de la implementación del cuestionario Likert; para ello, se verificó la llamada adecuación muestral por medio de la prueba KMO (Kaiser-Meyer-Olkin). Los resultados evidenciaron una bondad de ajuste aceptable, con un coeficiente de 0,728. Por su parte, los resultados de la prueba de esfericidad de Bartlett, con un $\chi^2=3398,240$ y un valor de $P=0,00$, muestran que la matriz de correlación es distinta a la matriz identidad. Estos resultados sustentan la idoneidad de la aplicación del análisis factorial.

En cuanto a las dimensiones obtenidas en el análisis factorial, la extracción arrojó que 2 factores, definidos como patrones de relación entre las puntuaciones de épocas y aspectos, explican el 60,61% de la varianza común entre grupos (Mavrou 2015). Si bien no existen generalizaciones con respecto a los umbrales de aceptabilidad para los porcentajes a utilizar (Peterson 2000), se asume que es necesario tener más varianza explicada que la que queda sin explicar. Por tanto, Merenda (1997) propone que una regla a seguir es que el número de factores o componentes reales den cuenta de al menos 50% de la varianza total.

Como se muestra en la tabla 3, el primer factor identificado agrupa 3 épocas de la filosofía de la ciencia: Visiones recientes y actuales, Nueva filosofía de la ciencia y Filosofía de la ciencia postkunjianiana, presentando la primera época la mayor carga factorial del grupo. Además, se determinó que este primer factor se vincula fuertemente a 6 aspectos de la actividad científica: Evolución, Representación,

Lenguajes, Correspondencia, Valores y Juicio. Esta combinación se puede interpretar como un primer perfil epistemológico del profesorado en formación posgradual identificable en este grupo.

El segundo factor se constituye de 2 épocas: Positivismo lógico y concepción heredada y Racionalismo crítico, cruzadas con 4 tópicos: Intervención, Método, Racionalidad y Contextos. Esta agrupación se puede interpretar con el segundo perfil epistemológico emergente en el grupo de docentes bajo estudio.

Cabe destacar que las épocas Nueva filosofía de la ciencia y Filosofía de la ciencia postkunianiana tuvieron una alta puntuación en ambos factores. Es presumible, entonces, que en los perfiles subyacentes se puedan encontrar características de las dos épocas.

TABLA 3
Matriz de componentes rotada*

Épocas/Aspectos	Componente	
	Factor 1, identificado con un perfil epistemológico 1	Factor 2, identificado con un perfil epistemológico 2
Visiones recientes y actuales (VRA)	0.864	
Evolución	0.736	
Representación	0.707	
Lenguajes	0.698	
Nueva filosofía de la ciencia (NFC)	0.695	0.510
Correspondencia	0.644	
Filosofía de la ciencia postkunianiana (PK)	0.632	0.571
Valores	0.512	
Juicio	0.511	0.501
Intervención		0.793
Positivismo lógico y concepción heredada (PL/CH)		0.760
Método		0.759
Racionalidad		0.604
Racionalismo crítico (RC)		0.583
Contextos		0.511

* Extracción por modelo de factor común con rotación ortogonal.

Como se mencionó anteriormente, el análisis factorial permite generar un conjunto restringido de variables surgidas del tratamiento estadístico de cara a formular correlaciones pragmáticas interpretables desde el marco teórico. En esta investigación, los factores que hemos identificado se leen desde la idea teórica

de perfil epistemológico; cada perfil, entonces, está definido por su mayor vinculación a unas determinadas épocas de la filosofía de la ciencia del siglo XX.

La mirada estadística nos condujo a la probable existencia de dos perfiles epistemológicos en el profesorado en formación posgradual en relación con sus visiones sobre la NOS. Realizamos ahora una lectura de tales perfiles con la categoría de “parecidos de familia” propuesta por Irzik y Nola (2014) para las investigaciones NOS. La idea subyacente, de cuño wittgensteiniano, es que las imágenes de ciencia -sean ellas propuestas desde la filosofía de la ciencia o presentes en sujetos bajo estudio- se parecen entre sí en algunos aspectos, pero difieren fuertemente en otros. Un análisis de la naturaleza de la ciencia circulante en la educación científica (y, en nuestro estudio, detenida por profesoras y profesores) reconocerá parecidos de familia entre algunos asuntos y perspectivas y elementos distintivos que permitan la agrupación en perfiles (Amador-Rodríguez *et al.* 2021).

En ambos perfiles epistemológicos domina el *eclecticismo* en cuanto a las épocas de la filosofía de la ciencia con las cuales ellos se alinean. Sin embargo, el primer perfil está dominado por escuelas renovadoras de la filosofía de la ciencia y el segundo, por escuelas tradicionales.

Perfil epistemológico 1

Nuestros resultados coinciden con reportes anteriores tales como los de Manassero y Vázquez (2000) y Mellado (1998) en los que se muestra que comienzan a circular entre el profesorado de ciencias visiones sobre la NOS vinculadas a modelos filosóficos de la ciencia renovadores, más actuales. En efecto, en nuestro estudio, la mitad de los profesores investigados se ubican en el perfil 1, que está caracterizado por un posicionamiento respecto de la filosofía de la ciencia progresivo para los aspectos de Evolución, Juicio, Representación, Lenguajes, Correspondencia y Valores. En la Tabla 4 se incluye una visión sinóptica de este posicionamiento.

TABLA 4
Perfil epistemológico 1 en profesores en formación posgradual.

<i>Aspectos de la actividad científica: Evolución, Juicio, Representación, Lenguajes, Correspondencia y Valores</i>	
Características comunes entre Visiones recientes y actuales (VRA), Nueva filosofía de la ciencia (NFC) y Filosofía de la ciencia postkuhniana (PK)	Visión de NOS emergente: ecléctica, con aproximaciones a posturas filosóficas de la ciencia renovadas
	Un profesor o profesora con este perfil de NOS puede considerarse ecléctico desde la filosofía de la ciencia, pues combina ideas de distintas épocas de la disciplina. Tiene, en algunos aspectos, una postura tendiente a las Visiones recientes y actuales, sobre un trasfondo general fuerte de la Nueva filosofía de la ciencia y la Filosofía de la ciencia postkuhniana. Las elecciones del profesorado bajo este perfil en el instrumento Likert se encuadran en una visión que asume que la actividad científica no progresa por acumulación y que los miembros de la comunidad científica eligen aquellas explicaciones que presentan mayor capacidad de resolución de problemas. Tales explicaciones se aceptan como “verdades aproximadas” dentro de un campo específico de conocimiento, constituido por modelos entendidos como sistemas idealizados que representan aspectos concretos de los fenómenos. La dinámica del conocimiento, a su vez, está permeada por valores epistémicos y no epistémicos, como son los éticos.

Perfil epistemológico 2

El profesorado de ciencias incluido bajo el perfil 2 se identifica con una visión más clásica (y conservadora) sobre la NOS, vinculada a los aspectos de Intervención, Método, Racionalidad y Contextos. En la Tabla 5 se describen las principales características epistemológicas de este perfil de profesores.

TABLA 5
Perfil epistemológico 2 en profesores en formación postgradual.

<i>Aspectos de la actividad científica: Intervención, Método, Racionalidad y Contextos</i>	
Características comunes entre Positivismo lógico y concepción heredada (PL/CH) y Racionalismo crítico (RC)	Visión de NOS emergente: ecléctica, fuertemente anclada en posturas de la filosofía de la ciencia clásica
	Un profesor o profesora con este perfil de NOS también puede considerarse ecléctico desde la filosofía de la ciencia, pues combina ideas de distintas épocas de la disciplina. Su posicionamiento se acerca al del Positivismo lógico y la concepción heredada, con algunas cuestiones más propias de la época del Racionalismo crítico. Las elecciones del profesorado bajo este perfil en el instrumento Likert muestran que su visión sobre la NOS asume funciones clásicas tanto para las teorías como para los experimentos. Tal visión se apoya en la idea de que científicos y científicas realizan sus prácticas de investigación siguiendo reglas prescritas para su trabajo. El profesorado de perfil 2 supone que lo más importante en la actividad científica es lograr obtener teorías bien confirmadas, cuya validez se juzga independientemente de las condiciones de formulación.

IMPLICACIONES

Los resultados obtenidos en esta investigación son, en líneas generales, muy consistentes con los de otros estudios, algunos de ellos, de escala mayor a la del nuestro, es decir, estudios con un mayor número de muestra, sobre las visiones sobre la NOS en el profesorado de ciencias naturales (Dogan y Abd-El-Khalick 2008; Gallagher 1991; Jun-Young y Lederman 2018; Lin y Chen 2002; Mellado 1998). Aquí también, una vez más, identificamos fuerte eclecticismo en las concepciones filosóficas de la ciencia del cuerpo docente y una cantidad apreciable de profesores (la mitad de la muestra) que tienen una visión sobre la NOS fuertemente tradicional (alineada con el positivismo).

El interrogante que surge entonces es el siguiente: *¿qué hacer para contribuir a una formación NOS más adecuada en la preparación del profesorado de ciencias naturales?* A fin de obtener información de cara a la elaboración de una tentativa respuesta a esta pregunta, decidimos implementar el mismo cuestionario Likert a una muestra representativa de estudiantes que transitan su formación inicial docente en la carrera de grado de Profesorado en Biología en la Universidad Nacional de Río Negro (UNRN), en Argentina. Este programa de formación de profesores, ideado y ejecutado por docentes que son investigadores en didáctica de las ciencias, pretende que, en mayor o menor medida, todas sus asignaturas disciplinares y pedagógicas adhieran a posicionamientos, tanto filosóficos de la ciencia como didácticos, más contemporáneos. En particular, se pretende que varias de las asignaturas se desarrollen bajo las ideas directrices del llamado *modelo cognitivo de ciencia escolar* (Izquierdo-Aymerich y Adúriz-Bravo 2021).

A continuación, se precisan algunas de las características teóricas y metodológicas del programa de la UNRN. En el análisis de la estructura curricular de esta carrera de formación de profesorado se advierten aspectos particulares en el componente metacientífico impartido al estudiantado:

- Hay formación explícita y actualizada en temas de naturaleza de la ciencia desde el inicio de la carrera.
- Esta formación metacientífica se da en asignaturas del eje pedagógico y del eje disciplinar biológico.
- La organización del contenido metacientífico se hace a partir de la selección de algunos tópicos centrales de la filosofía de la ciencia adaptados de los llamados «campos teóricos estructurantes» de esa disciplina (Adúriz-Bravo 2001, 2006, 2014), en diversas formulaciones para la formación del profesorado de ciencias (por ejemplo, Amador-Rodríguez 2018; Amador-Rodríguez *et al.* 2018). Así, se determinan unas “ideas clave” de NOS que serán construidas por las y los estudiantes.

- En términos de los aspectos de la filosofía de la ciencia abordados en este artículo, la formación metacientífica del programa se enfoca principalmente en: Correspondencia, Racionalidad, Representación, Método, Contexto, Valores y Evolución.

- Para el desarrollo de los contenidos metacientíficos se privilegian aportes provenientes de la época Nueva filosofía de la ciencia y se incluyen también ideas de las visiones más actualizadas. Particularmente, para los aspectos de Correspondencia y Representación se hace especial hincapié en conceptos teóricos provenientes de la llamada “concepción semántica de las teorías científicas” (Giere 1988), línea de trabajo que se ubica en la época de Visiones recientes y actuales.

- Esta participación de nociones de la concepción semántica permite una interacción entre naturaleza de la ciencia y didáctica de las ciencias: en el trabajo con el marco teórico del modelo cognitivo de ciencia escolar se profundiza en el constructo de “actividad científica escolar” para el diseño de unidades didácticas (Sanmartí 2000).

- Los aspectos de Contextos y Valores se trabajan desde las propuestas de filósofos de la ciencia postkuhnyanos, como el español Javier Echeverría (Echeverría 1995).

- Cuando los futuros profesores y profesoras se enfrentan a la tarea de construcción de unidades didácticas, realizan estudios histórico-epistemológicos sobre los modelos científicos a enseñar y concretan esos modelos en unos llamados “asuntos sociocientíficos”. Estas dos estrategias permiten contar con un banco de problemas que sirven de contexto a la enseñanza de las ideas clave de NOS (Lozano *et al.* 2020; Lozano *et al.* 2018).

En el contexto de esta carrera que acabamos de describir se implementó el mismo cuestionario que se utilizó con el profesorado en formación postgradual. Se aplicó a 2 profesores y 13 profesoras en formación de grado (que cursaban los dos primeros años de la carrera). Los resultados nos permitieron inferir que 9 de los 15 profesores tienen visiones sobre la NOS vinculadas con el perfil 1, más renovador, mientras que la visión de los restantes 6 estudiantes se relaciona con el perfil 2, más tradicional. Aunque sin duda se necesita recolectar más evidencias, consideramos que estos datos nos brindan una tendencia, de la posibilidad de aproximar al profesorado de ciencias a posturas filosóficas de la ciencia curricularmente más adecuadas y educativamente más valiosas ya desde el inicio de su formación.

La idea, por tanto, es trabajar en la dirección de una comprensión de la ciencia como una construcción humana compleja, concebida desde una visión *moderadamente racionalista y realista* (Adúriz-Bravo 2001). Así, se trataría de proponer al profesorado una ciencia despojada de verdades absolutas, no reducida a la aplicación de un único método algorítmico, que progresa gradualmente sobre un camino no lineal, atravesada por las finalidades y valores propios de su lugar y de su época, etc.

CONCLUSIONES

Podría afirmarse que las evidencias aportadas por nuestra investigación y otras similares apoyan la tesis de que las visiones del profesorado de ciencias sobre la NOS son mayormente eclécticas, difíciles de clasificar -siguiendo la filosofía de la ciencia- en tipos epistemológicos puros. Sin embargo, sí resulta posible distinguir

visiones sobre la NOS más tradicionales de otras más progresivas. La formulación de perfiles epistemológicos permite identificar, en cierta medida visiones de NOS de los docentes tendientes a posturas filosóficas de la ciencia renovadas o fuertemente anclada en posturas de la filosofía de la ciencia clásica, perfiles epistemológicos orientados teóricamente por aspectos de la actividad científica.

A pesar de la formación postgradual de las profesoras y profesores de nuestra muestra, la mitad de ellos sostienen concepciones filosóficas de la ciencia claramente deficitarias. Sin embargo, en la otra mitad se vislumbran elementos renovadores muy interesantes. El grupo de docentes del perfil 2 no se aleja demasiado de los presupuestos del positivismo y el empirismo; en los de perfil 1, en cambio, aparecen elementos que se pueden identificar con la perspectiva realista y racionalista moderada que la didáctica de las ciencias sugiere para la enseñanza de las ciencias (Adúriz-Bravo 2001), concepciones que se construyen y reconstruyen a partir de la formación inicial y de la práctica profesional docente.

Nuestro aporte es consistente con los estudios realizados por Kouladis y Ogborn (1989) y Porlán *et al* (1998), que ubican el pensamiento y discurso del profesorado en la encrucijada de perspectivas sobre el conocimiento y la actividad científicas que son diversas. Estos autores también reconocen en el profesorado de ciencias cierta evolución desde una imagen empiroinductivista canónica hacia planteamientos contextualistas. En los citados estudios se proponen unas *tendencias* en las visiones sobre la NOS del profesorado: inductivista, hipotético-deductivista y relativista moderada, por ejemplo. En nuestro estudio, el perfil 2 sería mayormente inductivista con elementos del hipotético-deductivismo popperiano. El perfil 1, por su parte, podría ser considerado muy moderadamente relativista; se caracterizaría mejor como contextualista y modelístico.

La discusión aún no saldada en torno a si las visiones sobre la NOS que sostiene el profesorado de ciencias influyen, o no, en los aprendizajes de sus estudiantes cobra hoy en día mayor relevancia a la luz de los resultados de las últimas investigaciones al respecto (por ejemplo, López-Rupérez *et al.* 2019). Un punto sobre el que habría consenso, sin embargo (Acevedo-Díaz 1994; Adúriz-Bravo 2001; Mellado 1998), es el de la necesidad y urgencia de un componente metacientífico robusto en la formación inicial de profesoras de ciencias habida cuenta de que ellos deben, de acuerdo con las prescripciones curriculares vigentes, *enseñar NOS en sus aulas*. A este respecto, se torna muy pertinente la propuesta de Adúriz-Bravo (2006) en cuanto a que los contenidos NOS que se enseñan al profesorado de ciencias en formación deberían estar profundamente transpuestos para que resulten funcionales en su práctica profesional. Este tipo de discusiones teóricas subyacen a la propuesta del programa de formación del profesorado de la UNRN que describimos brevemente en la sección anterior.

Resaltamos que la presente investigación está basada en la autopercepción que hacen las y los docentes participantes de sus propias representaciones filosóficas de la ciencia (o, más generalmente, metacientíficas), evaluadas por ellos mismos por su cercanía a los enunciados técnicos del instrumento. Se requieren ulteriores investigaciones para ver la NOS *puesta en acto* por ellos mediante observaciones de clase. Resulta necesario estudiar cómo las visiones sobre la NOS a las que un profesor o profesora adhiere *se manifiestan en el proceso de enseñanza*, tanto de los contenidos disciplinares como de los elementos de naturaleza de la ciencia. Registrar las prácticas permitiría discutir con el profesorado la calidad de la naturaleza de la ciencia que se está enseñando y llamar la atención docente sobre aquellas concepciones filosóficas de la ciencia que pueden entorpecer o empobrecer la educación científica que se está brindado al estudiantado.

REFERENCIAS

- Acevedo-Díaz, J. A. (1994). Los futuros profesores de Enseñanza Secundaria ante la sociología y la epistemología de las ciencias: Un enfoque CTS. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 19, 111-125.
- Acevedo-Díaz, J. A. (2000). Algunas creencias sobre el conocimiento científico de los profesores de Educación Secundaria en formación inicial. *Bordón*, 52(1), 5-16.

- Acevedo-Díaz, J. A., Vázquez-Alonso, Á., Manassero-Mas, M. A. y Acevedo-Romero, P. (2007). Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: aspectos epistemológicos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4(2), 202-225. http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2007.v4.i2.01/
- Adúriz-Bravo, A. (2001). *Integración de la epistemología en la formación del profesorado de ciencias*. Tesis de doctorado, UAB. Bellaterra, España. Publicada por el sitio Tesis Doctorals en Xarxa del Consorci de Biblioteques Universitàries de Catalunya. En: <http://www.tdx.cesca.es/TDCat1209102142933>
- Adúriz-Bravo, A. (2005). ¿Qué naturaleza de la ciencia hemos de saber los profesores de ciencias?: Una cuestión actual de la investigación didáctica. *Tecné, Episteme y Didaxis*, número extra, 23-33.
- Adúriz-Bravo, A. (2006). La epistemología en la formación de profesores de ciencias. *Revista Educación y Pedagogía*, 18(45), 25-36.
- Adúriz-Bravo, A. (2014). Teaching the nature of science with scientific narratives. *Interchange*, 45, 167-184. <https://doi.org/10.1007/s10780-015-9229-7>
- Adúriz-Bravo, A. y Pujalte, A. P. (2020). Social images of science and of scientists, and the imperative of science education for all. En: H.A. Yacoubian y L. Hansson (eds.). *Nature of science for social justice*, pp. 201-224. Dordrecht: Springer.
- Amador-Rodríguez, R. Y. (2018). *La naturaleza de la ciencia representada en libros de texto de química latinoamericanos*. Tesis doctoral. Universidad Nacional del Comahue. Neuquén, Argentina.
- Amador-Rodríguez, R. Y. y Adúriz-Bravo, A. (2021). Qué naturaleza de la ciencia se presenta en los libros de química para la educación secundaria en América Latina. *Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3272>
- Amador-Rodríguez, R., Adúriz-Bravo, A., Valencia-Cobo, J. A., Reinoso-Tapia, R. y Delgado-Iglesias, J. (2021). Prospective primary teachers' views on the nature of science. *Journal of Technology and Science Education*, 11(2), 403-418. <https://doi.org/10.3926/jotse.1271>
- Amador-Rodríguez, R. Y., Ospina-Quintero, N. y Adúriz-Bravo, A. (2018). Representaciones de naturaleza de la ciencia en libros de texto de química: Indagando por los tópicos epistemológicos de Representación y Lenguajes, *Entre Ciencia e Ingeniería*, 12(24), 116-123. <http://dx.doi.org/10.31908/19098367.3821>
- Bachelard, G. (1973): *La filosofía del no: Ensayo de una filosofía del nuevo espíritu científico*. Buenos Aires: Amorrortu.
- Dogan, N. y Abd-El-Khalick, F. (2008). Turkish grade 10 students' and science teachers' conceptions of nature of science: A national study. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(10), 1083-1112. <https://doi.org/10.1002/tea.2024>
- Echeverría, J. (1995). *Filosofía de la ciencia*. Madrid: Akal.
- Flores Camacho, F., Gallegos Cázares, L. y Reyes Cárdenas, F. (2007). Perfiles y orígenes de las concepciones de ciencia de los profesores mexicanos de química. *Perfiles Educativos*, 29(116), 60-84.
- Gallagher, J. J. (1991). Perspective and practicing secondary school science teachers' knowledge and beliefs about the philosophy of science. *Science Education*, 75, 121-134. <https://doi.org/10.1002/sc.3730750111>
- Gallegos, L. y Garritz, A. (2007). Los perfiles de modelos como una representación individual y grupal de las concepciones de los estudiantes. En: I. Pozo y F. Flores (Eds.), *Cambio conceptual y representacional en el aprendizaje y enseñanza de la ciencia*, pp. 234-242. España: Aprendizaje Visor.
- Giere, R. N. (1988). *Explaining science: A cognitive approach*. University of Chicago Press.
- Gil Pérez, D. (1991). ¿Qué hemos de saber y saber hacer los profesores de ciencias? *Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 69-77. <https://doi.org/10.1080/09500690050044044>
- Irzik, G. y Nola, R. (2011). A family resemblance approach to the nature of science for science education. *Science & Education*, 20(7-8), 591-607. <https://doi.org/10.1007/s11191-010-9293-4>
- 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*, 999–1021. Dordrecht: Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-7654-8_30

- Izquierdo-Aymerich, M. y Adúriz-Bravo, A. (2021). Contribuciones de Giere a la reflexión sobre la educación científica. *ArtefaCToS: Revista de Estudios de la Ciencia y la Tecnología*, 10(1), 75-87. <https://doi.org/10.14201/art20211017587>
- Jun-Young, O. H. y Lederman, N. G. (2018). Using an explicit NOS flow map in instruction of nature of science based on the science of philosophy. *Journal of Turkish Science Education*, 15(3), 64-90. <https://doi.org/10.12973/tused.10238a>
- Kouladis, V. y Ogborn, J. (1989). Philosophy of science: an empirical study of a teacher's views. *International journal of science education*, 11(2), 173-184. <https://doi.org/10.1080/0950069890110206>
- Lederman, N. G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L. y Schwartz, R. S. (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. <https://doi.org/10.1002/tea.10034>
- Lin, H. S. y Chen, C. C. (2002). Promoting preservice chemistry teachers' understanding about the nature of science through history. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(9), 773-792. <https://doi.org/10.1002/tea.10045>
- López-Rupérez, F., García-García, I. y Expósito-Casas, E. (2019). Rendimiento en ciencias, concepciones epistémicas y vocaciones STEM en las comunidades autónomas españolas: Evidencias desde PISA 2015, políticas y prácticas de mejora. *Revista Española de Pedagogía*, 77(272), 5-28. <https://doi.org/10.22550/REP77-1-2019-09>
- Lozano, E., Adúriz-Bravo, A. y Bahamonde, N. (2020). Un proceso de modelización de la membrana celular en la formación del profesorado en biología en la Universidad. *Ciência & Educação*, 26, 1-15. <https://doi.org/10.1590/1516-731320200027>
- Lozano, E., Bahamonde, N., Cremer, C. y Mut, P. (2018). El desarrollo de una línea metacientífica para la enseñanza del modelo de presión arterial en la formación del profesorado en Biología. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 17(3), 564-580. http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen17/REEC_17_3_3_ex1330.pdf
- Manassero, M. A. y Vázquez, Á. (2000). Creencias del profesorado sobre la naturaleza de la ciencia. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 37, 187-208.
- Matthews, M. R. (2012). Changing the focus: From nature of science (NOS) to features of science (FOS). En: *Advances in Nature of Science Research*, 3-26. Dordrecht: Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-2457-0_1
- Mavrou, I. (2015). Análisis factorial exploratorio. *Revista Nebrija de Lingüística Aplicada a la Enseñanza de Lenguas*, (19), 71-80.
- Mellado, V. (1998). Preservice teachers' classroom practice and their conceptions of the nature of science. *Science & Education*, 6, 331-354. <https://doi.org/10.1023/A:1008674102380>
- Merenda, P. (1997). A guide to the proper use of factor analysis in the conduct and reporting of research: Pitfalls to avoid. *Measurement and Evaluation in Counseling and Evaluation*, 30, 156-163. <https://doi.org/10.1080/07481756.1997.12068936>
- Perafán, G. y Adúriz-Bravo, A. (comps.) (2002). *Pensamiento y conocimiento de los profesores*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional/Colciencias.
- Peterson, R. (2000). A meta-analysis of variance accounted for and factor loadings in exploratory factor analysis. *Marketing Letters*, 11, 261-275. <https://doi.org/10.1023/A:1008191211004>
- Porlán, R., Rivero, A. y Martín del Pozo, R. (1998). Conocimiento profesional y epistemología de los profesores II: Estudios empíricos y conclusiones. *Enseñanza de las Ciencias*, 16(2), 271-288.
- Ravanal, E. y Quintanilla, M. (2010). Caracterización de las racionalidades epistemológicas del profesorado de biología en ejercicio sobre la naturaleza de la ciencia. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 9(1), 111-124.
- Sanmartí, N. (2000). El diseño de unidades didácticas. En: F. J. Perales y P. Cañal (Eds.), *Didáctica de las Ciencias Experimentales*, pp. 239-276. Alcoy: Marfil.
- Solís Ramírez, E., Porlán Ariza, R., Rivero García, A. y Martín del Pozo, R. (2012). Las concepciones de los profesores de ciencias de secundaria en formación inicial sobre metodología de enseñanza. *Revista Española de Pedagogía*, 70(253), 495-514.

- Tecpan-Flores, S. y Zavala-Enríquez, G. (2017). Naturaleza de la ciencia: Efecto de variables profesionales y sociodemográficas. *MAGIS: Revista Internacional de Investigación en Educación*, 10(20), 11-34. <https://doi:10.11144/Javeriana.m10-20.ncev>
- Vázquez Á., García-Carmona A., Manassero M. A. y Bennassar, A. (2013) Science teachers' thinking about the nature of science: A new methodological approach to its assessment. *Research in Science Education*, 43(2), 781-808. <https://doi.org/10.1007/s11165-012-9291-4>
- Vázquez, Á. y Manassero, M. A. (2013). La comprensión de un aspecto de la naturaleza de ciencia y tecnología: Una experiencia innovadora para profesores en formación inicial. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10, 630-648. http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2013.v10.iextra.10http://reuredc.uca.es
- Vázquez, Á. y Manassero-Mas, M. A. (2015). Hacia una formación inicial del profesorado de ciencias basada en la investigación. *Revista Española de Pedagogía*, 343-363.
- Viau, J. y Moro, L. (2011). El perfil epistemológico de Bachelard y los modelos didácticos: La transferencia epistemológica en alumnos de nivel medio. *Cuadernos de Educación*, 153-164.

INFORMACIÓN ADICIONAL

Para citar este artículo: Amador-Rodríguez, R., Valencia, J.A., Lozano, E., Flórez, E. P. y Adúriz-Bravo, A. (2022) Visiones sobre la naturaleza de la ciencia en docentes: Pistas para pensar cambios en su formación. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 20(1), 1601. doi: 10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2023.v20.i1.1601