



Representaciones de naturaleza de la ciencia en profesores/maestros de educación con énfasis en enseñanza de las ciencias naturales

Amador-Rodríguez, Rafael¹; Ospina Quintero, Natalia²; Arteta, Judith³ y Adúriz-Bravo, Agustín⁴.

Resumen

La comunidad de didáctica de las ciencias ha resaltado la importancia de caracterizar las representaciones de ciencia que tienen los profesores desde los nuevos marcos teórico-metodológicos de la naturaleza de la ciencia (Amador-Rodríguez, 2018). Este estudio reporta los hallazgos sobre las concepciones de ciencia de 36 profesores/maestros de la ciudad de Santa Marta y del municipio de Ciénaga del departamento del Magdalena-Colombia, para el estudio se implementó una prueba tipo Likert, conformada por afirmaciones con alta carga teórica referentes a cuatro aspectos de la actividad científica, cada aspecto se interpreta desde cinco épocas epistemológicas. La investigación permite inferir que el profesorado posee una representación epistemológica ecléctica de la ciencia.

Palabras clave

Naturaleza de la ciencia, epistemología, época epistemológica, tópico epistemológico y actividad científica.

Introducción

Las representaciones de los profesores sobre naturaleza de la ciencia (NOS, Sigla en inglés de Nature of Science) y en especial las epistemológicas (Herrón, 2010), han provocado en la comunidad de investigadores en didáctica de las ciencias un enorme interés por caracterizarlas. Formulando y desarrollando investigaciones con tal propósito (Dogán y Abd-El-Khalick, 2008). Actualmente se ha argumentado que la visión consensuada de Lederman y colaboradores (Irzik y Nola, 2011) ha

¹ Universidad del Norte, IESE – Área metropolitana de Barranquilla, Colombia.
ryamador@uninorte.edu.co

² Universidad de Buenos Aires, Instituto CeFIEC – Buenos Aires, Argentina
nataliaospinaquintero@gmail.com

³ Universidad del Norte, Departamento de Química y Biología – Área metropolitana de Barranquilla, Colombia.
vjudith@uninorte.edu.co

⁴ Universidad de Buenos Aires, Instituto CeFIEC – Buenos Aires, Argentina
aadurizbravo@cefiec.fcen.uba.ar



agotado su marco teórico y metodológico para, por ejemplo determinar representaciones de NOS, se sostiene que la mayoría de los ítems de los “tenets” o principios de la visión consensuada hacen referencia solamente al conocimiento científico, dejando de lado cómo es producido ese conocimiento y cómo se hace investigación científica; se ha propuesto que en la actividad científica existen aspectos que se comprenden de manera diferente desde posicionamientos o épocas epistemológicas diferentes (Amador-Rodríguez, 2018).

Marco referencial

NOS: una postura contemporánea

Se entiende a 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 provienen de distintas escuelas y autores de la epistemología del siglo XX, ambientados en episodios paradigmáticos de la historia de la ciencia y advertidos por la sociología de la ciencia (Adúriz-Bravo, 2008; Amador-Rodríguez y Adúriz-Bravo, 2017 y 2018).

Tópicos epistemológicos de NOS: Propuesta metateórica

Son ideas estructurantes que permiten organizar contenidos de la epistemología con el propósito de analizar y evaluar la actividad científica, desde distintas épocas epistemológicas y que para este trabajo son los que tienen una vinculación sustancial con la didáctica de las ciencias naturales (Amador-Rodríguez, 2018).

Afirmaciones con alta carga teórica ACTs

Son enunciados semánticamente potentes que refieren a tópicos epistemológicos. Cada tópico representa algunos aspectos de la actividad científica, permitiendo abrir una dimensión para estudiar dicha actividad (Amador-Rodríguez, Pujalte, y Adúriz-Bravo, 2014; Amador-Rodríguez, R. Y. y Adúriz-Bravo, A. 2014). A continuación, se definen cada uno de los tópicos epistemológicos:

Correspondencia:	Describe la forma en que las entidades teóricas o términos teóricos (Teorías, leyes, modelos, hipótesis, etc.) 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.
Intervención:	Refiere a la experimentación, a la observación, 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 comprender la actividad científica.



Metodología

Muestra

La muestra analizada se conformó con 36 profesores en ejercicio de educación básica primaria y secundaria del sistema educativo colombiano, profesores que trabajan en el sector público en la ciudad de Santa Marta o en el municipio de Ciénaga del departamento del Magdalena-Colombia, y que pertenecen al programa de Maestría en Educación con énfasis en ciencias naturales de la Universidad del Norte; este grupo de profesores/maestros cursaron y aprobaron un seminario de didáctica de las ciencias naturales, el cual estaba soportado teóricamente desde los presupuestos actuales de la epistemología, específicamente desde la concepción semántica de las teorías y que desde tal posicionamiento se argumentó la actividad científica (Izquierdo, Sanmartí y Espinet, 1999). La reflexión constante entre la NOS y la enseñanza de las ciencias fue un aspecto latente en las discusiones y reflexiones con los profesores/maestros.

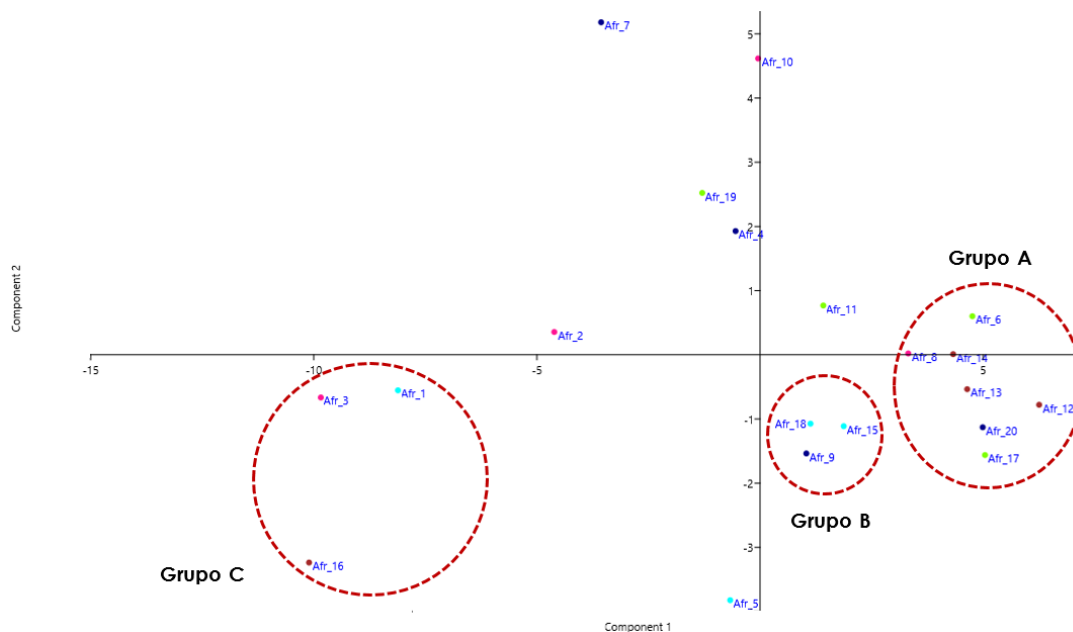
Al final del seminario se implementó una prueba tipo Likert, prueba que se configuró con una escala basada en el orden de las afirmaciones; este método de recolección posibilita la obtención de información variada sobre los profesores/maestros, por ejemplo, de sus representaciones de NOS. Esta prueba permite agrupar a los profesores/maestros en función del grado en que poseen cierto atributo, en este caso: representaciones epistemológicas de NOS, específicamente de cuatro aspectos de la actividad científica. Ante determinada afirmación que refiere a un aspecto de la actividad científica, los profesores/maestro toman decisiones para elegir una de las siguientes opciones: Totalmente de Acuerdo (TA); De Acuerdo (DA); No sé qué decir (NS); En Desacuerdo (ED); Totalmente en Desacuerdo (TD). El agrupamiento de los datos se realiza según la toma de decisiones de cada profesor/maestro, pero tal conglomerado no permite establecer la distancia que separa a un profesor/maestro que ha contestado "de acuerdo", de otro que ha contestado "en desacuerdo". En resumen, con este tipo de escala se consigue ordenar las tendencias, pero sin una unidad de medida para determinar las distancias que separan a las decisiones tomadas por el profesorado.

Las afirmaciones que se presentan en la prueba tipo Likert, derivan de la investigación realizada por Amador-Rodríguez (2018), estas afirmaciones fueron validadas por un grupo de expertos, refieren a los tópicos antes mencionados, se aclara que para cada tópico se tienen cinco afirmaciones distintas, las cuales refieren al mismo aspecto pero desde una época epistemológica diferente (Amador-Rodríguez, 2018), en total son cinco épocas epistemológicas, por lo tanto la prueba consta de veinte afirmaciones, las épocas son: i. Positivismo

lógico/Concepción heredada; ii. Racionalismo crítico; iii. Nueva filosofía de ciencia; vi. Postkuhnianismo; v. Visiones contemporáneas. (Amador-Rodríguez, 2018)

Resultados

Dada la variabilidad de los datos (ver anexo, tabla 4) que urgen de la toma de decisiones por el profesorado, se propuso hacer un análisis recurriendo a la metodología de componentes principales (Chatfield Y Collins, 1980), esta técnica permite realizar una representación de una nube de puntos multidimensional, se trata de visualizar lo que no vemos, la técnica posibilita crear unos objetos matemáticos (las componentes) las cuales establecen relaciones entre las variables, representando su asociación, cómo su distancian, etc. El objetivo de recurrir a esta técnica fue la de encontrar la estructura subyacente latente a un grupo de variables (ACTs para esta investigación). El análisis de componentes principales tiene un aspecto eminentemente exploratorio y se utilizó para determinar cuál es la estructura que subyace a los datos obtenidos, es decir, a las decisiones de elección por parte de los profesores/maestros.



Gráfica 1. Agrupamiento de datos

Reinterpretación de los datos

La gráfica 1 deriva de la utilización del método estadístico Análisis de Componentes Principales (ACP) (Ariza, Del Pozo y Toscano, 2002), de tal distribución se propone la configuración de tres grupos de toma de decisiones de los profesores/maestros, tal aglomeración se interpreta por los valores de la media de cada afirmación de



la prueba Likert, esta agrupación de los datos confirma la idea de una representación epistemológica ecléctica acerca de la NOS, como se puede inferir de la tabla 1.

Grupo A

Tabla 1. Agrupación de las decisiones de los profesores/maestros tendientes a estar de acuerdo con la ACTs

	Media	Varianza	Desviación estándar	Época ACTs	Tópico ACTs
6. Los diseños experimentales que proponen los científicos como sus observaciones están mediados por sus modelos científicos; modelos que además orientan la toma de decisiones en ellos mismos.	4,33	0,400	0,632	VC	Intervención
8. Los científicos desde sus marcos teóricos y metodológicos determinan qué teoría representa y resuelve mejor un problema en la naturaleza.	4,08	0,821	0,906	PK	Correspondencia
12. Desde un paradigma se construye una interpretación del mundo, siendo esta una posible verdad en la ciencia, pero los paradigmas pueden ser modificados y/o cambiados por otro que generen mejores soluciones a problemas que surgen en la ciencia.	4,58	0,307	0,554	NFC	Correspondencia
13. No se puede decir que un nuevo paradigma en la actividad científica sea mejor que el anterior porque resuelve más o mejores problemas; el cambio de paradigma implica no solo un cambio en las teorías, sino también en las normas y los métodos de investigación.	4,33	0,400	0,632	NFC	Racionalidad
14. Los científicos que trabajan en un determinado ámbito científico comparten ciertos presupuestos tales como: marcos teóricos, diseños experimentales, procedimientos metodológicos entre otros.	4,28	0,663	0,815	NFC	Método
17. Los modelos científicos median entre teoría y realidad, lo cual permite a los científicos indagar en la naturaleza y así generar explicaciones de ella.	4,36	0,409	0,639	VC	Correspondencia
20. Con las teorías se logra explicar, describir y comprender el mundo, los científicos las interpretan como cercanas a la verdad.	4,33	0,457	0,676	RC	Correspondencia

Épocas epistemológicas: RC, racionalismo crítico; NFC, nueva filosofía de la ciencia; PK, postkuhnianismo; VC, visiones contemporáneas

La organización de los datos a partir de la incorporación del método de componentes principales como se presentan en la tabla 1, nos permiten inferir que, aunque la representación epistemológica es ecléctica, un análisis con mayor finura permite proponer que se viene dando un cambio epistemológico en las representaciones del profesorado, respecto a la postura epistemológica clásica de la ciencia.



Grupo B

Tabla 2. Agrupación de las decisiones de los profesores/maestranes tendientes a estar de acuerdo con la ACTs

	Media	Varianza	Desviación estándar	Época ACTs	Tópico ACTs
9. Las hipótesis se formulan desde un marco teórico de referencia y se corroboran a partir de la actividad empírica (observación y/o experimentación).	3,72	1,692	1,301	RC	Intervención
15. Las teorías o hipótesis se comprueban o verifican cuando es posible llevar a cabo experimentos y/o observaciones empíricas acordes con lo expresado en ellas.	3,86	1,209	1,099	PL/CH	Racionalidad
18. La observación y la experimentación proporcionan una base segura a partir de la cual se puede derivar el conocimiento científico.	3,78	0,978	0,989	PL/CH	Intervención

Épocas epistemológicas: PL/CH, positivismo lógico y concepción heredad; RC, racionalismo crítico

En la tabla 2, se muestra la agrupación de los datos, los cuales se interpretan como aquellas afirmaciones que para los profesores/maestranes presentaron mayor duda respecto a una toma de decisión, la interpretación se hace en términos que el profesorado duda respecto a afirmaciones que están escritas desde epistemologías clásicas, proposiciones que pertenecen a épocas denominadas positivismo lógico y concepción heredad, y racionalismo crítico, las cuales se categorizan como clásicas (Amador-Rodríguez, 2018)

Grupo C

Tabla 3. Agrupación de las decisiones de los profesores/maestranes tendientes a estar de acuerdo con la ACTs

	Media	Varianza	Desviación estándar	Época ACTs	Tópico ACTs
1. El lenguaje matemático permite describir y explicar la realidad tal y como es ella en sí misma, generando conocimiento científico.	2,28	1,349	1,162	PL/CH	Correspondencia
3. En la ciencia no tiene sentido hacer la distinción entre teoría y observación ya que la teoría está en todos los lados y partes del mundo.	1,94	1,197	1,094	PK	Intervención
16. Ninguna proposición basada en hechos que acontecen en la naturaleza puede ser probada por un experimento.	1,97	1,113	1,055	NFC	Intervención

Épocas epistemológicas: PL/CH, positivismo lógico y concepción heredad; NFC, nueva filosofía de la ciencia; PK, postkuhnianismo

En la tabla 3, se exhibe el agrupamiento de los datos que hacen parte de la elección de los profesores/maestranes al no estar de acuerdo con la proposición presentada. La interpretación de estos datos corrobora la representación epistemológica ecléctica del profesorado.

Conclusiones

Este estudio permite realizar un análisis más fino en relación a la caracterización de las representaciones de NOS, por ejemplo, en un grupo de profesores/maestranes, ya que las ACTs propuestas para la prueba tipo Likert refieren a un tópico epistemológico interpretado desde cinco épocas epistemológicas, lo que lo otorga una especificidad que la concepción consensuada (Irzik y Nola, 2011) de NOS propuesta por Lederman no permite.



Las representaciones epistemológicas del profesorado se enmarcan en una postura epistemológica ecléctica de la NOS, evidenciando elecciones metacientíficas que se vinculan tanto con epistemologías clásicas como contemporáneas, estos resultados llevan a pensar que se están generando sutilmente cambios en las representaciones epistemológicas de NOS en los profesores.

Bibliografía

Adúriz-Bravo, A. (2008). Áreas de investigación en la didáctica de las ciencias experimentales: La naturaleza de la ciencia. En: C. Merino Rubilar, A. Gómez Galindo, A. Adúriz-Bravo (coords.): *Áreas y estrategias de investigación en la didáctica de las ciencias experimentales*, pp. 111-125. Bellaterra: Servei de Publicacions de la UAB.

Amador-Rodríguez, R. Y. (2018). *La Naturaleza de la Ciencia Representada en Libros de Texto de Química Latinoamericanos*. Tesis doctoral. Universidad Nacional del Comahue, Neuquen – Argentina.

Amador-Rodríguez, R. Y., & Adúriz-Bravo, A. (2018). Consensus and Dissent Around the Concept of Nature of Science in the Ibero-American Community of Didactics of Science. In *Teaching Science with Context* (pp. 31-47). Springer, Cham.

Amador-Rodríguez, R. Y. y Adúriz-Bravo, A. (2017). Concepciones emergentes de naturaleza de la ciencia (NOS) para la didáctica de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, (Extra), 3499-3504.

Amador-Rodríguez, R. Y. y Adúriz-Bravo, A. (2014). Afirmaciones epistemológicas con "alta carga teórica" que pueden tener incidencia en la didáctica de las ciencias: Un estudio comparativo. *Ciência & Educação*, 20(2), pp. 433-447.

Amador Rodríguez, R. Y., Pujalte, A. y Adúriz-Bravo, A. (2014). Intervención y lenguajes: Dos tópicos epistemológicos que permiten indagar sobre la naturaleza de la ciencia. *Memorias III Conferencia Latinoamericana de Historia, Filosofía y Didáctica de las Ciencias*, Santiago de Chile. Chile. 17 y 19 de noviembre de 2014.

Ariza, R. P., del Pozo, R. M., & Toscano, J. M. (2002). Conceptions of school-based teacher educators concerning ongoing teacher education. *Teaching and Teacher Education*, 18(3), 305-321.

Chatfield, C. And A.J. Collins. (1980). *Introduction to multivariate Analysis*. Chapman and Hall. New York. 246 p.



Revista Tecné, Episteme y Didaxis. Año 2018. Número **Extraordinario.** ISSN impreso: 0121-3814, ISSN web: 2323-0126 **Memorias,** Octavo Congreso Internacional de formación de Profesores de Ciencias para la Construcción de Sociedades Sustentables. Octubre 10, 11 Y 12 de 2018, Bogotá

Dogan, N., & 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.

Herrón, M. A. (2010). Epistemology and epistemic cognition: The problematic virtue of relativism and its implications for science education. *Zona Próxima*, 12, 96-107.

Irzik, G., y Nola, R. (2011). A family resemblance approach to the nature of science for science education. *Science & Education*, 20(7-8), pp. 591-607.

Izquierdo, M. y Aliberas, J. (2004). *Pensar, actuar i parlar a la classe de ciències. Per un ensenyament de les ciències racional i raonable.* Bellaterra: Servei de Publicacions de la UAB.

Izquierdo, M., Sanmartí, N. Y Espinet, M. (1999). Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(1), pp. 45-59.

Anexo

Tabla 4. Afirmaciones con alta carga teórica que conformaron la prueba tipo Likert^a

	Media	Varianza	Desviación estándar
1. El lenguaje matemático permite describir y explicar la realidad tal y como es ella en sí misma, generando conocimiento científico.	2,28	1,349	1,162
2. Las elecciones racionales de los científicos en su quehacer consiste en buscar incrementar la eficacia en la resolución de problemas de las teorías que aceptan, sin presuponer nada sobre la verdad de dichas teorías.	2,92	1,964	1,402
3. En la ciencia no tiene sentido hacer la distinción entre teoría y observación ya que la teoría está en todos los lados y partes del mundo.	1,94	1,197	1,094
4. En la actividad científica se formulan hipótesis, enseguida extraemos consecuencias observacionales de la hipótesis y seguidamente contrastamos empíricamente las consecuencias observacionales.	3,58	1,621	1,273
5. Los científicos en su actividad investigativa inician con la observación de un fenómeno, en seguida formulan hipótesis, diseñan y realizan experimentos y finalmente generan conclusiones, las cuales regularmente poseen más información que las hipótesis, este método se identifica con la lógica inductiva.	3,56	2,025	1,423
6. Los diseños experimentales que proponen los científicos como sus observaciones están mediados por sus modelos científicos; modelos que además orientan la toma de decisiones en ellos mismos.	4,33	0,400	0,632
7. Las teorías son producidas activamente por la mente del científico en un proceso creativo, y no son recibidas pasivamente a través de la experiencia.	3,00	2,000	1,414
8. Los científicos desde sus marcos teóricos y metodológicos determinan qué teoría representa y resuelve mejor un problema en la naturaleza.	4,08	0,821	0,906
9. Las hipótesis se formulan desde un marco teórico de referencia y se corroboran a partir de la actividad empírica (observación y/o experimentación).	3,72	1,692	1,301
10. En la ciencia no existe ningún método privilegiado que tengan que seguir y respetar los científicos: pueden hacer y proceder de la manera que quieran, puesto que ningún método garantiza el éxito en su actividad científica.	3,64	2,066	1,437
11. En la actividad científica la relación entre el modelo científico y los diseños experimentales está sujeta a las decisiones que toman los científicos durante el desarrollo de la investigación.	3,72	1,006	1,003
12. Desde un paradigma se construye una interpretación del mundo, siendo este una posible verdad en la ciencia, pero los paradigmas pueden ser modificados y/o cambiados por otro que generen mejores soluciones a problemas que surgen en la ciencia.	4,58	0,307	0,554
13. No se puede decir que un nuevo paradigma en la actividad científica sea mejor que el anterior porque resuelve más o mejores problemas; el cambio de paradigma implica no solo un cambio en las teorías, sino también en las normas y los métodos de investigación.	4,33	0,400	0,632
14. Los científicos que trabajan en un determinado ámbito científico comparten ciertos presupuestos tales como: marcos teóricos, diseños experimentales, procedimientos metodológicos entre otros.	4,28	0,663	0,815
15. Las teorías o hipótesis se comprueban o verifican cuando es posible llevar a cabo experimentos y/o observaciones empíricas acordes con lo expresado en ellas.	3,86	1,209	1,099
16. Ninguna proposición basada en hechos que acontecen en la naturaleza puede ser probada por un experimento.	1,97	1,113	1,055
17. Los modelos científicos median entre teoría y realidad, lo cual permite a los científicos indagar en la naturaleza y así generar explicaciones de ella.	3,78	0,978	0,989
18. La observación y la experimentación proporcionan una base segura a partir de la cual se puede derivar el conocimiento científico.	4,36	0,409	0,639
19. La elección de un modelo científico sobre otro obedece a intereses humanos (profesional, social, etc.), decisión que trasciende el interés por saber sólo qué es esa cosa llamada ciencia.	3,36	1,894	1,376
20. Con las teorías se logra explicar, describir y comprender el mundo, los científicos las interpretan como cercanas a la verdad.	4,33	0,457	0,676

Los profesores/maestros evaluaron cada una de las afirmaciones y realizaron su elección en la prueba tipo Likert (5, Totalmente de acuerdo; 4, De acuerdo; 3, No sé qué decir; 2, En desacuerdo; 1, Totalmente en desacuerdo) Datos 2017 (n = 36)