



¿Qué naturaleza de la ciencia se presenta en los libros de química para la educación secundaria en América Latina?

Which nature of science is presented in secondary chemistry textbooks in Latin America?

Rafael Amador-Rodríguez

Instituto de Estudios en Educación-IESE, Universidad del Norte, Área Metropolitana de Barranquilla, Colombia.
ryamador@uninorte.edu.co, <https://orcid.org/0000-0003-2182-6402>

Agustín Adúriz-Bravo

CeFIEC-Instituto de Investigaciones en Enseñanza de las Ciencias, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Argentina.
aadurizbravo@cefiec.fcen.uba.ar, <https://orcid.org/0000-0002-8200-777X>

RESUMEN • Este trabajo de investigación tuvo como objetivo principal caracterizar las concepciones de naturaleza de la ciencia (NOS) que se promueven en libros de química para la educación secundaria de cuatro países latinoamericanos. El enfoque metodológico fue cualitativo y para el análisis se utilizaron como categorías diez aspectos de la actividad científica («tópicos de la filosofía de la ciencia»), modelizados desde cinco corrientes de la filosofía de la ciencia del siglo xx. Los resultados permiten afirmar que las concepciones de NOS en cada libro de texto analizado no provienen de una única corriente epistemológica. Hemos clasificado la NOS que se enseña en los libros de química en tres categorías: positivista, positivista ampliada y ecléctica.

PALABRAS CLAVE: Naturaleza de la ciencia; Educación secundaria; Libros de texto; Tópicos de la filosofía de la ciencia; Corrientes de la filosofía de la ciencia.

ABSTRACT • This piece of research had as its main aim characterising the conceptions on the nature of science (NOS) promoted in secondary chemistry textbooks from four Latin American countries. The methodological approach was qualitative; for the analysis, ten different aspects of the scientific activity («topics from the philosophy of science») were employed; each topic was modelled from five schools of 20th century philosophy of science. Results allow stating that NOS conceptions in each analysed textbook do not proceed from a single philosophical school. The NOS that is taught in chemistry books has been classified in three categories: positivism, expanded positivism, and eclecticism.

KEYWORDS: Nature of science; Secondary education; Textbooks; Topics of the philosophy of science; Schools of the philosophy of science.

Recepción: marzo 2020 • Aceptación: noviembre 2020

INTRODUCCIÓN

En la didáctica de las ciencias experimentales es ya común encontrar la afirmación de que la filosofía de la ciencia es un elemento insoslayable para el análisis y la fundamentación teórica de las disciplinas científicas que deben enseñarse (Mellado y Carracedo, 1993). Los didactas llegan a esta tesis como reacción a los estudios realizados hasta el último cuarto del siglo xx, que diagnosticaban que la filosofía de la ciencia tenía poca incidencia en la formulación de los programas de estudio en todos los niveles educativos y que la concepción filosófica de la ciencia que orientaba la enseñanza era «positivista» en sentido amplio, es decir, científicista, empiro-inductivista y basada en el método científico (Matthews, 1991).

Dado lo anterior, la comunidad académica comenzó a llamar la atención sobre la necesidad de incluir una postura no-positivista (esto es, no «absolutista») en la didáctica de las ciencias (Matthews, 1991). Asumir una postura epistemológica distinta a la mencionada supone que didactas y profesores de ciencias hemos de reformular nuestras concepciones acerca de la ciencia, lo que nos llevaría a la necesidad de plantear nuevas respuestas fundamentadas a interrogantes como qué es la ciencia, cómo se desarrollan las teorías, leyes y modelos, cuáles son las relaciones entre ciencia y contexto sociocultural, o cómo ha cambiado la actividad científica a lo largo de los siglos. En definitiva, resulta necesario investigar qué ideas, modelos, épocas, autores, textos de la filosofía de la ciencia nos aportan mayor poder explicativo para entender la ciencia y así poder enseñarla.

Se señala que la didáctica de las ciencias ha ido teniendo en cuenta nuevos referentes epistemológicos cuyas ideas se distanciaron progresivamente de la «concepción heredada» del Círculo de Viena después de la Segunda Guerra Mundial (Adúriz-Bravo, 2005). En primer lugar, se recurrió a la llamada «nueva filosofía de la ciencia» (representada por Kuhn, Lakatos, Toulmin...), que aún hoy es muy citada; luego, los didactas de las ciencias comenzamos a tomar propuestas más actuales, como por ejemplo aquellas que se enfocan en el estudio de la naturaleza y uso de los modelos científicos.

La llamada «concepción semántica de las teorías científicas», que pretende «soldar» los aportes más valiosos de la concepción heredada y la nueva filosofía de la ciencia (Lorenzano, 2001), parte de la propuesta de que una teoría científica no debe ser vista como entidad lingüística, puesto que no se trata únicamente de un conjunto de enunciados axiomáticos. Los filósofos semanticistas consideran que el componente más básico para la identidad de una teoría es una clase de modelos que pretenden representar de manera más o menos aproximada fenómenos correspondientes a determinado ámbito de la realidad (Lorenzano, 2001).

Las corrientes de la filosofía de la ciencia del siglo xx que hemos mencionado más arriba, junto a otras como el racionalismo crítico de Karl Popper y Gaston Bachelard, han sido usadas como referentes para caracterizar la llamada «naturaleza de la ciencia» (NOS, por sus siglas en inglés) presente en distintos sujetos y objetos de estudio (estudiantado, profesorado, currículo, materiales). En particular, se han analizado las concepciones de NOS que aparecen en los libros de texto de ciencias, que son el objeto de nuestro estudio.

Por ejemplo, McComas (2003), al estudiar libros de biología de nivel secundario, determinó que ningún texto asume una posición epistemológica completamente identificable para tratar los conceptos de ley y teoría, lo que dificulta el reconocimiento de concepciones de NOS que se correspondan con la producción académica de la filosofía de la ciencia.

En investigaciones relacionadas con la concepción de ciencia y sus relaciones con la tecnología y la sociedad en libros de biología de nivel secundario, la dificultad encontrada fue la falta de un posicionamiento epistemológico claro en esos textos (Chiappetta y Fillman, 2007). En cuanto a los libros de química para los últimos años de la educación secundaria, se han analizado, entre otros, los siguientes aspectos de la NOS: el componente «empírico» de la ciencia, la provisionalidad del conoci-

miento científico y su naturaleza inferencial, el papel de la creatividad en ciencias, la carga teórica de la observación, el mito del «método científico», la naturaleza de teorías y leyes científicas, y la relación de la ciencia con su encuadre sociocultural. Los resultados evidencian que los libros de texto no presentan una concepción de NOS claramente alineada con presupuestos reconocibles de la filosofía de la ciencia, lo que favorece una construcción de imágenes deformadas de la ciencia en el estudiantado (Abd-El-Khalick, Waters y Le, 2008).

Otros aspectos de NOS que se han analizado en libros de texto para la educación secundaria incluyen: descripción general de la ciencia como actividad, características de los científicos, componente metodológico, naturaleza y función de las entidades teóricas en la ciencia, y papel de la subjetividad, la creatividad y la imaginación en la construcción del conocimiento. El estudio de Irez (2008) sobre libros de biología advierte de que la imagen general de ciencia presentada la identifica con una «colección» de hechos y no con un proceso dinámico de generar y poner a prueba explicaciones sobre la naturaleza. Nuevamente, aparecen imágenes poco refinadas, alejadas incluso de las formulaciones del positivismo lógico, corriente ya perimida en filosofía.

Diferenciándose un tanto de los estudios anteriores, Niaz y Maza (2011) proponen, para identificar concepciones de NOS en los libros de ciencias, unos criterios teóricos que están más fundamentados en las aserciones de la filosofía de la ciencia. Por ejemplo, a la hora de tratar la cuestión de teorías y leyes, proponen la idea de que ellas *cumplen diferentes roles en la ciencia* y que por tanto las teorías no se convierten en leyes, incluso con gran cantidad de evidencia a su favor. Introducen también conceptos como la argumentación racional, interpretación, escepticismo o competencia entre teorías rivales, en los que se reconocen formulaciones de la filosofía de la ciencia de cuño racionalista (como las de Popper y su discípulo Imre Lakatos). Con estos criterios analizaron libros de química de varios países y establecieron que, en la mayoría de los textos estudiados, aparece poca información, y nada clara, sobre los aspectos de NOS correspondientes.

La investigación de DiGiuseppe (2014) analiza un único libro de texto con mucha profundidad. Los criterios de análisis utilizados (provisionalidad, inferencia, influencias personales y sociales, cultura y pluralidad metodológica, entre otros) se acercan más a la nueva filosofía de la ciencia que mencionamos más arriba. El autor reconoce en el libro unas concepciones de NOS bajo las cuales se identifica una postura epistemológica moderada.

En el caso de la química, la caracterización de las concepciones de NOS en libros de texto se ha enfocado en identificar si el enfoque de NOS es explícito, implícito o histórico (Abd-El-Khalick et al., 2008; McComas, 2008; Niaz y Maza, 2011), asumiendo como sistema de categorización la lista denominada «siete aspectos clave» o «tenets» o «Lederman's seven» («siete de Lederman») (Lederman et al., 2002). Tal lista les permitió identificar concepciones de NOS desde aquellas características que son ampliamente aceptadas en los documentos curriculares estandarizados de ciencia y desde la filosofía, historia y sociología de la ciencia (Irzik y Nola, 2011).

NOS: NUESTRO MARCO REFERENCIAL

Entenderemos aquí la NOS como un conjunto de contenidos provenientes principalmente de la filosofía de la ciencia y en menor medida de la historia y sociología de la ciencia, seleccionados intencionadamente por su valor para la educación científica (Amador-Rodríguez y Adúriz-Bravo, 2018). El objetivo educativo principal para la NOS ha de ser, a nuestro criterio, proveer a los estudiantes de herramientas de carácter «metateórico» (es decir, de reflexión crítica *sobre* la ciencia) para que ellos tomen decisiones científico-tecnológicas de manera responsable en su vida ciudadana (Lederman, 2018). Uno de nosotros ha argumentado que los contenidos de la NOS deberían provenir de diversas corrientes de la filosofía de la ciencia del siglo xx, especialmente de aquellas compatibles con la construcción de

una imagen *moderadamente realista y racionalista* de la ciencia en las clases de ciencias (Adúriz-Bravo, 2005).

En este trabajo proponemos «alinear» posibles concepciones de NOS en libros con formulaciones de cinco grandes corrientes de la filosofía de la ciencia del siglo xx (Amador-Rodríguez, 2018):

- Positivismo lógico y concepción heredada (PL/CH)
- Racionalismo crítico (RC)
- Nueva filosofía de la ciencia (NFC)
- Filosofía de la ciencia poskunitianiana (PK)
- Visiones recientes y actuales (VRA)

Cada corriente de la filosofía de la ciencia se configura como un conjunto de modelos epistemológicos útiles para conceptualizar qué es la ciencia y comprender algunos aspectos centrales de la actividad científica, como las relaciones entre teorías y hechos, la forma en que razona la comunidad científica, el lenguaje que construyen los científicos para representar el mundo, los ámbitos en que se construye la ciencia, los valores epistémicos y no epistémicos sostenidos en la actividad científica, las elecciones racionales entre teorías rivales, etc. Sostenemos que las cinco corrientes que hemos seleccionado generan argumentos sobre esos aspectos que son insumo fundamental para comprender, desde la didáctica de las ciencias, la naturaleza del conocimiento y la actividad científicas.

Hemos agrupado los distintos aspectos de la ciencia que nos interesa identificar en los libros de texto en diez «tópicos» de la filosofía de la ciencia (Amador-Rodríguez, 2018), con nombres técnicos extraídos del lenguaje disciplinar: *correspondencia, racionalidad, representación, lenguajes, intervención, método, contextos, valores, evolución y juicio*. Si recorremos cada uno de los diez tópicos desde las cinco escuelas de la filosofía de la ciencia (figura 1), obtenemos 50 criterios de análisis disyuntivos que proporcionan un mapa muy completo de posiciones epistemológicas (ver anexo 1).

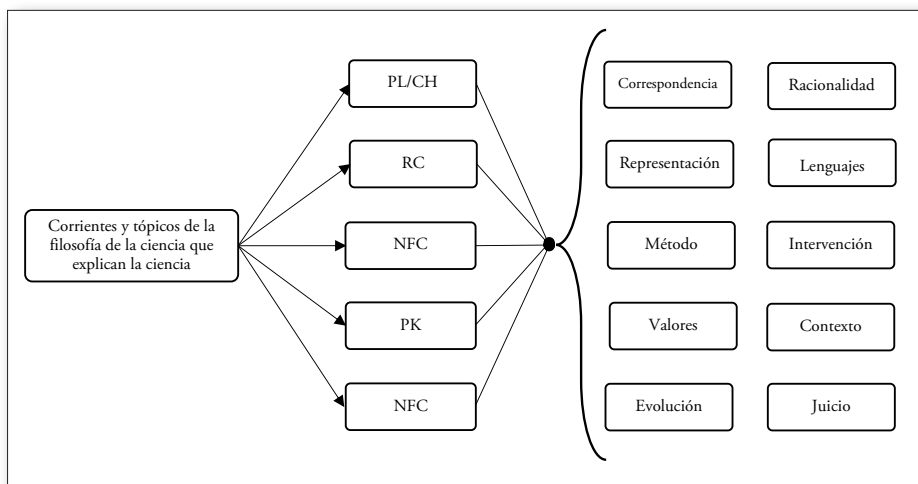


Fig. 1. Corrientes y tópicos de la filosofía de la ciencia.

OBJETIVOS

El objeto de análisis de este estudio es, como se dijo, los libros de texto de química para la educación secundaria, puesto que estos han sido reconocidos como el recurso didáctico más utilizado en las aulas (Ocelli y Valeiras, 2013). El estudio de la NOS en los libros complementa perspectivas de

investigación anteriores sobre ellos, enfocadas en cuestiones como los errores conceptuales que contienen (Pérez Rodríguez, Álvarez Lires y Serrallé Marzoa, 2009), la estructuración de la información científica en ellos (Gericke y Hagberg, 2010), el uso de analogías (Raviolo y Garritz, 2009), sus modelos y teorías (Österlund, Berg y Ekborg, 2010), las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad expuestas (Borges, Pires y Delgado-Iglesias, 2016), los géneros textuales utilizados (Rudolph, Maturo y Soliveres, 2019) o las actividades de enseñanza propuestas (Martínez Díaz, García Rodríguez y Suárez Menéndez, 2017).

En la literatura didáctica se ha venido reclamando un análisis con mayor detalle epistemológico a la hora de seleccionar el contenido de NOS que debe enseñarse (Irzik y Nola, 2011; Matthews, 2012). Haciéndonos eco de ese reclamo, nos hemos propuesto investigar con más finura las concepciones de NOS que se presentan en los libros de química recurriendo a unas categorías que, como demandan esos autores, estén más consistentemente fundamentadas en la filosofía de la ciencia.

El interrogante principal de este trabajo es, pues, cuáles son las concepciones de NOS que promueven en libros de texto para la enseñanza de química dirigidos a la educación secundaria en la región de Latinoamérica. Presentamos un análisis de ocho libros de cuatro países latinoamericanos (Argentina, Chile, Colombia y México), en el cual se pretende *caracterizar* la NOS explicitada en el primer capítulo de cada libro, usando para ello las corrientes y los tópicos de la filosofía de la ciencia introducidos arriba.

Nos propusimos los siguientes objetivos específicos:

1. Seleccionar afirmaciones de los libros estudiados y relacionarlas con algunos tópicos tal y como estos son desarrollados por las corrientes de la filosofía de la ciencia.
2. Determinar las corrientes de la filosofía de la ciencia de mayor recurrencia en esos libros.
3. Intentar precisar, a partir de los tópicos y corrientes identificados, la concepción general de NOS que promueve cada libro.

METODOLOGÍA

La investigación tiene carácter esencialmente cualitativo y se concreta en un análisis de contenido de tipo descriptivo e interpretativo sobre las concepciones de NOS asumidas más o menos explícitamente en los libros de texto.

Como instrumento de construcción de evidencias usamos una *red sistémica*. Las redes sistémicas se proponen como una metodología para ordenar datos cualitativos (Bliss et al., 1979) en la que, detrás de las palabras escritas en el contexto de una frase, hay un significado que trasciende lo directamente expresado por tales palabras. Una red sistémica se construye con el propósito de argumentar la relación entre teoría y datos: los datos se constituyen en *evidencias* cuando se los reconstruye a la luz del marco teórico que se asume en la investigación. Las afirmaciones seleccionadas de los capítulos de los libros para la enseñanza de la química se entienden como los datos, y el cruce de los tópicos y corrientes de la filosofía de la ciencia constituye nuestra «teoría». La organización de la red sistémica deviene de la selección de datos que realiza el investigador en función de los objetivos propuestos, junto a la introducción de términos y frases apoyados en la teoría que orientan la lectura de los datos y permiten su transformación en evidencias.

En el extremo izquierdo de la red se ubica la teoría, que para este caso son las «definiciones» de cada tópico desde cada corriente (anexo 1). En el extremo derecho se sitúan los datos crudos; en esta parte de la red se ubican las afirmaciones directamente extraídas de los libros de texto. Para lograr la correlación dato-teoría hemos formulado unas proposiciones (que nosotros denominamos *afirmaciones puente*) que permiten ir acoplando los aspectos teóricos y empíricos buscando relaciones específicas

entre las afirmaciones del texto y el sistema tópicos-corrientes. Así, al realizar la lectura de las distintas afirmaciones que configuran horizontalmente la red, se ve que la carga conceptual va aumentando de derecha a izquierda. Las afirmaciones puente fabricadas por nosotros son artefactos conceptuales que nos permiten *argumentar* que los datos encontrados se subsumen adecuadamente en un tópico y una corriente. La figura 2 representa parte de la estructura de nuestra red sistémica; su configuración permite ilustrar lo descrito anteriormente.

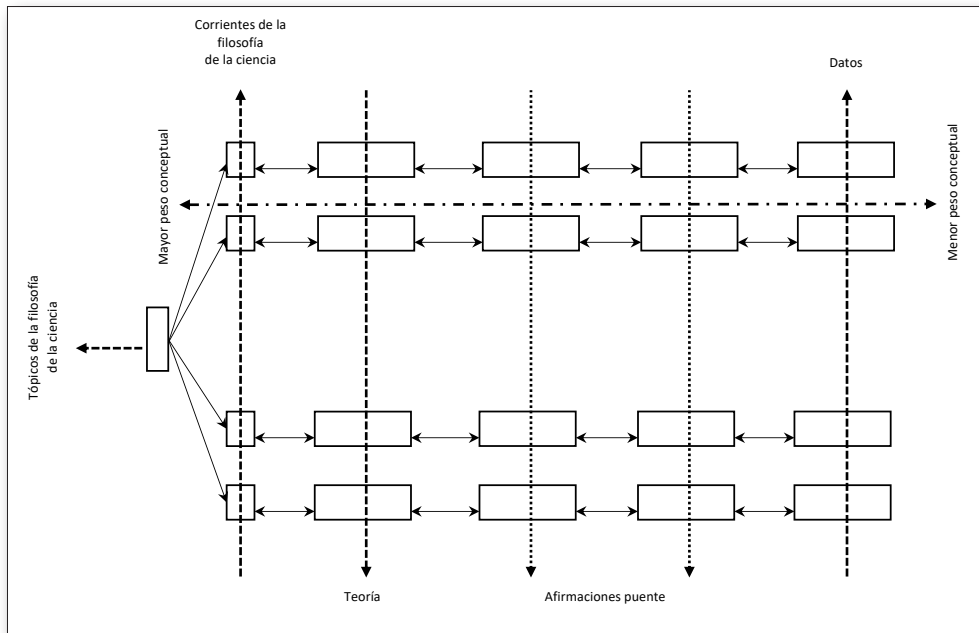


Fig. 2. Estructura de la red sistémica.

A modo de ejemplo se presentan en la tabla 1 las proposiciones que componen un desplazamiento horizontal en nuestra red sistémica; hemos tomado las afirmaciones que aluden al tópico de correspondencia tal cual es modelizado por la corriente de visiones recientes y actuales. La afirmación con máxima carga conceptual proviene de nuestro marco teórico (anexo 1); la afirmación con mínima carga conceptual es el dato crudo extraído del libro.

Tabla 1.

Afirmaciones para el tópico de correspondencia y la corriente de visiones recientes y actuales

	<i>Teoría</i>	<i>Afirmaciones puente</i>		<i>Dato</i>
La cuestión de la correspondencia desde las visiones recientes y actuales de la filosofía de la ciencia	Una hipótesis teórica afirma la existencia de semejanza entre un cierto modelo teórico y un sistema real designado, pero dicha semejanza entre el modelo y el mundo se debe limitar a un conjunto de aspectos y grados.	Un modelo científico es parte de un mundo imaginado que solo existe en las mentes de los científicos, quienes proponen el parecido entre modelo y mundo real.	Los modelos científicos median entre teoría y realidad, lo que permite a los científicos indagar en la naturaleza y así generar explicaciones sobre ella.	Poner el acento en quien explora la realidad y vislumbrar que lo que hace ese hombre o mujer cuando indaga el mundo es asignar significado a su experiencia y construir modelos que buscan explicar fragmentos de la realidad a partir de una interacción permanente con el objeto que se está estudiando.

Interrogantes orientadores para la selección de afirmaciones

Con objeto de identificar y extraer aquellas afirmaciones de los libros que presentan vinculación significativa con algún tópico y alguna corriente de la filosofía de la ciencia, formulamos unos «interrogantes orientadores» (tabla 2). Estas preguntas sencillas guían al investigador en la búsqueda de todas las frases que explícitamente tratan un tópico (Amador-Rodríguez, 2018):

Tabla 2.
Interrogantes orientadores para reconocer los tópicos de la filosofía de la ciencia

<i>Tópicos</i>	<i>Interrogantes</i>
Correspondencia	¿Nos dicen algo las ciencias sobre el mundo? ¹
Racionalidad	¿Cuál es la naturaleza de las elecciones racionales de los científicos para evaluar las teorías o modelos científicos?
Representación	¿Cuáles son los modos de representación a los que acuden los científicos para dar cuenta del mundo?
Lenguajes	¿Cuáles son los lenguajes científicos a los que acuden los científicos para explicar el mundo?
Intervención	¿En qué formas interactúa la comunidad científica con los hechos del mundo?
Método	¿A qué conjunto de reglas y normas recurren los científicos para realizar la actividad científica?
Contextos	¿En qué contexto(s) se despliega la actividad científica?
Valores	¿Cuáles son los valores que caracterizan la actividad científica?
Evolución	¿Cómo es el cambio de la ciencia a lo largo del tiempo?
Juicio	¿Qué circunstancias movilizan a la comunidad científica para preferir o no una teoría científica?

Muestra de la investigación

Se optó por una selección intencional de la muestra de acuerdo con los propósitos de investigación (Maxwell, 1996); la intención fundamental era garantizar una variedad de países latinoamericanos participantes. Los países seleccionados fueron los tres más poblados de habla española (Argentina, Colombia y México), junto a Chile, que se incluyó por tratarse de un país con marcadas diferencias con el resto de la región en cuanto a su sistema educativo. Los libros de química (tabla 3) se eligieron de acuerdo con los siguientes criterios: 1. En el caso de existir recomendaciones emanadas desde el Ministerio de Educación, los libros sugeridos por esa entidad (Chile y México). 2. Cuando no existían esas recomendaciones oficiales, se tomaron los libros de mayor venta (Argentina y Colombia). Se consultó a didactas de las ciencias de los cuatro países de la muestra sobre sus impresiones acerca de los libros elegidos.

1. Interrogante formulado por Izquierdo-Aymerich (1999).

Tabla 3.
Libros de texto seleccionados para la investigación

<i>País</i>	<i>Libro</i>	<i>Año</i>	<i>Editorial</i>
Argentina	<i>Química</i>	2007	Santillana (Perspectivas)
	<i>Química</i>	2007	Tinta Fresca
Chile	<i>Química 1.º Año Medio</i>	2010	Ediciones Cal y Canto
	<i>Química 2.º Año Medio</i>	2010	Ediciones Cal y Canto
Colombia	<i>Quím@1</i>	2007	Norma
	<i>Química Inorgánica</i>	2005	Santillana
México	<i>Química Ciencias</i>	2008	Castillo
	<i>Ciencias 3 Química</i>	2008	Santillana (Integral)

Fases de la investigación

A continuación, se describen las fases que se establecieron para nuestra investigación:

1. Fase de detección

- Lectura del capítulo sobre naturaleza de la química de cada libro de texto.
- Primera selección de afirmaciones (datos crudos extraídos directamente del texto), usando los interrogantes orientadores de la NOS.

2. Fase de selección

- Lectura y análisis detallado de las afirmaciones elegidas en la primera fase.
- Segunda selección y refinamiento usando los interrogantes NOS y las definiciones de cada tópico de la filosofía de la ciencia.
- Validación de interpretaciones al interior del grupo de investigación GEHyD, determinando la «reciprocidad» entre afirmaciones y NOS.

3. Fase de correlación

- Encuadre de las afirmaciones en las corrientes de la filosofía de la ciencia.
- Nueva triangulación.
- Construcción de las redes sistémicas, con la fabricación de las afirmaciones puente.
- Última triangulación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 3 se especifica el número de afirmaciones que se ubican dentro de cada tópico de filosofía de la ciencia. Se determinaron 64 relaciones semánticas; este valor establece ya que hay afirmaciones (datos) que presentan correlación con más de un tópico.

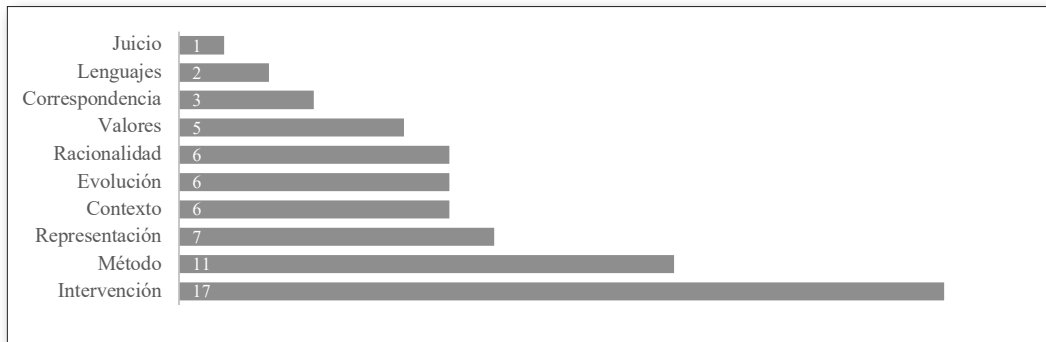


Fig. 3. Número de afirmaciones por tópico de la filosofía de la ciencia.

En la figura 4 se muestra el número de afirmaciones-datos que atravesaron la fase de selección y quedaron correlacionadas con una corriente de la filosofía de la ciencia (61 en total). Se observa entonces que el número total de afirmaciones «crudas» de los libros en las que fue posible reconocer un tópico y una corriente de la filosofía de la ciencia es llamativamente bajo (menos de ocho por libro). Se verá más abajo que las dos corrientes con mayor número de afirmaciones reconocibles en los libros constituyen los dos «extremos» de corrientes de la filosofía de la ciencia del siglo xx: positivismo lógico/concepción heredada (PL/CH) y visiones recientes y actuales.

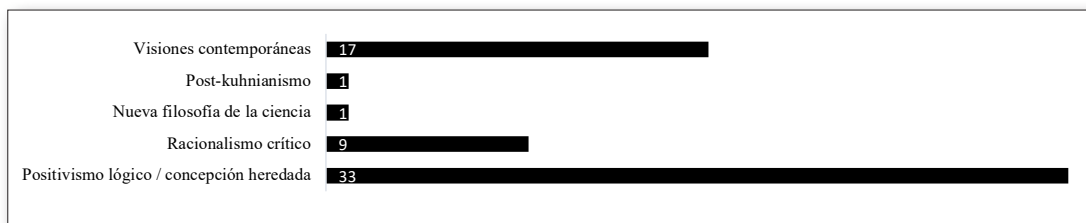


Fig. 4. Número de afirmaciones-datos de los libros por corriente de la filosofía de la ciencia.

Distribución global de los datos

Más de la mitad de las afirmaciones (33) se vinculan con la corriente positivismo lógico/concepción heredada, lo que indicaría que la concepción de NOS más extendida aún en los libros de texto se nutre de una corriente epistemológica perimida y a la cual se le han señalado problemas en relación con su capacidad para fundamentar epistemológicamente la buena enseñanza de las ciencias. Este resultado coincide con numerosas investigaciones anteriores similares a la nuestra (Abd-El-Khalick, Waters y Le, 2008; DiGiuseppe, 2014; Guisasaola et al., 2005; Chiappetta y Fillman, 2007; Irez, 2008; McComas, 2003).

Por otra parte, destaca el número de afirmaciones (17) que se vinculan con la corriente de visiones recientes y actuales, lo que permite inferir la existencia de algunos cambios paulatinos en las concepciones de NOS en los libros de Argentina, Colombia y México. Con la corriente de racionalismo crítico (RC) se relacionaron 9 afirmaciones; las dos restantes se ubicaron una en la nueva filosofía de la ciencia (NFC) y otra en la filosofía de la ciencia poskuhiana (PK).

Análisis desde las relaciones entre tópicos y épocas de la filosofía de la ciencia

A continuación, se presentan análisis de las épocas de la filosofía de la ciencia a las que los libros recurren para cada tópico. Para tal fin tomamos algunas de las afirmaciones-datos y sus respectivas afirmaciones puente para llegar a la parte teórica de la red. En nuestra argumentación decimos que cada afirmación del libro se refiere a un determinado tópico porque responde a la pregunta orientadora respectiva y que se «subsume» en una determinada corriente porque es posible construir afirmaciones puente más abstractas que van dejando a la vista ideas clave que «se parecen» a las del sistema categorial del anexo 1.

Las tablas 4, 5 y 6 extraen de la red total las afirmaciones de los libros que se ubican en la corriente PL/CH para los tópicos de intervención, método y representación. Esta corriente conceptualizó el vínculo entre los términos teóricos y observacionales de una teoría a través de lo que se dio en llamar «reglas de correspondencia». También concibió la estructura de la ciencia como un conjunto de proposiciones bien trabadas entre sí que pretenden revelar cómo es el mundo. Otra de sus características importantes es que se dedicó a hacer un análisis *sincrónico* de las teorías científicas, suponiendo un modelo sencillo de «acumulación» para el cambio de ellas en el tiempo. Estas y otras ideas centrales nos permiten sustentar que las afirmaciones-datos extraídas de los libros tienen vinculación con esta corriente epistemológica.

Tabla 4.
Afirmaciones para el tópico de intervención

	<i>Teoría</i>	<i>Afirmaciones puente</i>	<i>Dato</i>
<i>Corriente de la filosofía de la ciencia: PL/CH</i>	La observación y la experimentación preceden a la formulación de teorías o modelos científicos.	La observación y la experimentación proporcionan una base segura a partir de la cual se puede derivar el conocimiento científico.	Comprobar experimentalmente una hipótesis consiste en intentar probar si la hipótesis planteada logra explicar satisfactoriamente el fenómeno en cuestión. Para ello se diseña un experimento, durante el cual se realizan nuevas observaciones, pero bajo condiciones controladas [Co44].

Tabla 5.
Afirmaciones para el tópico de método

	<i>Teoría</i>	<i>Afirmaciones puente</i>		<i>Dato</i>
<i>Corriente de la filosofía de la ciencia: PL/CH</i>	El método científico se identifica con el uso de inferencias inductivas en las que se pasa de las observaciones de hechos concretos al establecimiento de leyes generales.	La relación de confirmación inductiva en el método científico es una relación lógica, siendo la inducción el modo de inferencia.	Los científicos en su actividad investigativa empiezan 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.	¿Cómo se formula una nueva teoría y se deja de lado una que ya no responde a lo observado? Generalmente se hace referencia a un único método estándar, el «método científico», caracterizado por una serie de operaciones: observación-problema-hipótesis-predicciones-experimentación-análisis de datos-conclusiones-confirmación o refutación de hipótesis [Ar26y27].

Tabla 6.
Afirmaciones para el tópico de representación

	<i>Teoría</i>	<i>Afirmaciones puente</i>	<i>Dato</i>
Corriente de la filosofía de la ciencia: PL/CH	Las teorías científicas están conformadas por un conjunto de afirmaciones lógicas que pretenden, una vez interpretadas, decir algo del mundo.	Las teorías se formulan como un sistema de afirmaciones que son susceptibles de una interpretación basada en observaciones o experimentación.	Un modelo es una representación de lo que no es perceptible y es utilizado para explicar el fenómeno. Si bien los modelos no son la realidad, son construcciones que facilitan la comprensión y se construyen a partir de datos obtenidos de experimentos [Ar34].

La argumentación para ubicar afirmaciones de los libros dentro de la corriente de racionalismo crítico se sustenta desde la idea que dicha posición epistemológica privilegia la racionalidad del sujeto y el uso de lenguajes e inferencias formales para generar análisis rigurosos de la estructura y validez del conocimiento científico. Otra de las características de esta corriente es la de suponer que la ciencia avanza mediante el planteamiento de hipótesis científicas «audaces» que luego han de ser puestas a prueba mediante razonamientos deductivos para intentar refutarlas. En la afirmación-dato de la tabla 7 reconocemos la postura racionalista en torno a la formulación de hipótesis.

Tabla 7.
Afirmaciones para el tópico de racionalidad

	<i>Teoría</i>	<i>Afirmaciones-puente</i>	<i>Dato</i>
<i>Corriente de la filosofía de la ciencia:</i> RC	La lógica deductiva solo permite refutar hipótesis, nunca confirmarlas, ni total ni parcialmente.	Los científicos inventan libre y creativamente hipótesis generales sobre el mundo y luego las someten a prueba mediante la lógica deductiva.	Cuando los científicos encuentran alguna respuesta a la cuestión que investigan, elaboran una hipótesis; es decir, un intento de explicación provisoria que sea eficiente en ese contexto [Ar33].

Dentro de la corriente visiones recientes y actuales se ubica, como se dijo, la concepción semántica de las teorías científicas, que hace hincapié en el significado y uso de las teorías y no tanto en su forma o estructura. Los planteamientos generados por el semanticismo apuntan a que la relación entre los fenómenos («realidad») y lo que decimos sobre ellos («representación») aparece mediada por los modelos científicos como representaciones abstractas del mundo (Adúriz-Bravo, 2013). También se resalta desde esta corriente que los aspectos «internos» de la construcción de conocimiento científico están fuertemente atravesados por valores epistémicos. En la tabla 8 presentamos una afirmación de uno de los libros de texto que creemos que se ubican en esta corriente.

Tabla 8.
Afirmaciones para el tópic de valores

	<i>Teoría</i>	<i>Afirmaciones puente</i>	<i>Dato</i>
<i>Corriente de la filosofía de la ciencia: VRA</i>	Los valores sociales de la ciencia están referidos desde los siguientes criterios axiológicos: <ul style="list-style-type: none"> – Los resultados de la actividad científica deben ser públicos como también comunicables y enseñables. – El saber científico debe ser accesible a cualquier ser humano, previa educación. – La ciencia debe ser objetiva. – En la medida de sus posibilidades, los científicos deben tratar de mejorar lo logrado por sus predecesores. 	En la medida de sus posibilidades, los científicos deben tratar de mejorar lo logrado hasta el momento.	El conocimiento científico y las aplicaciones tecnológicas nos han proporcionado herramientas extraordinarias para cambiar el mundo que nos rodea. En general, estas transformaciones han servido para mejorar el nivel y la calidad de vida de la mayoría de los habitantes del planeta [Mx25].

Visión de conjunto: posiciones epistemológicas de los libros

En la figura 4 se presentaba el número de afirmaciones recogidas que se relacionan con las cinco corrientes de la filosofía de la ciencia, pero sin analizar lo que pasaba en cada libro por separado. Al tomar cada libro de texto como un caso, se vislumbra la existencia de una concepción general de NOS a la que el libro estaría adhiriendo (al menos en el primer capítulo, que trata explícitamente de estos asuntos). Para las concepciones generales de NOS (o «posiciones epistemológicas») reconocidas en los libros, proponemos las siguientes categorías:

1. Concepción de NOS positivista (CP)
2. Concepción de NOS positivista ampliada (CPA)
3. Concepción de NOS ecléctica (CE)

La concepción de NOS positivista (CP) es la que hallamos en los dos libros chilenos y en uno de los colombianos, que conciben la observación y la experimentación como las operaciones sobre las que se basa la formulación de las teorías científicas. Estos libros se adhieren a la existencia del «método científico», conformado por etapas que hay que seguir operativamente. También se reconoce en ellos lo que se llama «realismo icónico»: la idea de que las teorías científicas indican cómo es en realidad el mundo. La postura respecto del cambio científico es lineal y acumulacionista.

Hablamos de una concepción de NOS positivista ampliada (CPA) cuando la mayoría de las afirmaciones extraídas del libro presentan una correlación con los principios teóricos que adscribimos a las corrientes de positivismo lógico/concepción heredada y racionalismo crítico. A pesar de sus matices y diferencias, estas dos corrientes presentan un enfoque marcadamente científicista y primordialmente «sintáctico» (esto es, enfatizando los aspectos lógicos y lingüísticos para el análisis estructural del conocimiento científico).

Uno de los libros de texto argentinos, uno de los mexicanos y el segundo texto colombiano se ubicarían en esta concepción, pues suman, al tradicional énfasis en la experimentación y el método, el realismo icónico y el acumulacionismo, ciertas nociones más cercanas al hipotético-deductivismo y una mayor atención a la importancia de la *explicación científica*. En el libro mexicano, en particular, se expone la idea de que un experimento es significativo en la ciencia solo si a través de él se pone a prueba una teorización científica por medio de la lógica deductiva y buscando su refutación.

Por último, hablamos de una concepción ecléctica (CE) de la NOS cuando las afirmaciones en el texto correlacionan con variadas corrientes de la filosofía de la ciencia. Por ejemplo, el segundo libro de texto argentino se adhiere a muchas de las tesis del positivismo lógico/concepción heredada, pero al mismo tiempo presenta la idea de que las hipótesis científicas *afirman* relaciones de explicación entre hechos y modelos y también fomenta la noción de que los científicos, a través de consenso crítico, procuran mejorar el curso de la ciencia; esto se vincula con las visiones recientes y actuales.

En la concepción ecléctica se sitúa también el segundo libro de texto mexicano, que yuxtapone, al basamento positivista tradicional, algunas ideas más identificables con la corriente de nueva filosofía de la ciencia. Así, este libro plantea que la ciencia no avanza por la acumulación de descubrimientos e invenciones individuales, sino gracias a una acción colectiva llevada a cabo por las comunidades científicas según creencias, métodos, conceptos y valores compartidos.

Para ese mismo libro establecimos además vínculos entre alguna de sus afirmaciones y la corriente visiones recientes y actuales, que asume que la observación depende fuertemente de las teorías científicas y que por tanto el científico, más que un «buen observador», es un «buen decisor» que lee los experimentos, modifica las condiciones, distingue cuestiones fuera de lo común y repara en posibles «artefactos» del instrumental. Esta corriente de la filosofía de la ciencia propone que los valores sociales de la ciencia hacen parte constitutiva de la actividad científica y que los resultados de tal actividad han de ser públicos, comunicables y enseñables. El libro reconoce la afirmación de que el saber científico debería ser accesible a cualquier ser humano.

Por último, señalaremos brevemente la única idea relevada en los textos que hemos ubicado en la corriente de filosofía de la ciencia poskuhniana: la afirmación de que no existe el tan mentado método científico, pues no hay un conjunto único y fijo de normas que sean seguidas universalmente por los científicos en su labor.

CONCLUSIONES

Nuestra categorización de las concepciones de NOS en los libros de texto para la enseñanza de la química, aunque es original, «sintoniza» con reportes de varios autores que también reconocen posiciones epistemológicas *híbridas*, *intermedias* o *transicionales* en la educación científica (Acevedo-Díaz et al., 2007; Méheut, Larcher y Chomat, 1988; Perafán y Adúriz-Bravo, 2002; Silva y Martins, 2009). El valor añadido en nuestra investigación surgiría entonces del análisis exhaustivo de cuáles son las corrientes epistemológicas combinadas y en cuáles asuntos metacientíficos se evidencian sus teorizaciones. En este sentido, la utilización de diez tópicos *definidos desde la propia filosofía de la ciencia* nos aporta más y mejores evidencias de la constitución interna de la naturaleza de la ciencia circulante en la educación en ciencias.

En la misma línea, constatamos una vez más la omnipresencia del positivismo en la ciencia escolar, pero ahora, merced al marco teórico utilizado, podemos ver que las formulaciones de esta filosofía de la ciencia clásica siguen acantonadas fundamentalmente en las cuestiones en torno al método científico, la racionalidad inductiva y el realismo ingenuo.

Un resultado que aparece como bastante novedoso, en cambio, es nuestra identificación de algunas afirmaciones en los textos que pueden ser leídas desde las corrientes vigentes en la filosofía de la ciencia. La corriente que hemos llamado VRA parece fundamentar la comprensión educacional de aspectos de la actividad científica como los de contextos y valores. Esta evidencia abre la puerta a futuros trabajos de intervención en la línea de una renovación sustantiva de los libros de texto y de una «formación epistemológica» del profesorado de ciencias, en las que se tomen esas «puntas del ovillo» para construir a partir de ellas comprensiones más robustas de la NOS, como se demanda desde la didáctica de las ciencias.

Queda como aporte teórico las 50 enunciaciones formuladas al cruzar cada tópico de la filosofía de la ciencia con cada corriente. Creemos que allí hay potencial analítico, que vale la pena continuar investigando, para caracterizar más finamente las concepciones de NOS en los sujetos y objetos que se estudian desde nuestra disciplina. En este sentido, el marco teórico que hemos presentado aquí nos permite entender mejor qué son, filosóficamente hablando, las visiones de NOS «clásica/cientificista» y «renovada/constructivista» que se reportan, de manera no pocas veces dicotómica, en muchísimos trabajos anteriores. Estamos transparentando, por tanto, nuestra apuesta por la necesidad de análisis más sofisticados de la NOS que se apoyen en las teorizaciones de la filosofía de la ciencia mientras que reafirmamos nuestra creencia de que el aparato teórico que hemos puesto aquí a consideración de los lectores puede constituir un primer aporte en esta línea.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abd-El-Khalick, F., Waters, M. y Le, A. P. (2008). Representations of nature of science in high school chemistry textbooks over the past four decades. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(7), 835-855.
<https://doi.org/10.1002/tea.20226>
- Acevedo J. A., Vázquez A., Manassero M. A. y Acevedo P. (2007). Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: fundamentos de una investigación empírica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4(1), 42-66.
http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2007.v4.i1.04
- Adúriz-Bravo, A. (2005). ¿Qué naturaleza de la ciencia hemos de saber los profesores de ciencias?: Una cuestión actual de la investigación didáctica. *Tecne, Episteme y Didaxis*, 23-33.
- Adúriz-Bravo, A. (2013). A 'Semantic' View of Scientific Models for Science Education. *Science & Education*, 22, 1593-1611.
<https://doi.org/10.1007/s11191-011-9431-7>
- Amador-Rodríguez, R. Y. (2018). *La Naturaleza de la Ciencia Representada en Libros de Texto de Química Latinoamericanos* (tesis doctoral). Neuquén: Universidad Nacional del Comahue.
- Amador-Rodríguez, R. Y. y Adúriz-Bravo, A. (2018). Consensus and Dissent Around the Concept of Nature of Science in the Ibero-American Community of Didactics of Science. En *Teaching Science with Context* (pp. 31-47). Cham: Springer.
https://doi.org/10.1007/978-3-319-74036-2_3
- Bliss, J., Ogborn, J. y Grize, F. (1979). The analysis of qualitative data. *European Journal of Science Education*, 1(4), 427-440.
<https://doi.org/10.1080/0140528790010406>
- Borges I., Pires D. y Delgado-Iglesias J. (2016) Las relaciones entre Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente, en los libros de texto de Educación Primaria: Un estudio comparativo entre Portugal y España, antes de las últimas reformas educativas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14(1), 54-68.
http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2017.v14.i1.05
- Chiappetta, E. L. y Fillman, D. A. (2007). Analysis of five high school biology textbooks used in the United States for inclusion of the nature of science. *International Journal of Science Education*, 29(15), 1847-1868.
<https://doi.org/10.1080/09500690601159407>

- DiGiuseppe, M. (2014). Representing Nature of Science in a Science Textbook: Exploring author–editor–publisher interactions. *International Journal of Science Education*, 36(7), 1061-1082.
<https://doi.org/10.1080/09500693.2013.840405>
- Gericke, N. y Hagberg, M. (2010). Conceptual variation in the depiction of Gene function in upper secondary school textbooks, *Science & Education*, 19(10), 963-994.
<https://doi.org/10.1007/s11191-010-9262-y>
- Guisasola, J., Almudí, J. M. y Furió, C. (2005). The nature of science and its implications for physics textbooks. *Science & Education*, 14(3-5), 321-328.
<https://doi.org/10.1007/s11191-004-7936-z>
- Irez, S. (2008). Nature of science as depicted in Turkish biology textbooks. *Science Education*, 93(3), 422-447.
<https://doi.org/10.1002/sce.20305>
- 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>
- Izquierdo, M. (1999). *Memoria del proyecto docente e investigador*. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona.
- Lederman, N. G. (2018). La siempre cambiante contextualización de la naturaleza de la ciencia: documentos recientes sobre la reforma de la educación científica en los Estados Unidos y su impacto en el logro de la alfabetización científica. *Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 36(2), 5-22.
<https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2661>
- Lederman, N. G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L. y Schwartz, R. (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, 497-521.
<https://doi.org/10.1002/tea.10034>
- Lorenzano, P. (2001). La teorización filosófica sobre la ciencia en el siglo xx. *Boletín de la Biblioteca del Congreso de la Nación*, 121, 29-43.
- Martínez Díaz, A., García Rodríguez, M. S. y Suárez Menéndez, J. J. (2017). Análisis de las actividades de Química en los libros de texto de Física y Química de 1.º de Bachillerato desde una perspectiva de «Química en contexto», *Enseñanza & Teaching*, Salamanca, 35(2), 109-125.
<https://doi.org/10.14201/et2017352109125>
- Matthews, M. R. (1991). Un lugar para la historia y la filosofía en la enseñanza de las ciencias. *Comunicación, Lenguaje y Educación*, 3(11-12), 141-156.
- Matthews, M. R. (2012). Changing the focus: From nature of science (NOS) to features of science (FOS). En *Advances in nature of science research* (pp. 3-26). Países Bajos: Springer.
https://doi.org/10.1007/978-94-007-2457-0_1
- Maxwell, J. (1996). *Qualitative Research Design: An interactive approach*. Sage Publications.
- McComas, W. F. (2003). A textbook case of the nature of science: Laws and theories in the science of biology. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 1(2), pp. 141-155.
- McComas, W. F. (2008). Seeking historical examples to illustrate key aspects of nature of science. *Science and Education*, 17, 249-263.
<https://doi.org/10.1007/s11191-007-9081-y>
- Meheut, M., Larcher, C. y Chomat, A. (1988). Modelos de partículas en la iniciación a las ciencias físicas. *Enseñanza de las Ciencias*, 6, 231-238.
- Mellado, V. y Carracedo, D. (1993). Contribuciones de la filosofía de la ciencia a la didáctica de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(3), 331-339.

- Niaz, M. y Maza, A. (2011). Nature of science in general chemistry textbooks. *Nature of Science in General Chemistry Textbooks*, pp. 1-37. Países Bajos: Springer.
<https://doi.org/10.1007/978-94-007-1920-0>
- Occelli, M. y Valeiras, N. (2013). Los libros de texto de ciencias como objeto de investigación: una revisión bibliográfica. *Enseñanza de las Ciencias*, 31(2), 133-152.
<https://doi.org/10.5565/rev/ec/v31n2.761>
- Österlund, L., Berg, A. y Ekborg, M. (2010). Redox models in chemistry textbooks for the upper secondary school: friend or foe? *Chemistry Education Research and Practice*, 11(3), 182-192.
<https://doi.org/10.1039/C005467B>
- Perafán, G. A. y Adúriz-Bravo, A. (Comps.) (2002). *Pensamiento y conocimiento de los profesores. Debate y perspectivas internacionales* (pp. 127-139). Santafé de Bogota: Universidad Pedagógica Nacional.
- Pérez Rodríguez, U., Álvarez Lires, M. y Serrallé Marzoa, J. F. (2009). Los errores de los libros de texto de primer curso de ESO sobre la evaluación histórica del conocimiento del universo. *Enseñanza de las Ciencias*, 27(1), 109-120.
- Raviolo, A. y Garritz, A. (2009). Analogies in the teaching of chemical equilibrium: a synthesis/analysis of the literature, *Chemistry Education Research and Practice*, 10(1), 5-13.
<https://doi.org/10.1039/B901455c>
- Rudolph, C. A., Maturano, C. I. y Soliveres, M. A. (2019). Los géneros en los textos de manuales escolares de Ciencias Naturales. *Revista Signos. Estudios de Lingüística*, 53(103).
<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-09342020000200520>
- Silva, G. y Martins, C. A. (2009). Confiabilidade e a validação na investigação epistemológica do livro didático de química: um desenho metodológico. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*. Belo Horizonte, 11(2), dez. 2009.

ANEXO 1

<i>Formulaciones en torno al tópico de correspondencia para cada una de las cinco corrientes de la filosofía de la ciencia</i>	
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.
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.
NFC	Cada paradigma en la ciencia interpreta la experiencia de modo distinto, e incluso ve el mundo de modo distinto.
PK	Para que un problema en la ciencia lo sea no necesita describir con precisión un estado de cosas reales: todo lo que se requiere es que alguien piense que es un estado de cosas real.
VC	Una hipótesis teórica afirma la existencia de semejanza entre un cierto modelo teórico y un sistema real designado, pero dicha semejanza entre el modelo y el mundo se debe limitar a un conjunto de aspectos y grados.

<i>Formulaciones en torno al tópico de racionalidad para cada una de las cinco corrientes de la filosofía de la ciencia</i>	
PL/CH	Los únicos factores que se tienen en cuenta para la evaluación de las teorías son factores internos, es decir, factores que atañen solo al contenido de las teorías y a su relación con la evidencia empírica.
RC	La lógica deductiva solo permite refutar hipótesis, nunca confirmarlas, ni total ni parcialmente.
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.
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.
VC	La elección de un modelo sobre otro obedece a intereses humanos que trascienden el interés meramente epistémico, como intereses prácticos de diverso tipo (profesional, el social, etc.).

<i>Formulaciones en torno al tópico de representación para cada una de las cinco corrientes de la filosofía de la ciencia</i>	
PL/CH	Las teorías científicas están conformadas por un conjunto de afirmaciones lógicas que pretenden, una vez interpretadas, decir algo del mundo.
RC	Las teorías científicas son conjeturas arriesgadas que se aceptan provisionalmente en tanto no son refutadas.
NFC	Las teorías científicas son entidades estructuralmente complejas formadas por principios generales ubicados en un núcleo y con un conjunto de supuestos generales que se ponen a prueba empíricamente, localizados en un cinturón.
PK	La teoría científica es un conjunto relativamente específico de doctrinas, leyes, hipótesis o principios relacionados, que se usan para hacer predicciones experimentales u observacionales y ofrecer explicaciones de fenómenos naturales.
VC	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.

<i>Formulaciones en torno al tópico de lenguajes para cada una de las cinco corrientes de la filosofía de la ciencia</i>	
PL/CH	El vocabulario formal de una teoría es el vocabulario de apoyo que proporciona el lenguaje o instrumental formal y que en algunos casos puede incluir partes muy elevadas de la matemática; el vocabulario observacional refiere a entidades directamente observables y a propiedades y relaciones entre ellas directamente observables, y el vocabulario teórico refiere a entidades, propiedades y relaciones no directamente observables postuladas para dar cuenta de los fenómenos.
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.
NFC	Las leyes científicas son generalizaciones simbólicas que funcionan como expresiones que se dan dentro de un sistema matemático puro.
PK	Una teoría T ha resuelto un problema empírico, si T funciona (significativamente) en cualquier esquema de inferencia cuya conclusión es un enunciado del problema.
VC	Presentar una teoría es presentar una familia de modelos. Esta familia puede ser descrita de varios modos, mediante enunciados diferentes en lenguajes diferentes y ninguna formulación lingüística tiene estatuto privilegiado sobre las demás.

<i>Formulaciones en torno al tópico de intervención para cada una de las cinco corrientes de la filosofía de la ciencia</i>	
PL/CH	La observación y la experimentación preceden a la formulación de teorías o modelos científicos.
RC	Un experimento es significativo solo si se pone a prueba una teoría o modelo científico.
NFC	Ninguna proposición basada en hechos puede ser probada por un experimento.
PK	La teoría está en todas partes, lo que indica que no tiene sentido hacer la distinción entre teoría y observación.
VC	Un experimentador debe ser un buen observador (sensible y alerta). Un buen observador puede llevar a cabo un experimento, modificarlo de la manera adecuada, distinguir si algo fuera de lo común es una clave de la naturaleza o si es un artefacto de la máquina. La observación depende de las teorías o modelos científicos.

<i>Formulaciones en torno al tópico de método para cada una de las cinco corrientes de la filosofía de la ciencia</i>	
PL/CH	El método científico se identifica con el uso de inferencias inductivas en las que se pasa de las observaciones de hechos concretos al establecimiento de leyes generales.
RC	Conjeturamos, inventamos libre y creativamente hipótesis generales sobre el mundo, cuanto más arriesgadas mejor. Enseguida, sometemos las hipótesis a prueba mediante test severos. De nuestras hipótesis inferimos hechos particulares constatables mediante observación o experimentación.
NFC	La ciencia no se desarrolla mediante la acumulación de descubrimientos e inventos individuales, sino gracias a una acción colectiva llevada a cabo por las comunidades científicas en base a creencias, métodos, conceptos y valores compartidos.
PK	No existe el Método Científico, no hay un conjunto de normas que sean seguidas universalmente por los científicos para hacer ciencia.
VC	Una concepción moderada de la metodología de la ciencia pone el foco en la capacidad de pensar acerca del mundo con modelos teóricos, de generar lenguajes abstractos para crear y comunicar conocimiento y de intervenir transformadoramente sobre los fenómenos.

¿Qué naturaleza de la ciencia se presenta en los libros de química para la educación secundaria?

<i>Formulaciones en torno al tópico de contextos para cada una de las cinco corrientes de la filosofía de la ciencia</i>	
PL/CH	No es importante cómo se descubren las teorías, en cambio, es importante evaluar los procedimientos mediante los cuales justifican los científicos las teorías que defienden, tarea en la que la lógica sí que tiene mucho que decir.
RC	Un modelo racionalista en el sentido de que los únicos factores que se tienen en cuenta para la evaluación de las teorías son factores internos, es decir, factores que atañen solo al contenido de las teorías y su relación con la evidencia empírica.
NFC	El contexto de descubrimiento y el de justificación no son pasos consecutivos, sino interactivos, por lo que no es admisible pensar que la fase de la resolución de problemas científicos pertenezca al contexto de justificación estudiado e investigado desde la lógica y el resto al contexto de descubrimiento.
PK	La actividad científica se da en dos contextos distintos: el de aceptación y el de prosecución. En el primero se acepta o se rechaza una tradición de investigación; en el segundo contexto (prosecución), se tiene en cuenta racionalmente, para la continuación y la exploración de las tradiciones de investigación.
VC	En la actividad científica se establecen cuatro contextos: educación, innovación, valoración y aplicación.

<i>Formulaciones en torno al tópico de valores para cada una de las cinco corrientes de la filosofía de la ciencia</i>	
PL/CH	El científico ha de guiarse por un único valor epistémico: la verdad.
RC	La verdad se entiende como valor epistémico predominante de la actividad científica.
NFC	La actividad científica está regida por una pluralidad de valores como: la precisión, exactitud o aproximación; la coherencia o constancia; la universalidad, la generalidad o amplitud; la simplicidad o elegancia o belleza; la fecundidad o progresividad; el ajuste o adecuación a la naturaleza o a los datos y la utilidad social.
PK	Los criterios axiológicos a los que se acude para evaluar las teorías y los problemas en la actividad científica son los valores epistémicos como el de verdad, coherencia, simplicidad y fecundidad predictiva.
VC	Los valores sociales de la ciencia están referidos desde los siguientes criterios axiológicos: <ul style="list-style-type: none"> - Los resultados de la actividad científica deben ser públicos como también comunicables y enseñables. - El saber científico debe ser accesible a cualquier ser humano, previa educación. - La ciencia debe ser objetiva. - En la medida de sus posibilidades, los científicos deben tratar de mejorar lo logrado por sus predecesores.

<i>Formulaciones en torno al tópico de evolución para cada una de las cinco corrientes de la filosofía de la ciencia</i>	
PL/CH	El desarrollo científico es un proceso acumulativo en el que va mejorándose el apoyo inductivo de las leyes y teorías, de modo que las que ya han logrado una confirmación suficientemente alta pasan a formar parte de un cuerpo de conocimientos bien establecido.
RC	La ciencia avanza porque las viejas teorías van quedando falsadas y son sustituidas por otras que las contradicen en muchos puntos.
NFC	Las revoluciones científicas son cambios en la visión del mundo; tras una revolución los científicos ven el mundo de una manera diferente, es decir, aunque el mundo no cambia con un cambio de paradigma, los científicos trabajan después en un mundo diferente.
PK	Cuando los cambios dentro de una tradición de investigación ya no son suficientes para resolver ciertos problemas, que sí son resueltos por una tradición rival, o no son suficientes para eliminar dificultades internas, la tradición es abandonada. Una tradición rival toma entonces su lugar.
VC	Los modelos por sí solos no muestran en qué consiste un parecido de familia. La única determinación posible es en términos sociológicos: nada en la estructura de los modelos mismos puede determinar que el parecido es suficiente para pertenecer a la familia. Esta cuestión es decidida exclusivamente por los juicios de los miembros de la comunidad científica en un momento.

<i>Formulaciones en torno al tópico de juicio para cada una de las cinco corrientes de la filosofía de la ciencia</i>	
PL/CH	En una ciencia madura, una teoría nueva no sustituye sin más a la anterior, sino que conserva lo que hay de verdad en ella, perfeccionándola, enriqueciéndola o extendiéndola.
RC	Entre dos teorías con diferente grado de corroboración debemos preferir la que tenga el grado más alto; el grado de corroboración es un informe evaluativo del rendimiento pasado de una teoría y no dice nada sobre su rendimiento futuro.
NFC	La aceptación de un nuevo paradigma se logra mediante técnicas de persuasión, argumentos o contraargumentos, en una situación en la que no puede haber «pruebas».
PK	Los científicos aceptan una teoría o tradición de investigación porque resuelva mejor los problemas empíricos y conceptuales.
VC	Hay modelos mejores que otros, pero eso no se puede especificar apelando exclusivamente al mundo. Nada en el propio mundo fija los aspectos que deben representarse, ni cuán buena es la representación. La especificación debe apelar necesariamente a intereses humanos, y no solo epistémicos o científicos, sino también a intereses prácticos de diverso tipo.

Which nature of science is presented in secondary chemistry textbooks in Latin America?

Rafael Amador-Rodríguez

Instituto de Estudios en Educación-IESE, Universidad del Norte, Área Metropolitana de Barranquilla, Colombia.
ryamador@uninorte.edu.co, <https://orcid.org/0000-0003-2182-6402>

Agustín Adúriz-Bravo

CeFIEC-Instituto de Investigaciones en Enseñanza de las Ciencias, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Argentina.

aadurizbravo@cefiec.fcen.uba.ar, <https://orcid.org/0000-0002-8200-777X>

The main research question in this article revolves around the conceptions on the nature of science (NOS) that appear in secondary chemistry textbooks from Latin America. We analysed 8 recent textbooks published in 4 countries in the region (Argentina, Chile, Colombia and Mexico); we wanted to characterise the explicit NOS content included in the introductory chapters on what science/chemistry is. Our theoretic-methodological approach was based on the premise of mapping NOS content with the aid of 5 «schools» of the philosophy of science (logical positivism/received view, critical rationalism, new philosophy of science, post-Kuhnian philosophy of science and contemporary accounts) and 10 «topics» of the philosophy of science (correspondence, rationality, representation, languages, intervention, methodologies, contexts, values, evolution and judgement).

Steps for our characterisation of textbooks were:

1. Selecting all statements in the introductory chapter explicitly addressing NOS issues.
2. Relating the selected statements with the 10 topics of the philosophy of science.
3. Determining which schools of the philosophy of science were used to address the topic in the statement.
4. Ascertaining, through the set of statements and schools that are more frequent in the chapter, the general conception of NOS «promoted».

According to our question, aims and sample, the methodological approach was essentially qualitative; we chose to perform descriptive-interpretive content analysis. Our methodological tool to construct evidences for our arguments were the so-called systemic networks, a graphical instrument to exhibit the gradual transformation of raw data. Textual data directly obtained from the books becomes evidence for our characterisation of NOS when reconstructed through the lens of our framework of topics and schools. This is done through several steps where statements from the books get increasingly «theory-laden» and related to one another.

Our main findings are in general accordance with what is established in the literature, i. e., epistemological «polyphony» and absence of more recent philosophical formulations, but differ in one central aspect. In our sample, the «epistemological positions» in the books (defined by the main NOS formulations occurring in the chapters) are traditional but markedly hybrid, with identifiable contributions from different philosophical schools. We categorised books into three positions: 1. positivistic; 2. broadened positivistic; and 3. eclectic.

What we have called a «positivistic» conception of NOS conceives observation and experimentation as the privileged operations at the basis of the formulation of scientific theories. This conception supports the existence of a universal «scientific method» guiding the work of scientists. A more or less naive scientific realism is also assumed: scientific theories are thought to show the structure and behaviour of the real world. In our reconstruction, a «broadened positivistic» conception of NOS expands the foundational theses of the «received view» of 1950s and 1960s philosophy of science with insights from critical rationalism, especially with contributions by Karl Popper. Despite some nuances and corrections, this conception is still markedly scientific and pays attention to the «syntactic» aspects of scientific knowledge, giving emphasis to logical and linguistic aspects to analyse its structure and validity. An eclectic conception, in turn, occurs when a variety of philosophical schools are used to address the NOS topics; it is usually the case that evolution of scientific knowledge and values in science are discussed with conceptual tools from the new philosophy of science or from post-Kuhnian approaches.

The «added» value of our categorisation of NOS conceptions in textbooks arises then from a more detailed analysis of the philosophical topics and a more nuanced distinction of philosophical positions. This is the result of using theoretic-methodological tools that are more directly adapted from academic philosophy of science than in previous studies.

