
Epistemología en la formación del profesorado de ciencias: Herramientas conceptuales del positivismo lógico y del Círculo de Viena

Epistemology in science teacher training: Conceptual tools of logical positivism and the Vienna Circle

科学教师培训中的认识论:逻辑实证主义和维也纳学派的概念工具

Эпистемология в подготовке учителей естественных наук: концептуальные инструменты логического позитивизма и Венского кружка

Marco Aurélio Clemente Gonçalves
Universidad Nacional de Tres de Febrero (Argentina)
marco.clementegoncalves@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-5630-2209>

Agustín Adúriz-Bravo
Universidad de Buenos Aires
aadurizbravo@cefiec.fcen.uba.ar
<https://orcid.org/0000-0002-8200-777X>

Fechas · Dates

Recibido: 2022-10-16
Aceptado: 2022-11-30
Publicado: 2023-01-01

Cómo citar este trabajo · How to Cite this Paper

Clemente Gonçalves, M. A., & Adúriz-Bravo A. (2023). Epistemología en la formación del profesorado de ciencias: Herramientas conceptuales del positivismo lógico y del Círculo de Viena. *Publicaciones*, 53(2), 293–308. <https://doi.org/10.30827/publicaciones.v53i2.26828>

Resumen

El presente trabajo busca indagar en el movimiento denominado Círculo de Viena, especialmente en lo que se refiere a sus tesis fundamentales de carácter positivista lógico, con el fin de identificar contribuciones conceptuales al debate filosófico y epistemológico dentro de la formación del profesorado de ciencias naturales. Hace parte de un estudio más amplio sobre el estado actual de los fundamentos epistemológicos propuestos para la formación docente en dos programas académicos de una Universidad pública del nordeste brasileño. La metodología elegida es la de investigación bibliográfica: se analizan fuentes primarias y secundarias vinculadas al positivismo lógico y se busca reconocer posibles trazas de sus ideas en la formulación del currículo de formación de profesores en la mencionada institución. Los resultados muestran que, a pesar de la notable influencia que el positivismo lógico tuvo en el moldeado de la epistemología (o filosofía de la ciencia) anglosajona del siglo XX, en el ámbito de las carreras de formación docente en el interior del estado de Bahía existen solo débiles referencias al modo analítico de entender la ciencia propugnado por esta escuela.

Palabras claves: positivismo lógico, formación del profesorado de ciencias, contribuciones principales, fundamentación epistemológica del currículo, perspectiva analítica.

Abstract

This article seeks to review the movement known as Vienna Circle, and especially its fundamental theses of logical-positivistic character, with the aim of identifying conceptual contributions to the philosophical and epistemological debate within science teacher education. It constitutes a part of a larger study on the current state of the foundations provided by the philosophy of science in two programmes of teacher preparation in a public University in the north-east of Brazil. The chosen methodology is bibliographic research: primary and secondary sources around logical positivism are analysed with the aim of recognising possible traces of its ideas in the formulation of a curriculum of teacher training in the aforementioned institution. Results show that, in spite of the marked influence that logical positivism had on constructing Anglo-Saxon philosophy of science in the 20th century, in the careers of teacher education in the interior of the state of Bahia, there are only very feeble references to the analytic mode of understanding science that this school proposed.

Keywords: logical positivism, science teacher education, main contributions, epistemological foundations of curriculum, analytic perspective.

Аннотация

В данной работе предпринята попытка исследовать движение, известное как Венский кружок, особенно в отношении его фундаментальных тезисов логического позитивизма, чтобы определить концептуальный вклад в философские и эпистемологические дебаты в рамках естественнонаучного педагогического образования. Это часть более широкого исследования, посвященного текущему состоянию эпистемологических основ, предлагаемых для подготовки учителей в рамках двух академических программ государственного университета на северо-востоке Бразилии. В качестве методологии выбрано библиографическое исследование: анализируются первичные и вторичные источники, связанные с логическим позитивизмом, и ставится задача выявить возможные следы его идей в формулировке учебной программы подготовки учителей в вышеупомянутом учебном заведении. Результаты показывают, что, несмотря на заметное влияние, которое логический позитивизм оказал на формирование англосак-

сонской эпистемологии (или философии науки) в двадцатом веке, на курсах подготовки учителей во внутренних районах штата Баһía имеются лишь слабые упоминания об аналитическом способе понимания науки, пропагандируемом этой школой.

Ключевые слова: логический позитивизм, научное педагогическое образование, основной вклад, эпистемологический фундамент учебной программы, аналитическая перспектива.

摘要

本研究旨在调查被称为维也纳学派的运动,特别是关于其逻辑实证主义性质的基本论点,以便确定对自然科学教师培训中的哲学和认识论辩论的概念贡献。一部分研究对巴西东北部一所公立大学的两个学术项目的教师培训提出的认识论基础现状进行了扩展研究。所选择的方法是书目研究:分析与逻辑实证主义相关的主要和次要资源,并试图在上述机构的教师培训课程的制定中识别他们的想法的可能痕迹。结果表明,尽管逻辑实证主义对塑造 20 世纪的盎格鲁-撒克逊认识论(或科学哲学)产生了显著影响,但在巴伊亚州内陆的教师培训职业领域,只微弱参考了该学派提倡的理解科学的分析方法。

关键词: 逻辑实证主义, 科学教师培训, 主要贡献, 课程认识论基础, 分析视角。

Introducción

El presente trabajo tiene como objetivo general recabar, de la epistemología (o filosofía de la ciencia) del segundo cuarto del siglo XX, elementos conceptuales para incluir en el actual debate internacional que se da en torno a la fundamentación epistemológica necesaria para los programas de formación del profesorado de ciencias naturales (experimentales). Más específicamente, se revisan las ideas fundamentales del movimiento intelectual denominado Círculo de Viena, ideas de cuño *positivista lógico*, para reconocer posibles ecos e impactos en la formación inicial y continuada de docentes que se lleva adelante en una Universidad pública del nordeste brasileño.

El trabajo plantea dos objetivos específicos. El primero consiste en comprender la naturaleza, constitución, contexto y legado de la citada corriente epistemológica. Para ello se recurre a la investigación bibliográfica, acometida a partir de fuentes primarias y secundarias (artículos, capítulos y libros). Se busca reconocer en el corpus aspectos (productivos o contraproductivos) del legado del positivismo lógico que se reflejen en la formación de profesores de ciencias ofertada en el interior del estado de Bahía. La investigación propuesta, por tanto, supone una revisión de las ideas positivistas lógicas más centrales realizada *a través del examen de documentos de fuerte carácter educativo*.

El segundo objetivo específico consiste en reconocer la epistemología presente en dos carreras dirigidas a la formación docente en la Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), a saber: la carrera de grado Licenciatura en Ciencias de la Naturaleza (en la ciudad de Senhor do Bonfim) y la carrera de posgrado Maestría en Enseñanza de la Física (en la ciudad de Juazeiro). Sobre un corpus de documentación oficial seleccionada se lleva adelante un análisis documental clásico *a la luz de las claves teóricas* aportadas por la primera revisión bibliográfica. Así, se quiere (re)conocer contenidos metacientíficos presentes y ausentes en los proyectos pedagógicos, mallas curriculares, programaciones, etc.

Para establecer relaciones sustantivas entre epistemología y formación docente se parte de la tesis de que la función principal de esa disciplina en la enseñanza de las ciencias tiene que ver con habilitar la reflexión *metateórica* crítica con fines educativos, es decir, proporcionar al estudiantado elementos conceptuales afinados para pensar *sobre* la ciencia (Adúriz-Bravo, 2004, 2005b, 2006, 2007a). A la luz de esta tesis, resulta imperativo que profesores y profesoras de ciencias conozcan conceptos epistemológicos que se han formulado para entender la *validez y justificación* del conocimiento científico (siendo que ello constituía precisamente el propósito fundacional explícito de la “teoría de la ciencia” del Círculo de Viena desde su fundación en los tempranos años 1920s: Klimovsky, 1994).

Método

Punto de partida

A fin de encarar la investigación que aquí se reseña, se parte del reconocimiento de que no son pocas las publicaciones que destacan el valor del conocimiento *metacientífico* como elemento teórico central para la fundamentación de la formación docente (Giere, 1992, 1999; Matthews, 1994, 2012; Adúriz-Bravo, 2001, 2002, 2004, 2006, 2007a, 2007b; Hodson, 2009; Allchin, 2011). En este trabajo, el foco está puesto en la dimensión epistemológica propiamente dicha; no se realizan análisis a partir de la historia o la sociología de la ciencia, por ejemplo.

También se asume que el positivismo lógico, en tanto que escuela fundacional de la epistemología profesional (Moulines, 2006), continúa siendo importante, a pesar de haberse superado ya la mayoría de sus tesis, a modo de “sistema de coordenadas teóricas” para entender la conceptualización del conocimiento científico que subyace a los programas de formación del profesorado de ciencias.

Por tanto, se considera un problema de investigación válido el recorrer, desde la didáctica de las ciencias, este movimiento que sacudió las estructuras de reflexión sobre la ciencia en su momento histórico y que sigue inspirando preguntas metateóricas cien años después. El Círculo de Viena aportó una conceptualización *analítica* muy rigurosa que resulta insoslayable para pensar la ciencia que se enseña a los docentes en la actualidad.

Decisiones metodológicas

El camino metodológico establecido para el trabajo tiene las siguientes características: (1) con respecto al tipo de objetivos a los que se apunta, el estudio se identifica como *exploratorio*, ya que, según Gil (2007), busca generar conocimiento inicial en relación a un fenómeno que está siendo definido e identificado; (2) en cuanto al abordaje, se advierte un predicado *cualitativo*, ya que, como señalan Pizzani y colaboradores (2012), la revisión bibliográfica sobre las principales metateorías que orientan la enseñanza de las ciencias y el levantamiento bibliográfico en torno a ellas pueden llevarse a cabo más sofisticadamente con esta mirada; (3) en cuanto a los procedimientos adoptados en la recolección de datos, se optó por la investigación bibliográfica clásica, que, según Gil (2002), “se desarrolla a partir de material ya elaborado, compuesto principalmente por libros y artículos científicos”; (4) desde el punto de vista técnico, se “documenta” la revisión recopilando y sistematizando datos importantes del corpus

bibliográfico seleccionado; y (5) instrumentalmente hablando, el análisis de contenido se hace identificando unidades de sentido y explorando su aparición consistente y las relaciones que van emergiendo entre ellas.

Según Godoy (1995), en la investigación documental y bibliográfica hay tres aspectos que deben merecer especial atención: la *selección* de los documentos, el *acceso* a los mismos y su *análisis* exhaustivo. Para constituir el corpus de este trabajo se usan dos criterios de selección bien distintos. En la fase del estudio del Círculo de Viena, se recurre a algunos textos académicos elegidos intencionalmente por su presencia sostenida en espacios de formación epistemológica, textos que son de fácil acceso. Así, se optó por trabajar con materiales (neo)positivistas clásicos de difusión y presentación en sociedad del movimiento, manuales universitarios de introducción a la epistemología de la primera mitad del siglo XX y artículos científicos recientes que aplican un enfoque histórico y didáctico sobre la corriente analítica.

Por su parte, en la fase del análisis de la documentación oficial, se compilan intencionadamente “reglamentos” de las carreras, programas de las asignaturas y listados de referencias bibliográficas recomendadas, entendiéndose que es allí donde más pueden aparecer referencias explícitas a la epistemología a la hora de expresar la concepción de ciencia a la que se adhiere para la formación docente. El acceso a esta documentación oficial no genera dificultades, ya que se trata de información pública que cumple con la legislación brasileña sobre educación superior.

Y, por último, para el análisis de documentos textuales como los compilados aquí, que son de muy variados tipos, es necesario recurrir a “un procedimiento que utiliza métodos y técnicas para la aprehensión, comprensión y análisis” (Sá-Silva et al., 2009) del corpus completo con cierta profundidad, prestando atención a las recurrencias y singularidades y a la *estructura* que toma el contenido relevado.

Dado que las dos fuentes de textos aquí analizados son diversas, y proponen por tanto dos “mundos de significados” a investigar, se busca poner en marcha un enfoque cualitativo fino, entendiendo que la mera cuantificación de ocurrencias en los datos es incapaz de captar la dimensión de acción humana intencionada que supone la elección de una epistemología para la formación docente.

Así, las interpretaciones propuestas en este trabajo pretenden seguir de cerca las normas canónicas del análisis de contenido, que, por su gran flexibilidad, es “aplicable a los diferentes discursos y a todas las formas de comunicación, cualquiera que sea la naturaleza de su soporte” (Godoy, 1995). Aquí se “itera” el análisis hasta obtener resultados significativos cuya validez es triangulada con colegas.

Resultados y discusión

Resultados del análisis teórico del Círculo de Viena

En este primer apartado se exponen los principales resultados de la revisión bibliográfica crítica sobre el positivismo lógico del círculo de Viena, organizados bajo una estructura expositivo-narrativa.

Entendido de manera general, el positivismo fue un movimiento de pensamiento presente en Europa desde 1840, con representantes como Auguste Comte (1798-1857) y Claude Bernard (1813-1878) en Francia y John Stuart Mill (1806-1873) y Herbert

Spencer (1820-1903) en Inglaterra. Así, el positivismo entroncó con dos convenciones culturales distintas: la francesa, predominantemente racionalista (desde Descartes) y la inglesa, fuertemente empirista (desde Bacon). Tuvo enorme influencia en la vida cultural de otros países, como Alemania, donde tomó la forma de un cientificismo *materialista* (Verneaux, 1967; Echeverría, 1995; Castañón, 2008; Artigas, 2009; Gadea et al., 2019).

Ya en el siglo XX, las ideas positivistas ganan cuerpo en la Europa continental en tres ámbitos intelectuales principalmente: el Círculo de Viena (participantes de la llamada Sociedad Ernest Mach que buscaron agruparse en torno al filósofo austríaco Moritz Schlick), la Sociedad de Filosofía Empírica de Berlín y, por último, pensadores de otros países europeos que se vieron influenciados o interactuaron con los miembros de los primeros dos grupos.

El historiador y filósofo austríaco Friedrich Stadler (2010), en su libro *El círculo de Viena: empirismo lógico, ciencia, cultura y política*, retrata con detalle el período entre 1848 y 1918 para contextualizar mejor la situación que se viviría en Viena a principios de los años 1920s, cuando el Círculo se autoconstituye. Ese largo período estuvo marcado por revoluciones, guerras, desarrollo industrial y económico, alternancias de gobiernos liberales y, por último, una larga recesión que anunciaba una fuerte crisis económica. Es en ese contexto que se configuran los partidos políticos que se disputarán el poder en vida del positivismo lógico: el partido socialdemócrata, el partido social cristiano y los nacionalistas alemanes.

A principios del siglo XX la epistemología era aún vista como una ocupación esporádica de algunos científicos y filósofos. Esta situación cambia con la constitución del Círculo de Viena (Echeverría, 1995; Artigas, 2009), que impulsa su desarrollo como disciplina autónoma y profesionalizada, con un lugar reconocible en la Universidad (Lorenzano, 2011).

Para los participantes más activos del Círculo, la epistemología debía estar fuertemente arraigada a la lógica y la matemática; se relegaban así los aspectos históricos y psicológicos que tenían que ver con la evolución del conocimiento, las circunstancias sociales que lo rodean y los contextos en los que surgen las ideas científicas. En definitiva, estos epistemólogos se plantearon la tarea de reconstruir una auténtica "lógica de la ciencia" (Cupani, 2009).

Los principales articuladores de esta concepción de ciencia fueron, además del mencionado Schlick, Carnap, Neurath, Hahn, Ayer, Feigl y Hempel, en Viena, y Reichenbach, Grelling, Dubislav, Lewin, von Mises y Oppenheim, en Berlín. Sin embargo, como se dijo, el positivismo lógico no se limitó a estas latitudes; llegó incluso a los Estados Unidos de América. De hecho, a partir de la segunda mitad de la década de 1930, Estados Unidos comienza a convertirse en el centro de producción positivista lógica, dado el éxodo de muchos de los fundadores a causa de los acontecimientos políticos en Europa central.

Al interior del Círculo de Viena existían, por supuesto, disidencias interesantes. Según Kraft (1986),

había una orientación radical, representada sobre todo por Neurath, que actuó por eso muchas veces como estímulo y a veces indujo a error, orientación a la que se adhirieron frecuentemente Hahn y también Carnap, y una más moderada a la que pertenecía Schlick. [...] Tampoco era unánime la posición frente a las tesis de Wittgenstein ni lo era en la teoría de la probabilidad.

Pablo Lorenzano (2011) considera que el positivismo lógico da inicio al “período clásico” de la epistemología disciplinada, mientras que Ulises Moulines (2006, 2011) cataloga su surgimiento como una “fase de eclosión”. En este primer momento, la epistemología buscó concentrarse en problemas de *justificación* del conocimiento científico, y de allí el valor que se le encuentra en este artículo para pensar junto con los docentes la naturaleza de la ciencia a enseñar.

El primer punto que el positivismo lógico deseaba combatir era la acrecentada “distancia” entre las distintas ciencias empíricas y una filosofía concebida como aislada y con pocas funciones de análisis y crítica (calificada por Carnap de metafísica). Los empirio-positivistas estaban ansiosos por rescatar una concepción de filosofía que demostrara ser científica, adhiriendo fuertemente a enfoques analíticos, sintacticistas y logicistas, siguiendo, por ejemplo, a Bertrand Russell (1956). Así, buscaban dar respuesta a la pregunta sobre el *método científico*, y escogieron para ello la vía “verificacionista”. He aquí, por tanto, unas ideas clave que aporta el movimiento para revisar la fundamentación epistemológica de la formación de profesores.

En 1929 se publica un manifiesto titulado “La concepción científica del mundo”, con autoría de tres de los más importantes miembros del Círculo de Viena, Carnap, Hahn y Neurath (1986). Tal manifiesto, que funcionaba a modo de “acta fundacional” del Círculo, hace públicos su formación, su funcionamiento y su proyecto. En él se dan detalles sobre el programa filosófico acometido, incluyéndose apartados tales como: los antecedentes históricos, el agrupamiento en torno a la figura de Schlick, la conceptualización científica del mundo empírico y sus áreas problemáticas, y unas retrospectiva y perspectiva finales de la tarea epistemológica.

Como bien se explica en el Manifiesto, Moritz Schlick, nombrado profesor de filosofía de las ciencias inductivas en Viena, se constituye en el centro del Círculo:

A través de los años se concentró alrededor de Schlick un círculo que asociaba los diferentes esfuerzos tendientes a la concepción científica del mundo. Como resultado de esta concentración se produjo una propuesta mutua y productiva. [...] Ninguno de los [miembros del Círculo] es un llamado filósofo “puro”, sino que todos han trabajado en un área particular de la ciencia. A decir verdad, provienen de diferentes áreas de la ciencia y originalmente de diferentes actitudes filosóficas. Sin embargo, al correr de los años salió a la luz una uniformidad en aumento como resultado de la actitud específicamente científica. (Carnap et al., 1986; traducido del portugués por los autores)

Siguiendo a Grajales y Negri (2017), este documento fundacional se centra en establecer como meta para el positivismo lógico el lograr una explicación unificada y consolidada sobre la ciencia, cuyo camino sería una epistemología rigurosa (antimetafísica) bajo la égida de la noción de *verificabilidad*. El Círculo asumió, como principales instrumentos teóricos, “la lógica simbólica de los *Principios de la Matemática* de Russell y los aportes de Whitehead y del atomismo lógico del *Tratado Lógico-Filosófico* de Wittgenstein” (Grajales y Negri, 2017). En palabras de Javier Echeverría (1995), “sus miembros trataron de producir una auténtica revolución filosófica, apelando para ello al proyecto de Comte de una ciencia unificada y a las epistemologías empiristas de Mach y de Wittgenstein”.

El Manifiesto presenta, al mismo tiempo, otras preocupaciones del Círculo, tales como la necesidad de reorganización de la economía y de cambio de las condiciones sociales, la búsqueda de unificación en la humanidad y la renovación de la escuela y la educación. Sus autores señalan que el Círculo de Viena no se basa tanto en la origi-

nalidad de unas tesis propias, sino más bien en “su actitud fundamental, puntos de vista y dirección de investigación” (Carnap, 1981). El documento brinda un panorama general de los fundamentos epistemológicos de distintas disciplinas (aritmética, física, geometría, biología, psicología, ciencias sociales) con una intención de unidad sistemática.

El propósito original del Círculo de Viena de formar un grupo de pensadores heterogéneo, pero comprometido con la causa de dar cumplimiento a tareas epistemológicas de análisis formalista de la ciencia parece haber logrado éxito en la primera década y media de su funcionamiento. Esto es posible en tan poco tiempo porque había antecedentes directos fuertes, como un “protocírculo” (en la primera década del siglo XX) formado por Hahn, von Mises y Neurath (Echeverría, 1995; Castañón, 2008; Artigas, 2009). Sobre ellos, Stadler (2010) señala que, “haciendo caso omiso del intensivo análisis del lenguaje tras el ‘giro lingüístico’ (...) y de la aplicación sistemática de la lógica, puede decirse que los elementos básicos esenciales del empirismo lógico se encuentran ya prefigurados en ese grupo de discusión”. A su vez, el protocírculo se apoyaba en logros anteriores, de fines del siglo XIX: aportaciones sustantivas del físico alemán Ernst Mach, quien, en palabras de los autores del Manifiesto, “estaba particularmente ansioso por limpiar la ciencia empírica de todo pensamiento metafísico, especialmente en el campo de la física”. Ya en 1883 Mach anunciaba en su obra *Desarrollo histórico-crítico de la mecánica* que, “donde no es posible ni la confirmación ni la refutación, no está en juego la ciencia” (Mach, 1960). Tal afirmación había sido aceptada como condición sine qua non para una buena reflexión metateórica sobre la ciencia (Moulines, 2011).

Con todas estas bases, el artículo de Schlick de 1926, “Experiencia, cognición, metafísica”, “condena” la metafísica por intentar expresar falsamente como cognición lógicamente estructurada lo que es meramente el contenido cualitativo inexpressable de la experiencia (Schlick, 1979): para el Círculo no resulta posible indicar procedimientos para verificar proposiciones metafísicas, ya que no pueden reducirse al experimento (Kraft, 1986).

De la misma manera, el primer párrafo de antecedentes históricos del Manifiesto elige, como una de sus tesis principales, distanciarse del pensamiento metafísico, al que denominan peyorativamente como manera “especulativa” de pensar.

Cuando, a fines de 1929, Wittgenstein propone, en conversaciones con Schlick y Waismann, un verificacionismo estricto como base para identificar las partes legítimas del discurso, los positivistas lógicos identifican allí una herramienta muy atractiva para dejar de lado las partes no científicas de su análisis filosófico sobre la ciencia (Schlick, 1981). El principio de verificación se apoya en la idea de que un enunciado solo tiene significado si puede ser, al menos en principio, verificado empíricamente. Este método de análisis pasará a ser seña distintiva del “nuevo empirismo y positivismo”, con enormes consecuencias en la enseñanza de las ciencias.

Los positivistas lógicos propusieron una metáfora bélica para caracterizar este período de surgimiento: ellos se veían a sí mismos como “guerreros” que luchaban desde sus propias concepciones. Las tendencias metafísicas y teológicas que aún persistían para ellos no eran más que luchas sociales y económicas que correspondían al pasado, recurriendo a “actitudes” superadas. Los “luchadores” positivistas, girando hacia la modernidad, se distanciaban de esas actitudes y se ocupaban de la ciencia experimental de manera estricta, lo que parecía dejar poco espacio a las representaciones metafísicas.

La epistemología en la formación del profesorado de ciencias naturales

En este apartado se presentan consideraciones y resultados acerca del análisis de documentación pública oficial de la UNIVASF vinculada a la formación inicial y continuada de docentes para la educación básica y media.

La educación científica para la ciudadanía ha sido un tema de debate durante ya dos siglos; el mismísimo Comte planeó introducir un fuerte componente de educación científica en la formación de los individuos, discutiendo las posibilidades de una comprensión de los dominios de la ciencia desde un enfoque histórico o desde una perspectiva de la esencia de cada uno de ellos.

En el caso del Brasil, la reforma educativa llevada adelante en 1890, en pleno auge del positivismo clásico, tuvo una influencia sustancial de estas ideas y, de acuerdo con ello, puso enorme énfasis en la importancia de la educación científica.

La didáctica específica de las ciencias naturales como área de conocimiento consolidada ha concentrado buena parte de sus esfuerzos en dos líneas de trabajo específicas: la configuración de los currículos y la formación del profesorado (Adúriz-Bravo, 1999; Nardi, 2005). Es este segundo énfasis el que se aborda en este artículo, en relación con las aportaciones que pueden hacer las metaciencias a la investigación e innovación didácticas.

La institucionalización de la formación de profesores de ciencias en Brasil se remonta a 1943, con la creación de la carrera de Historia Natural en la Universidad de San Pablo (USP). En los ochenta años que siguieron a ese hito se ha logrado mucho y los avances son claros. Los fuertes cambios socioculturales (y, en menor medida, la creciente incorporación de tecnologías) han modificado las formas de vivir y de afrontar la cotidianidad; las certezas de antaño se derrumban. Es por ello que la educación científica necesita de una epistemología más sofisticada, alejada de las representaciones de sentido común sobre la ciencia y los científicos.

Pensar en una educación científica de calidad para el ejercicio de ciudadanía (cf. Bybee, 1997) precisa entonces de analizar explícitamente la llamada *naturaleza de la ciencia* (conocida internacionalmente como NOS; por sus siglas en inglés: Acevedo-Díaz, 2000). Enseñar ciencias en el nuevo milenio implica posicionarse en una forma particular de entender la ciencia como práctica social compleja en tiempos de negacionismo y superchería.

Todo ello tiene claras implicancias para la formación docente. Para Fontoura y colaboradores (2020, p. 119; traducido del portugués por los autores):

Pensar la formación docente en nuestro país articulada con la alfabetización científica ha sido un desafío para los investigadores, principalmente por los embates sufridos en el campo científico por el contexto de negacionismo y cuestionamiento de la ciencia y sus productos. Tomando nuestras producciones académicas como una forma de confrontamiento, destacamos que la construcción del conocimiento sobre la enseñanza de las ciencias necesita abarcar al docente y su experiencia, articulando las dimensiones individual y colectiva como una forma de instrumentar las cuestiones impuestas por la sociedad, así como aquellas que surgen dentro de las escuelas.

La pregunta es, entonces, en torno a los fundamentos epistemológicos que subyacen a la formación docente inicial y continuada ofrecida por una Universidad pública, la Universidad Federal do Vale do São Francisco, en el interior del estado de Bahía, en el nordeste de Brasil. Analizando los planes de estudio de las dos carreras seleccionadas

para el presente trabajo, no es posible advertir una preocupación explícita por organizar la educación científica en torno a la naturaleza de la ciencia. Las prescripciones emanadas actualmente al respecto desde la didáctica de las ciencias no son reconocibles en la documentación bajo estudio.

El diagnóstico anterior, de carácter fuertemente crítico, asume que el conocimiento metacientífico debería ser preponderante de cara a la *profesionalización* de las prácticas de los profesores de ciencias naturales. De acuerdo con muchos autores (Duschl, 1985, 1997; Adúriz-Bravo, 1999, 2001, 2007a; Acevedo-Díaz, 2000), el componente *metateórico* del currículo de formación debería provenir de saberes propios de la epistemología y la historia de la ciencia seleccionados por su *funcionalidad* para la transformación de las prácticas docentes.

Estos autores llaman la atención sobre valores intrínsecos de los contenidos metacientíficos: la epistemología, por ejemplo, nos recuerda el carácter inferencial y provisional de la ciencia, y la historia de la ciencia, a su vez, confronta las interpretaciones de tipo *whig* (simplificadas y triunfalistas) del avance de la ciencia, que son aún predominantes en los libros de texto.

Los currículos de ciencias para la educación básica y media en Brasil prescriben abordar, más allá de lo que se sabe de ciencia, la cuestión de *cómo llegó la ciencia a tal conocimiento*. Enseñar qué es el conocimiento científico implica posicionarse claramente desde una perspectiva metacientífica clara (Almeida y Farias, 2011), y ese posicionamiento debe atravesar la preparación de quienes llevarán adelante tal tarea -profesores y profesoras. Al analizar los documentos oficiales de las dos carreras seleccionadas (Licenciatura y Maestría), se advierte que la preocupación por incorporar contenido metacientífico actualizado y de buena calidad no es central en ellos. Tanto en la carrera de grado de enseñanza de las ciencias naturales como en el posgrado de enseñanza de la física, las mallas curriculares relegan la epistemología a un papel superficial, de mero acompañamiento.

Las tablas 1 y 2 enuncian las asignaturas (aquí divididas en optativas y obligatorias) contenidas en la carrera de formación docente continua que se analiza en este trabajo.

Una primera mirada basta para notar que la propuesta de cualificación docente discutida aquí no contempla ninguna asignatura de introducción a la epistemología. A su vez, el análisis de los programas y bibliografías de cada una de las asignaturas listadas en las tablas muestra que hay muy pocos contenidos relacionados con la reflexión metateórica.

En cuanto a la propuesta de formación inicial (carrera de grado) estudiada en este trabajo, se organiza a partir de unos ejes temáticos convergentes, tal como se establece en la Figura 1.

A través del análisis documental se infiere que la epistemología de alguna manera impregna toda la carrera de manera implícita e indirecta; en algunos ejes, los enfoques epistemológicos pueden identificarse con algún esfuerzo, en otros, aparecen completamente desdibujados.

En el eje identificado como Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente aparecen las asignaturas de Filosofía de la Ciencia e Historia de la Ciencia; en sus programas se advierte una clara intención de acercarse al Círculo de Viena y sus aportes. La primera de esas asignaturas incluye entre sus contenidos "el concepto de filosofía de la ciencia, el

problema de la fundamentación de las ciencias, la ciencia en su nacimiento: el Círculo de Viena y el criterio de demarcación científica, las implicaciones epistemológicas del círculo de Viena: realismo científico y antirrealismo” (UNIVASF, 2017).

Tabla 1

Asignaturas obligatorias de la Maestría de la UNIVASF.

Asignaturas	Horas	
	Teóricas	Prácticas
Termodinámica y mecánica estadística	60	-
Electromagnetismo	60	-
Mecánica cuántica	60	-
Física contemporánea	60	-
Marcos en el desarrollo de la física	30	-
Fundamentos teóricos en la enseñanza y el aprendizaje	60	-
Seguimiento de la implementación del producto educativo	30	-

Nota. Tomado de MNPEF

Tabla 2

Asignaturas optativas.

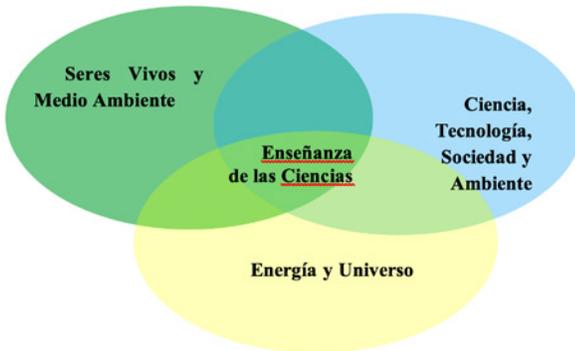
	Asignaturas	Horas	
		Teóricas	Prácticas
Bloque A	Actividades computacionales para la secundaria	60	-
	Actividades experimentales para secundaria y primaria	60	-
Bloque B	Procesos y secuencias de enseñanza y aprendizaje de la física en la secundaria	60	-
	La física en la escuela primaria en una perspectiva multidisciplinar	60	-

Tomado de: MNPEF

En el eje denominado Educación Científica aparece la posibilidad de debates estructurados sobre la temática epistemológica, que aparece nombrada explícitamente en el programa de la asignatura Psicología de la Educación y del Desarrollo (UNIVASF, 2017). Dada la orientación de la asignatura, cabría esperar que se discutiera sobre el positivismo lógico; sin embargo, la bibliografía sugerida no muestra intención en este sentido, y se sitúa fuertemente en el campo de las teorías del aprendizaje.

Figura 1

Ejes temáticos estructurantes de la Licenciatura de la UNIVASF.



Nota. Núcleo Docente Estructurante, Facultad de Ciencias Naturales, Campus Senhor do Bonfim.

En el mismo eje, la asignatura Didáctica de las Ciencias incluye temas como el de los “supuestos epistemológicos del conocimiento en las ciencias naturales; la naturaleza de la ciencia” (UNIVASF, 2017). Las indicaciones bibliográficas son vagas, pero se puede pensar que allí se encuentra el espacio privilegiado dentro de toda la malla curricular para discutir aportes y legado de la perspectiva positivista lógica a la educación en ciencias.

En los planes de estudio completos de las dos carreras analizadas, los anteriores *son los únicos espacios curriculares* donde se trasuntan referencias a un estudio justificativo del conocimiento científico desde una perspectiva analítica deudora del Círculo de Viena.

Conclusiones

El presente trabajo procuró, a través de la investigación bibliográfica, responder a la pregunta en torno a cuáles son posibles influencias epistemológicas directas e indirectas del movimiento positivista lógico en la formación docente en dos carreras de la UNIVASF en Brasil. Los resultados obtenidos a partir del de contenido análisis de la documentación oficial de esas carreras muestran poca intención de abordar la epistemología desde las principales escuelas del siglo XX o de definir bases analíticas o metodológicas para la inspección metacientífica de las teorías científicas a enseñar.

En el caso de la carrera de posgrado, queda muy poco claro dónde la malla curricular sugiere establecer, entre los profesores cursantes, pensamiento de nivel “meta-” sobre la ciencia. En el caso de la carrera de grado, se prescribe abordar el movimiento positivista lógico en cuatro asignaturas, pero, tal y como se desprende de las listas bibliográficas respectivas, este abordaje es superficial: no se rescatan las tesis fundamentales del empiro-inductivismo ni se las contrasta con reconstrucciones deductivistas o ampliativas más recientes.

Este diagnóstico negativo que surgió a partir de los análisis realizados para contestar a la pregunta formulada más arriba permite, a partir de aquí, configurar la necesidad urgente de comunicar *ideas epistemológicas clave* (Adúriz-Bravo, 2002, 2006, 2007a) a

docentes que cursan su formación inicial o continua en la UNIVASF, a sus respectivos formadores y a decisores y técnicos de esa Universidad.

Es bien sabido que, en las lecciones teóricas, la resolución de problemas y sobre todo en los trabajos prácticos de la formación universitaria en ciencias, la tradición positivista sigue fuertemente presente hasta nuestros días (cf. Souza, 2020). Esto constituye otra muy buena razón por la cual el profesorado de ciencias debería conocer los logros teóricos del Círculo de Viena en su contexto, valorar críticamente cuándo tales logros se importaron a la educación en ciencias y entender las principales causas por las cuales ello impacta en las representaciones del estudiantado. En el caso particular de las carreras aquí analizadas, las asignaturas de física, química y biología en ellas contenidas operan siguiendo carriles trazados en gran medida por el positivismo lógico. La ausencia de una reflexión metateórica *historizada* sobre las prácticas científicas ofrecidas en esas carreras puede desvirtuar el papel del profesor en el aula, habida cuenta que él debería poder hacer ver a sus estudiantes que la investigación científica es una actividad compleja cuya reconstrucción teórica ha ocupado a epistemólogos profesionales por un siglo.

Por otra parte, hoy en día existen nuevos propósitos y valores que emergen a la hora de apuntar a una educación científica de calidad para todos y a una formación docente coherente con esas nuevas metas. Al mismo tiempo, existen nuevas perspectivas teóricas para ayudar en la tarea. A la hora de trazar un camino que busque esa educación científica para la ciudadanía sería necesario comprender a fondo por qué son importantes las herramientas metacientíficas. No se trata de proponer nuevos “métodos” de enseñanza de las ciencias, sino de cambiar a fondo las imágenes de ciencia instaladas socialmente, que se cuelean todo el tiempo en las aulas.

Desde la década de 1990 se viene pretendiendo destacar la relevancia de *saber sobre la ciencia*: comprender adecuadamente cómo se desarrolla la actividad científica, cuál es la validez de sus productos, quiénes son las personas que la llevan adelante, qué influencias recibe y ejerce sobre el medio sociocultural, etc. A ello se suma otro “ingrediente” más reciente: se entiende que la ciencia escolar ha de habilitar al estudiantado *para la acción eficaz* o, si se lo prefiere, para la transformación del mundo. En este nuevo escenario es primordial conocer algunos contenidos de epistemología (complementados con otros de historia y sociología de la ciencia). El reconocimiento de este mandato curricular lleva a la necesidad de poner al día y cualificar a todos los involucrados en el proceso de educación científica, tales como los formadores del profesorado, diseñadores de currículos, decisores políticos o escritores de libros de texto.

Como se adelantó, el estudio reseñado en este trabajo forma parte de una investigación doctoral más amplia. Ello supone algunas limitaciones: se han presentado resultados *parciales*, de manera necesariamente breve. Las discusiones aquí contenidas se complementan con otras indagaciones que ya están en marcha, que buscan aportes conceptuales de escuelas posteriores al positivismo lógico, tales como el racionalismo crítico y la nueva filosofía de la ciencia, apuntando a reconocer sus respectivos impactos en la formación docente.

Otra línea en la que se podrían fortalecer y profundizar los hallazgos presentados aquí consiste en entrevistar a los formadores de docentes de la UNIVASF en procura de caracterizar su propia comprensión de los fundamentos epistemológicos de la preparación del profesorado y sus visiones acerca de cómo implementar la inclusión de la mirada epistemológica analítica.

Referencias

- 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.
- Adúriz-Bravo, A. (1999). *Elementos de teoría y de campo para un análisis epistemológico de la didáctica de las ciencias*. Tesis de Maestría. Universitat Autònoma de Barcelona.
- Adúriz-Bravo, A. (2001). *Integración de la epistemología en la formación del profesorado de ciencias*. Tesis Doctoral. Universitat Autònoma de Barcelona.
- Adúriz-Bravo, A. (2002). Un modelo para introducir la naturaleza de la ciencia en la formación de los profesores de ciencias. *Pensamiento Educativo*, 30, 315-330.
- Adúriz-Bravo, A. (2004). Apuntes sobre la formación epistemológica de los profesores de ciencias naturales. *Pedagogía y Saberes*, 21, 9-19.
- Adúriz-Bravo, A. (2005a). *Una introducción a la naturaleza de la ciencia: La epistemología en la enseñanza de las ciencias naturales*. Fondo de Cultura Económica.
- Adúriz-Bravo, A. (2005b). ¿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*, XVIII(45), 25-36.
- Adúriz-Bravo, A. (2007a). La naturaleza de la ciencia en la formación de profesores de ciencias naturales. En R. Gallego Badillo, R. Pérez Miranda, & L. N. Torres de Gallego (Eds.).
- Adúriz-Bravo, A. (2007b). La naturaleza de la ciencia en la educación científica para todos y todas. *Educación en Ciencias e Ingeniería*, 5(1), 28-36.
- Allchin, D. (2011). Evaluating knowledge of the nature of (whole) science. *Science Education*, 95(3), 518-542.
- Almeida, A.V. de, & Farias, C.R. (2011). A natureza da ciência na formação de professores: Reflexões a partir de um curso de Licenciatura em ciências biológicas. *Investigações em Ensino de Ciências*, 16(3), 473-488.
- Artigas, M. (2009). *Filosofía de la ciencia*. Ediciones Universidad de Navarra.
- Bybee, R. (1997). Towards an understanding of scientific literacy. En W. Gräber, & C. Bolte (Eds.), *Scientific Literacy*. IPN.
- Carnap, R. (1981). La superación de la metafísica mediante el análisis lógico del lenguaje. En A.J. Ayer (Ed.), *El positivismo lógico* (pp. 66-87). Fondo de Cultura Económica. (Original en inglés de 1959.)
- Carnap, R., Hahn, H., & Neurath, O. (1986). A concepção científica do mundo: O Círculo de Viena. *Cadernos de História e Filosofia da Ciência*, 10, 5-20. (Original en alemán de 1929.)
- Castañón, G. (2007). *Introdução à epistemologia*. Editora Pedagógica e Universitária Ltda.
- Cupani, A. (2016). Historia de la ciencia y filosofía de la ciencia: Una difícil relación. *Manuscrito: Revista Internacional de Filosofía*, 25(2), 81-103.
- Duschl, R.A. (1985). Science education and philosophy of science: twenty-five years of mutually exclusive development. *School Science and Mathematics*, 85(7), 541-555.

- Duschl, R.A. (1997). *Renovar la enseñanza de las ciencias: Importancia de las teorías y su desarrollo*. Narcea.
- Echeverría, J. (1995). *Filosofía de la ciencia*. Akal.
- Fontoura, H.A., Pereira, E.G.C., & Figueira, S. T. (2020). Formação de professores de Ciências no Brasil e alfabetização científica: Desafios e perspectivas. *Uni-Pluriversidad*, 20(1), 103-126. <https://doi.org/10.17533/udea.unipluri.20.1.07>
- Gadea, W.F., Jiménez, R.C.C., & Chaves-Montero, A. (2019). *Epistemología y fundamentos de la investigación científica*. Language Learning Editores.
- Giere, R.N. (1992). *Understanding scientific reasoning*. Holt, Rinehart, Winston.
- Giere, R.N. (1999). Un nuevo marco para enseñar el razonamiento científico. *Enseñanza de las Ciencias*, número extra, 63-70.
- Gil, A.C. (2002). *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4a edición. Atlas.
- Gil, A.C. (2007). *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 6a edición. Atlas.
- Godoy, A.S. (1995). Pesquisa qualitativa: Tipos fundamentais. *Revista de Administração de Empresas*, 26(2).
- Grajales, A.A., & Negri, N.J. (2017). *Manual de introducción al pensamiento científico*. Libros de la UNLP.
- Hodson, D. (2009). *Teaching and learning about science: Language, theories, methods, history, traditions and values*. Sense Publishers.
- Klimovsky, G. (1994). *Las desventuras del conocimiento científico: Una introducción a la epistemología*. AZ Editores.
- Kraft, V. (1986) *El Círculo de Viena*. Madrid: Taurus Ediciones. (Original alemán de 1950.)
- Lorenzano, P. (2011). *La teorización filosófica sobre la ciencia en el siglo XX (y lo que va del XXI)*. *discus.filos [online]*, 12(19), 131-154.
- Mach, E. (1960). *The science of mechanics*. Open Court. (Original en alemán de 1920.)
- Moulines, C.U. (2006). *La philosophie des sciences: L'invention d'une discipline (fin XIXème - début XXIème siècle)*. Ed. Rue d'Ulm/Presses de l'École Normale Supérieure.
- Moulines, C.U. (2011). *El desarrollo moderno de la filosofía de la ciencia (1890-2000)*. Instituto de Investigaciones Filosóficas-UNAM. (Original alemán de 2008).
- Matthews, M.R. (1994). *Science teaching: The role of history and philosophy of science*. Routledge.
- Matthews, M.R. (2012). Changing the focus: From nature of science (NOS) to features of science (FOS). En: M.S. Khine (Ed.). *Advances in nature of science research: Concepts and methodologies* (pp. 3-26). Springer.
- Nardi, R. (2005). *A área de ensino de Ciências no Brasil: fatores que determinaram sua constituição e suas características segundo pesquisadores brasileiros*. Tese de Livre Docência. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho".
- Pizzani, L. et al. (2012). A arte da pesquisa bibliográfica na busca do conhecimento. *RDBC: Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação*, 10(2), 53-66.
- Russell, B. (1956). *Obras escogidas: Tomo I*. Aguilar.
- Sá-Silva, J.R., Almeida, C.D., & Guindani, J.F. (2009). Pesquisa documental: Pistas teóricas e metodológicas. *Revista Brasileira de História e Ciências Sociais*, 1(1).
- Schlick, M. (1979). Experience, cognition, metaphysics. En H. L. Mulder, & B.F.B. van de Velde-Schlick (Eds.), *Moritz Schlick: Philosophical papers*. D. Reidel. (Original en alemán de 1926.)

- Schlick, M. (1981). El viraje de la filosofía. En: A.J. Ayer (Ed.). *El positivismo lógico*. Fondo de Cultura Económica. (Original en inglés de 1959.)
- Souza, D.C. de (2020). O positivismo de Auguste Comte e a educação científica no cenário brasileiro. *Revista REAMEC*, 8(1), 29-42.
- Stadler, F. (2010). *El Círculo de Viena: Empirismo lógico, ciencia, cultura y política*. Universidad Autónoma Metropolitana-Unidad Iztapalapa y Fondo de Cultura Económica. (Original en alemán de 1997.)
- Universidade Federal do Vale do São Francisco [UNIVASF]. (2017). *Projeto Pedagógico do Curso de Licenciatura em Ciências da Natureza, Campus Senhor do Bonfim-BA*. <https://portais.univasf.edu.br/ccinat-sbf/ciencias-da-natureza/documentos/PPCCINAT2018.1.pdf>
- Verneaux, R. (1985). *Epistemología general o crítica del conocimiento*. 7a edición. Editora Herder.