



Elementos epistemológicos para la Cultura Científica: aportes para repensar la práctica docente


- Epistemological Elements for Scientific Culture: Contributions to Rethink Teaching Practice
- Elementos epistemológicos para la Cultura Científica: contribuciones para repensar a práctica docente

Resumen

Este artículo de reflexión forma parte de los avances teóricos de la Tesis Doctoral titulada “La cultura científica en la formación docente en ciencias. Aproximación a modelos intersubjetivos” desarrollada en el marco del Doctorado en Ciencias Humanas de la Universidad de Talca (Chile). En este, se caracterizan y analizan rasgos epistemológicos y didácticos que, desde la práctica del docente, podrían tributar de manera sustancial a la cultura científica. Desde un ejercicio hermenéutico surgieron elementos epistemológicos que asignan un papel trascendente al docente y su práctica educativa: 1) reconocer lo latente: educar en ciencias, teniendo como fin la construcción de la cultura científica implica superar las interacciones y experiencias que ocurren en el plano experiencial fenoménico, y dar mayor importancia a las estructuras profundas que contienen los modelos culturales, patrones interpretativos que soportan la didáctica; 2) promover la Verstehen: la comprensión de la ciencia y el conocimiento científico debe darse de manera inductiva; es decir, partiendo de la realidad y no de la teoría; 3) complejizar e integrar disciplinas: implica superar la visión parcial o segmentada de la realidad, dando paso a perspectivas complejas e interdisciplinarias; 4) valorar la unicidad: convoca a considerar a la ciencia que se enseña como un componente cognoscitivo de la cultura permeada de contexto e historia. Estos son rasgos que robustecen lo pertinente de una educación donde el docente es un intelectual público que emplea competencias dialógicas, ubicando al conocimiento científico en el marco de los desafíos actuales, entre ellos, la construcción de la cultura científica.

Palabras clave

ciencia; cultura científica; didáctica; educación; epistemología

Francisco Javier Pérez-Rodríguez* 
Sebastián Donoso-Díaz** 

* Doctor (C) en Ciencias Humanas. Facultad de Psicología e Instituto de Estudios Humanísticos, Universidad de Talca, Chile. Profesor de Química y Magíster en Educación Superior UPEL-Venezuela. Francisco.perez@utalca.cl

** Doctor en Educación. Profesor investigador del Instituto de Investigación y Desarrollo Educacional de la Universidad de Talca (Chile). sdonoso@utalca.cl



Abstract

This reflection article is part of the theoretical advances of the Doctoral Thesis titled "Scientific Culture in Teacher Training in Sciences. Approach to Intersubjective Models" developed within the framework of the Doctorate in Human Sciences at the University of Talca (Chile). In this paper, epistemological and didactic features that could substantially contribute to scientific culture from the teacher's practice are characterized and analyzed. From a hermeneutical exercise, epistemological elements emerged that assign a transcendent role to the teacher and the educational practice: 1) recognize the latent: educating in sciences, with the purpose of building scientific culture implies overcoming the interactions and experiences that occur on the phenomenological experiential level, and giving greater importance to the deep structures that cultural models contain, interpretive patterns that support didactics; 2) promote *Verstehen*: the understanding of science and scientific knowledge must occur inductively, that is, starting from reality and not from theory; 3) complexifying and integrating disciplines : it implies overcoming the partial or segmented vision of reality, giving way to complex and interdisciplinary perspectives; 4) valuing uniqueness: it calls for considering the science that is taught as a cognitive component of culture permeated by context and history. These are features that strengthen the relevance of an education where the teacher is a public intellectual who uses dialogic competences, placing scientific knowledge in the framework of current challenges, among them, the construction of scientific culture.

Keywords

science; scientific culture; didactic; education; epistemology

Resumo

Este artigo de reflexão insere-se nos avanços teóricos da Tese de Doutorado intitulada "A cultura científica na formação de professores em ciências. Abordagem aos modelos intersubjetivos" desenvolvida no âmbito do Doutorado em Ciências Humanas da Universidade de Talca (Chile). Neste estudo, são caracterizadas e analisadas características epistemológicas e didáticas que, a partir da prática do professor, poderiam contribuir substancialmente para a cultura científica. A partir de um exercício hermenêutico, emergiram elementos epistemológicos que atribuem um papel transcendente ao professor e sua prática educativa: 1) reconhecer o latente: educar em ciências, com a finalidade da construção da cultura científica implica superar as interações e experiências que ocorrem no plano experiencial fenomênico, e dar maior importância às estruturas profundas que os modelos culturais contêm, padrões interpretativos que apoiam a didática; 2) promover *Verstehen*: a compreensão da ciência e do conhecimento científico deve ocorrer indutivamente; isto é, a partir da realidade e não da teoria; 3) complexificar e integrar disciplinas: implica superar a visão parcial ou segmentada da realidade, dando lugar a perspectivas complexas e interdisciplinares; 4) valorizar a singularidade: chamada para considerar à ciência que é ensinada como um componente cognitivo da cultura permeada pelo contexto e pela história. Esses são características que reforçam a relevância de uma educação onde o professor é um intelectual público que utiliza competências dialógicas colocando o conhecimento científico no âmbito dos desafios atuais, entre eles, a construção da cultura científica.

Palavras-chave

ciência; cultura científica; didática; educação; epistemologia

Introducción

Si partimos de la idea de que la ciencia es un componente cognoscitivo de la cultura, entonces esta ha de formar parte de un continuo inescindible. En consecuencia, tanto en su enseñanza como en su aprendizaje no debiese existir un hiato entre lo cognoscible y el marco social, histórico y contextual que acompaña a lo científico. Desde diversas áreas —entre ellas la educación científica— se ha cuestionado y puesto en tela de juicio una concepción heredada y hegemónica de naturaleza moderna, donde la ciencia se concibe como una expresión del intelecto y saber humano, caracterizada por ser funcional, utilitaria, benévola y neutra, situada por encima de otras intelecciones (Certeau, 1997; Latour, 2013). Esto ha implicado desmontar planteamientos epistemológicos y socio-filosóficos que han develado una matriz generadora de conocimiento, o bien episteme (Moreno, 2005), que desde la óptica moderna soporta un carácter o posición a favor de la ciencia como expresión de la cultura científica dominante.

Es así como esta —la cultura científica— tiene en la educación un componente sustancial de su raíz, en la cual los sujetos que forman parte de ella —en particular los docentes especializados— son actores estratégicos en la preservación de una coherencia intelectual moderna (Campos, 2022; Figueroa *et al.*, 2020). Desde el abordaje de concepciones, percepciones, conocimientos y prácticas del proceso formativo se ha buscado explicar —en parte— diversos hechos que acontecen en el plano experiencial-fenoménico, los cuales constituyen representaciones intencionales de los significados. Sin embargo, lo trascendente e importante en el proceso educativo es lo subyacente al fenómeno y a la práctica de la enseñanza y aprendizaje. Para la comprensión y el debate de lo mencionado, es necesario

movilizarse del deficitario e insuficiente planteamiento de buscar explicaciones, hacia posturas que permitan la comprensión de los hechos en una visión más compleja e integral (Arias y Navarro, 2017; Mejía, 2020).

Frente a tal aseveración, se define como área sustantiva de información para la cultura científica al ámbito educativo. Considerar —como objetivo o sentido final de la educación científica— supera el nivel fenoménico de la práctica educativa y abre brechas a instancias donde se comprende la ciencia, el conocimiento científico y lo inherente a ello en otras esferas más allá de lo científico (Asencio, 2017; Camacho y Gómez, 2021; Martelo *et al.*, 2021). De tal forma, que la didáctica —como disciplina teórico práctica— se convierte en un campo ideal para el abordaje del componente socio cultural que acompaña a la enseñanza y aprendizaje de la ciencia (Díaz *et al.*, 2020; Solbes *et al.*, 2017). En función a esto, la cultura científica no solo se trata de tenencia de conocimiento científico especializado o general, sino también de poder tener la perspicacia de considerar otros elementos que acompañan a lo científico, con una carga crítica y cívica (Vázquez *et al.*, 2019; Cofré *et al.*, 2010; Figueroa *et al.*, 2020). Es así como el desarrollo de esta disertación apunta a caracterizar y analizar algunos rasgos epistemológicos y didácticos que, desde una perspectiva naturalista, podrían sustentar a la cultura científica como sentido o razón de la educación científica en la contemporaneidad.

Para esto se realizó una revisión del estado del arte y una hermenéutica dialéctica a fin de construir argumentos con base en referentes clásicos destacados que, junto a otros planteamientos emergentes, pueden ser considerados en la enseñanza de la ciencia. Parte importante del debate actual demanda tomar posición epistemológica, por ende, en este documento se analizan elementos del

planteamiento científico moderno desde sus cimientos y se establecen las críticas que lo confronta. Asimismo, se relaciona la cultura científica y la educación, resaltando el papel del docente y de su formación en el campo de la didáctica, echando mano de argumentos que buscan vincular lo práctico y lo epistemológico. Ambas ideas dan fundamento a una propuesta epistemológica que rebasa a lo ontológico y axiológico, dimensiones necesarias para la comprensión de la ciencia, el conocimiento científico y su enseñanza bajo una naturaleza crítica y cívica. Aquí, se esgrimen planteamientos distantes de los tradicionales y de concepciones heredadas, pues es una reflexión donde se incorporan al debate ideas distantes de vertientes tradicionales de las ciencias naturales y su enseñanza. De hecho, ideas originarias de las ciencias sociales y humanas se ponen sobre la mesa y se configuran argumentos en busca de enriquecer el debate. Finalmente, en este texto no se presenta una verdad finita sobre los rasgos epistemológicos y didácticos a considerar en el campo educativo en pro de la cultura científica, la intención dar argumentos que alimenten el debate y la reflexión al respecto.

Tesis y argumentos

El planteamiento científico y su crítica

Es hacia el siglo XVI de nuestra era —punto de inflexión del mundo occidental—, donde la lógica y la razón gestaron una racionalidad o forma de representación de la realidad con alta coherencia interna, sobresaliendo en este marco los aportes de Copérnico (postulado heliocéntrico), Galileo Galilei (lenguaje matemático), Descartes (pensamiento analítico y dualismo mente-materia), Bacon (método científico) y Newton (determinismo, causa-efecto), entre otros pensadores que formulan supuestos aún reconocibles en los campos de producción científica (Gribbin, 2006; Moreno, 2015). Al respecto, destacan la vía hipotética deductiva, el carácter reduccionista y la esencia newtoniana-cartesiana, la reproductividad, la fiabilidad y la naturaleza cuantitativa del conocimiento. Es así como se incluyen dentro de lo cognoscible, lo observable, medible y reproducible; descartados otros medios cognitivos y modelando la naturaleza analítica y deterministas del conocimiento científico en el siglo XX (Habermas, 1989; Martínez, 2006).

Es bajo estos supuestos que la humanidad organiza gran parte de los procesos cognitivos formales, haciendo de la ciencia un lenguaje con alta e incuestionada aceptación social y configurando una coherencia intelectual y estructural. Tal marco está constituido por una red de conceptos donde los científicos visualizan su campo de estudio especializado en la búsqueda de explicaciones causales (relación lineal causa-efecto). Este locus donde se sitúan las creencias metodológicas y teóricas se conoce como paradigma o forma compartida de ver y hacer las cosas (Kuhn, 2004). Este proceder del ver y comprender constituye la esencia del positivismo. Pues sobre este, el campo científico despliega su objeto de estudio, sus métodos y postulados, y genera una racionalidad compartida no

solo en sí misma, sino también —y allí se ubica su poder— en otras esferas de la sociedad (Moreno, 2015; Morín, 2001).

A partir de lo anterior se entiende el afán del campo científico en la búsqueda de orden y de regularidades en el contexto, orden que es reducido a partes, fragmentado y estudiado por parcelas disciplinares. Allí los expertos emplean fundamentos y lenguajes hiper-especializados que generan en la mente humana la búsqueda de regularidades y de orden, mediante semejanzas y/o diferencias. Este proceso se desarrolla con el uso de teorías o representaciones, visiones y perspectivas sobre el contexto, y que son entendidas como grandes ismos o planteamientos irrefutables, dogmas y creencias, tanto en lo científico como en lo general (Martínez, 1999; 2004; Morín, 2001; 2012).

Desde esta óptica, la ciencia trae consigo una carga performativa e ideologizante, siendo un mito fundacional la neutralidad axiológica, esto pese a que existen miradas muy potentes y aceptadas por el campo científico, las cuales validan una asepsia instalada sobre la teoría científica acerca de cierta neutralidad (Bunge, 1996; Escobar, 2021; Monarca, 2021). En este sentido, se configura una fuerte credibilidad y confianza sobre la ciencia y el conocimiento científico, pues grandes pensadores han formulado revolucionarias ideas que resultan inmutables y verdaderas *per se*. Tal idea es replicada en gran medida en la educación científica, donde se vierte el pensamiento y el aprendizaje a la teoría que es probada una y otra vez (Oreskes, 2021).

Ante los cuestionamientos que se han cernido sobre la concepción moderna de ciencia, se ha develado que esta resulta insuficiente considerando la naturaleza compleja y reticular que poseen los problemas de las diversas esferas de la vida planetaria en la contemporaneidad. Parece que “explicar” no basta, hay que “com-

prender” (Maturana, 1992; Morín, 2012). Al respecto, Morín (2001) considera que existe “una falta de adecuación grave y profunda entre los saberes disociados, parcelados, compartimentados en disciplinas con las realidades o problemas cada vez más pluridisciplinarios, transversales, multidimensionales, transnacionales, planetarios” (p.13). De tal forma que, considerando lo anterior, hablar de cultura científica se vuelve aún más importante y pertinente, pues es en el marco de los problemas reales y sustanciales de estos tiempos que adjuntar una carga cívica y crítica sobre el avance de la ciencia y conocimiento científico traerá consigo una sociedad con una cultura científica correspondiente a las realidades que los aquejan y para las cuales la educación científica es trascendente.

Lo anterior se evidenció en el texto *Primavera Silenciosa*, de Raquel Carson (1962), donde, además de cuestionar la visión antropocéntrica de la humanidad frente a la naturaleza, se expuso al campo científico como no neutral en lo político, ideológico y social-cultural (Sauvé, 2013). A la luz de este antecedente tan importante, que vincula el campo científico con los problemas ambientales, queda en evidencia que lo imperativo no es solo producir más ciencia, sino también repensar la ciencia que se practica y enseña. Esta reflexión, además de abrir espacios y brechas, donde las ciencias sociales, humanas y la educación tienen asidero, permite exponer fenómenos que resultan sensibles para la humanidad hoy en día, y que ameritan ahondar en instancias del pensamiento, más que abordar lo fenoménico (Vessuri, 2014; 2020).

Sobre la cultura científica y la educación

Pese a que instituciones supranacionales, estados, naciones y equipos de académicos

e intelectuales han investigado y aportado en el área de la cultura científica desde hace al menos sesenta años —esto en pro de mejorar la imagen de la ciencia—, permanece presente una desconexión histórica entre la ciencia y el gran público. Parte de las razones se relacionan con que la atención se ha centrado en lo cognitivo, teórico e instrumental; la cultura científica se ha acotado a lo escolar e intelectual (Campos, 2022; Fernández *et al.*, 2016). Por esto, aún predomina una visión que concibe a la ciencia como una esfera aislada —y más importante— de otras expresiones del intelecto humano (Gutiérrez *et al.*, 2018; Snow, 1977). Esta forma de ver a la cultura científica es denominada por Gómez (2012) como *modelo canónico*, óptica desde donde se valora el conocimiento erudito y la cultura científica, la cual se determina desde la tenencia o el déficit de tal conocimiento (Gómez, 2012; Lima y Giordan, 2021).

Un aparatage comunicacional —incluida la educación— enaltece a la ciencia como un objeto propio con un fin en sí mismo. En esta prima factores intelectuales y científicos por encima de los sociohistórico, modelando concepciones y visiones deformadas de la misma (Chade, 2014; Vessuri, 2020), entonces, es razonable que aún sean evidentes las “discrepancias entre lo que los científicos piensan que es importante, lo que los científicos creen que el público percibe como importante, y lo que es realmente importante para el público” (Zaelzer, 2020, p. 1). Esta última aseveración convoca a la reflexión sobre lo insuficiente que resulta abordar a la cultura científica solo mediante políticas públicas con dígitos, gráficas y comparaciones, pues estos son prácticas de investigación que se fundamentan en concepciones heredadas —que ya se han mencionado— sobre el conocimiento y la investigación científica. Prueba de esto es que la cultura científica ha sido estudiada por comparaciones entre naciones, avances en el acceso al conocimiento científico, inversión y gasto público, impacto de la inversión en ciencia, percepciones y niveles de cultura científica. Por tradición, en estos estudios, así como en aquellos donde se abordan conceptos afines a la comunicación y divulgación de la ciencia, se ha asumido una óptica unívoca y universal de la realidad, pues predomina la idea de una sola cultura científica, ya sea global o universal, donde prima lo cognoscitivo, o bien lo meramente científico, por encima de otros aspectos contextuales como los socioculturales, históricos y ambientales (Arteaga *et al.*, 2020; Chade, 2014; Weirich y Sutil, 2018).

Lamentablemente, en el campo educativo se ha promovido y acentuado tal tendencia mediante la primacía de las teorías y conocimientos ya probados, que desde la enseñanza —en especial la de orden científico— se concretiza en la cultura científica. Este hecho se fundamenta en un proceso virtuoso o bien una trivialización del aprendizaje: el aprendiz es un sujeto pasivo o educable y el docente está dotado de un conocimiento cargado de rasgos recetarios y doctrinarios, carentes de contexto (Almeida, 2021). De esta forma, se construyen, a partir del discurso científico, relaciones de hegemonía, en tanto se valora la repetición de verdades acabadas, inhibiéndose la duda y el cuestionamiento, bancarizando el conocimiento y alejando la posibilidad de una pedagogía crítica

y emancipadora (Freire, 2007; Russo, 2015; Hernández, 2018). Mediante estos procedimientos la educación reproduce el capital cultural y resguarda instancias de poder fundamentado en la posesión o no del conocimiento científico, en la negación de otras expresiones del intelecto humano, y en la supremacía de visiones conservadoras que se resisten a los enfoques emergentes (Bourdieu, 2002). De hecho, en el proceso educativo poco se cuestiona sobre la perspectiva de ciencia que se enseña: ¿cómo esta se enseña? y ¿para qué se enseña ciencia? Al respecto, el docente no asume su labor como intelectual público, a razón de no haber asidero para la dimensión dialógica de su quehacer (Russo, 2015), mientras el estudiante está inmerso en un proceso de alienación subjetiva y colectiva que atenta contra la supervivencia de la humanidad en medio de esta crisis de pensamiento (Freire, 2005).

Es evidente que las tendencias conservadoras son elementos epistemológicos desafiantes para la educación científica en la construcción de la cultura científica y también para la movilización social que debería generar la educación científica (Campos, 2022). Siguiendo la idea de Bacherland (1948), tales desafíos contraponen el espíritu científico desde posturas conservadoras y poco interrogadoras. Ante esto, queda inhibida en la formación científica la pluralidad y su naturaleza dialógica, y también las iniciativas discrepantes de las visiones tradicionales. Sin embargo, desafiar estas posturas tradicionales demanda, paradójicamente, más ciencia y mayor educación en busca de generar una masa crítica para superar lo que se ha impuesto con poder e ingenuidad (Martelo *et al.*, 2021; Zemelman, 2005).

Esto implica situar la práctica docente y la educación científica en el marco de los desafíos y problemas reales de la sociedad. Resulta

estratégico para el docente cuestionar su praxis y la educación en sí, buscando una formación científica pertinente y comprehensiva que responda a las demandas contextuales (Asencio, 2017; Morales *et al.*, 2022). En este punto es vital desarrollar ideas que soporten a la cultura científica desde una mirada epistemológica y didáctica (Camacho y Gómez, 2021; Cofré *et al.*, 2010; Figueroa *et al.*, 2020). Es imperativo que se reconozca la valía de la educación en la construcción colectiva de la cultura científica, pues es desde allí donde la misma configura su naturaleza o esencia como plataforma social y cultural, como mediador social y fundamento epistemológico de la comunicación y divulgación de la ciencia (Arias y Navarro, 2017; Sánchez y Macías, 2018).

Discusión epistemológica

Enseñar ciencia con la intención de aportar a la construcción colectiva de la cultura científica implica promover conciencia epistémica en los sujetos actuantes, en especial en los docentes, a razón de lo imperativo de su labor como intelectuales públicos (Freire, 2007; Zemelman, 2005). Naturalmente, esto es desafiante, pues en la enseñanza de las ciencias predominan tendencias conservadoras basadas en concepciones que apuntan a la reproducción y reducción del conocimiento a una imagen especular de la realidad, así como a la hegemonía de la teoría científica (Hernández, 2018; Martínez, 2022; Martínez, 2010; Moreno, 2015). Debido a esto, para tal conciencia epistémica podrían tomarse en consideración algunas posturas y decisiones epistemológicas:

Redimensionar algunos elementos epistemológicos: es imperativo que los rasgos epistemológicos que soportan la enseñanza de la ciencia, en pos de una racionalidad científica que interprete con rigor, respondan al surgimiento

de una conciencia discontinua y no lineal, que den cabida a las diferencias y al diálogo (Martínez, 2010; Prigogine, 1996). Epistemológicamente hablando, significa superar la ilusión de un saber garantizado y absolutista, apostando a la finitud e incompletitud del conocimiento, pues lo imperativo en la enseñanza de la ciencia no es buscar mecanismos para explicar generalidades ni relaciones causales, para así probar y certificar una teoría, ni tampoco salvaguardar la coherencia intelectual que ha traído consigo tal hegemonía de la teoría científica (Najmanovich, 2008). En tal sentido, hacer o construir cultura científica no es dar respuestas con verdades y/o argumentos probados, sino generar mayores interrogantes en los sujetos actuales del proceso formativo. No se trata de dar respuestas prefabricadas, sino de promover el cuestionamiento (Constenla *et al.*, 2022). Esto implica reconocer a la teoría como punto nodal de la racionalidad científica, la cual tiene una naturaleza o bien carga performativa, institucional y de universalidad. En este momento es necesario superar esta primacía que existe en la educación científica, donde lo importante está en explicar desde la generalidad y establecer relaciones causales para probar y certificar una teoría (Hernández, 2018).

Naturalmente, esta movilización resulta desafiante para un docente de ciencias formado en el marco de concepciones tradicionales donde el conocimiento especializado está configurado en paquetes conceptuales, que recibe una visión sociocultural que promueve una cultura pro-científica. Entender a la ciencia que se enseña como un componente cognoscitivo de la cultura demanda una reflexión profunda de los sujetos actuantes en el proceso formativo, buscando una postura crítica y cuestionadora frente al conocimiento científico: lo que implica *reconocer lo latente*. Concepciones heredadas en la educación científica, y en la investigación en ciencias de la educación, asignan mayor valía e importancia a la práctica educativa o bien al fenómeno observado (Lévy, 2021). Por ende, tributar a la cultura científica, implica dar mayor interés a los elementos epistemológicos y socio-filosóficos que soportan la práctica, pues el debate real está allí (Arias y Navarro, 2017; Lima y Giordan, 2021).

La educación científica debe traer a colación un fundamento de las ciencias del espíritu: ante un escenario donde se han cuestionado de manera sistemática concepciones heredadas de la ciencia, promover la Verstehen, es decir, la comprensión del fenómeno, debe ser una tarea necesaria. La Verstehen se convierte en un principio fundamental, no solo para comprender en un nivel personal los motivos y creencias que están detrás de las acciones de la gente, sino para que, desde la semántica, sea posible superar el coto de analizar, sintetizar y dar cabida a la comprensión del conocimiento (Moreno, 2015). Con esto no se renuncia a las explicaciones causales de los fenómenos, pues estas son importantes para el entendimiento de algunos fenómenos naturales —de hecho, hay objetos de conocimiento que, por razones didácticas, justifican su explicación—, pero el docente debe tener claro que esto es insuficiente para comprender acontecimientos del contexto que son objetos de estudios de la ciencia. Esto implica que la educación

científica apunte al *comprender* como conocimiento y momento no metodológico. Es así como comprender supera la objetividad, pues con ello se reconoce al conocimiento científico junto a una inescindible carga axiológica y performativa. En consecuencia, la cultura científica se ha de construir bajo un espíritu de cuestionamiento y demanda de la sociedad al campo científico (Velázquez, 2020). Así, esto lleva a considerar diversas aristas, que usualmente no son plenamente revisadas, como lo sociocultural, histórico y contextual. A la luz de lo anterior, estos componentes intervienen en el contexto, asumiendo que la naturaleza de la cultura científica responde a una episteme crítica de lo moderno, pues la visión naturalista imposibilita la neutralidad y asepsia de lo científico frente al contexto.

Educación para tributar a la cultura científica implica complejizar e integrar: se trata de no reducir los fenómenos a variables observables desde una disciplina en particular, sino aumentar su complejidad desde el contexto, cuando corresponda, considerando las particularidades y autenticidades del escenario para incorporando (Carranco, 2019; Vázquez *et al.*, 2019). Para esto, los docentes deben salir de la zona de confort del pensamiento teórico y adentrarse en el contexto, para que, desde la realidad, emerjan las necesidades del conocer y de las habilidades a obtener (Figuroa *et al.*, 2020; Zemelman, 2005). Asimismo, esto implica inhibir una práctica común de la ciencia y su enseñanza como es la fragmentación de la realidad. Apostar a la educación científica equivale a no fragmentar la realidad, las personas o los escenarios, sino a considerarlos desde lo holístico y desde la continuidad, superando ideas instauradas basadas en la discontinuidad y la visión cartográfica de la realidad (Latour, 2013). Por supuesto que esto es desafiante, entendiendo que “analizar” es una práctica científica habitual de la ciencia

moderna y que está enquistada en la dinámica de producir y enseñar ciencia.

Concretizar y tributar a la cultura científica desde la educación significa tener una visión horizontal y reconocer otras miradas al margen de lo disciplinar, a fin de superar la visión cartográfica sobre el conocimiento científico que ha prevalecido. Es común que en las ciencias naturales los docentes e investigadores se atrincheren en sus zonas de confort o disciplinas en las cuales son especialistas (Follari, 2022). En consecuencia, se necesita una visión interdisciplinaria y compleja, en la cual se logren identificar los espacios entremedios donde surge la inquietud y el fenómeno responsivo de lo interdisciplinar. De esta forma, dar una carga interdisciplinaria a la educación científica no ha de surgir de manera casual y caprichosa, sino por la necesidad de comprender un acontecer desde diferentes ópticas. Configurar una visión de esta naturaleza demanda pluralidad y una postura más naturalista que dé valía al contexto y que demande la confluencia de diversas disciplinas (Follari, 2022; Vilsmaier *et al.*, 2017). Este sentido es fundamental para reconocer a la ciencia que enseña como un componente cognoscible y cognoscitivo de la cultura. Es decir, la ciencia que el docente enseña podrá resonar en el contexto cultural donde se crea, desarrolla y reproduce, pero a su vez dicha ciencia que enseña es influenciada por la sociedad y ese mismo contexto (Vessuri, 2014, 2020). A pesar de resultar paradójico, podría ser una forma de superar la hegemonía de la teoría científica y convertir en un nuevo punto nodal que conjugue la teoría científica y el contexto.

Reconocer la unicidad: en esta propuesta, la unicidad se soporta en dos ideas: 1) superar la desconexión histórica entre la ciencia y el gran público, acortando el sesgo entre la ciencia que se enseña y las demandas sociales y culturales (Campos, 2022; Pérez y Donoso,

2023); y 2) pensar la ciencia más allá de las generalidades propias de su enseñanza, a fin de dar espacio para las particularidades socioculturales (Mejía, 2020; Olivé, 2006; Vessuri, 2020). Tal postura trae consigo la necesidad de reconsiderar algunas formas de visualizar la ciencia en su contexto, e incorporar en el debate varias ideas que acceden a lo ontológico. En tal sentido, más que contextualizar y complejizar, incorporando variables y factores, se trata de reconocer nuevas formas de abordar el contexto. De nada sirve —y no habrá una movilización epistemológica—pretender dar contexto a la ciencia que se enseña si predominan las nociones de centro, frontera, jerarquía y linealidad (Silva, 2022).

Conclusiones

Este documento sitúa a la cultura científica en una instancia epistemológica y didáctica de la educación —en especial la científica—, hecho que trajo consigo la formulación de diversos planteamientos e ideas que no se exponen como verdades acabadas o absolutas, sino como aportes para el debate educativo contemporáneo. Primero, se han rescatado ideas ya desarrolladas en la bibliografía especializada que cuestionan e identifican como insuficientes a las tendencias tradicionales de la enseñanza de las ciencias naturales en pos de la comprensión de los desafíos actuales. Asimismo, se han formulado argumentos que plantean a la cultura científica como un sentido de causa final de la educación en estos tiempos. De este proceso de revisión del estado del arte y hermenéutico se concluye que ambas proposiciones resultan desafiantes para los sujetos actuales del proceso educativo, en especial para los docentes, puesto que, en general, emergerán obstáculos que se deben sortear.

Primero, se debe sortear una tendencia tradicional, propia de las ciencias de la educación, donde el estudio sobre lo educativo se ha inclinado por el abordaje de la práctica educativa, incluyendo estrategias, recursos, materiales, tecnologías. Razón por la cual, es imperativo trascender más allá del fenómeno que se genera en la práctica docente e insertar el debate en lo epistemológico para la reflexión de la práctica y de los elementos que la soportan. Para esto es imperativo reflexionar sobre el acto educativo y sus cimientos como objetos de estudio desde las ciencias sociales y humanas, entre ellas la pedagogía.

Segundo, considerar la construcción colectiva de la cultura científica en el marco de la enseñanza de las ciencias, lo cual significa que esta sea concebida como cognoscible y cognoscitiva. En consecuencia, enseñar ciencia no es transmitir paquetes conceptuales coherentes a generaciones futuras, sino reconocer una carga histórica, social y contextual. Hoy en día, la educación científica ha de asignar una carga crítica y cuestionadora sobre el conocimiento científico, lo cual podría lograrse al situar la enseñanza de la ciencia en la realidad que viven. Por ende, el docente debería reconocer que esa ciencia no solo está constituida por lo científico, y no es exclusivamente el centro de lo cognoscible. Es necesario desmarcarse de las etiquetas propias del desarrollo

disciplinar y asumirse como pedagogo interesado en el aprendizaje de la ciencia, considerando lo adjunto a esto que provenga de otras dimensiones de la cultura humana.

Finalmente, todos estos argumentos implican la necesidad de que el docente lleve a cabo movilizaciones epistemológicas importantes y profundas que apunten a: 1) superar la supremacía del pensamiento teórico y virar hacia la comprensión de la realidad, 2) cuestionar la ciencia que se enseña e incentivar en otros tal cuestionamiento, 3) reconocer la trascendencia de una práctica educativa que apunte a tributar en la cultura científica como una construcción social colectiva. Estos elementos, además de reflexión, ameritan de un ejercicio de otredad y de trabajo conjunto, pues la naturaleza democrática, colectiva y plural de la cultura científica así lo demandan.

Agradecimientos

Agradecemos al Programa de Doctorado Nacional de la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo de Chile. También al Programa de Doctorado en Ciencias Humanas en la Universidad de Talca-Chile.

Referencias

- Arias, M. y Navarro, M. (2017). Epistemología, Ciencia y Educación Científica: premisas, cuestionamientos y reflexiones para pensar la cultura científica. *Actualidades Investigativas en Educación*, 17(3). <https://doi.org/10.15517/aie.v17i3.29878>
- Arteaga, E., Maquila, L., Luis, J., Del Sol, L., Valdés, A. y Sol, D. (2020). Didactics alternatives for the inclusion of elements of historical in the teaching of mathematics in the middle school. *Revista Conrado*, 16(74), 22-29. <http://orcid.org/0000-0001-9902-2135>
- Asencio, E. (2017). La educación científica: percepciones y retos actuales. *Educación y Educadores*, 20(2), 282-296. <https://doi.org/10.5294/edu.2017.20.2.7>
- Bacherland, G. (1948). *La formación del espíritu científico. Contribuciones a un psicoanálisis del conocimiento objetivo*. Siglo XXI.
- Bourdieu, P. (2002). *Campo de poder, campo intelectual*. Jungla Simbólica.
- Bunge, M. (1996). *Ciencia, Ética y Técnica*. Editorial Sudamericana.
- Camacho, J. y Gómez, Y. (2021). Educación científica en y para la diversidad. En *Investigación en Educación Científica en Chile* (pp. 81-94). Ediciones Universitarias de Valparaíso de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. <https://doi.org/10.2307/j.ctv1tgwzfc.47>
- Campos, A. (2022). Comunicación efectiva de la ciencia: ¿qué es y cómo ayuda a los científicos a mejorar su carrera y cumplir objetivos de impacto social? Revisión de la literatura. *Hipertext.net*, 24, 23-39. <https://doi.org/10.31009/hipertext.net.2022.i24.03>
- Capra, F. (1982). *El punto crucial. Ciencia, Sociedad y Cultura naciente*. Editorial Estaciones.
- Carranco, M. (2019). El arte y la ciencia de compartir el conocimiento. *Revista Digital Universitaria*, 20(4). <https://doi.org/10.22201/codeic.16076079e.2019.v20n4.a0>
- Certeau, M. (1997). *Culture in the plural*. University of Minnesota Press.
- Chade, P. (2014). Superación de las visiones deformadas de las ciencias a partir de la incorporación de la historia de la física a su enseñanza. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 11(1). <http://hdl.handle.net/10498/15711> <http://reure-dc.uca.es>

- Cofré, H., Camacho, J., Galaz, A., Jiménez, J., Santibáñez, D. y Vergara, C. (2010). *La educación científica en Chile: Debilidades de la enseñanza y futuros desafíos de la educación de profesores de ciencia*. <https://doi.org/10.4067/S0718-07052010000200016>
- Constenla, J., Vera, A. y Jara, P. (2022). Actitudes y capacidades de los docentes frente a la innovación educativa. La mirada de los estudiantes. *Pensamiento Educativo: Revista de Investigación Educativa Latinoamericana*, 59(1), 1-15. <https://doi.org/10.7764/PEL.59.1.2022.7>
- Díaz, M., Romero, M., Mardones, T., Castillo, S. y Sequeida, R. (2020). Competencias didácticas para la formación inicial de profesores de Chile. Un análisis comparado. *Sophia Austral*, 25, 53-70. <https://doi.org/10.4067/S0719-56052020000100053>
- do Carmo, J. M. (2017). Development of an analysis model from the perspectives of science, individual and society in the teaching of science. *Revista Electrónica Educare*, 21(1). <https://doi.org/10.15359/ree.21-1.12>
- Escobar, J. M. (2021). How to measure the social appropriation of science and technology: The definition of indicators as a problem. *Innovar*, 31(80), 153-166. <https://doi.org/10.15446/innovar.v31n80.93672>
- Fernández, P., Bello, A. y Massarani, L. (2016). *Políticas públicas e instrumentos para el desarrollo de la cultura científica en América Latina. Estudios y documentos de política científica de ALC*. Oficina de Montevideo Oficina Regional de Ciencias para América Latina y el Caribe. <http://www.unesco.org/open-access/terms-use-ccbysa-sp>
- Figuerola, I., Pezoa, E., Elías, M. y Díaz, T. (2020). Habilidades de Pensamiento Científico: Una propuesta de abordaje interdisciplinar de base sociocrítica para la formación inicial docente. *Revista de Estudios y Experiencias en Educación*, 19(41), 257-286. <https://doi.org/10.21703/rexe.20201941figuerola14>
- Follari, R. (2022). Interdisciplina. La evanescencia de lo imprescindible. *Investigación Interdisciplinaria. Enfoque, métodos, propuestas y experiencias* (pp. 27-44). Universidad de Talca.
- Francisco, H. (2020). De la neutralidad valorativa a un nuevo pacto social entre ética, ciencia y tecnología. *Ciencia y Sociedad*, 45(3), 25-44. <https://doi.org/10.22206/cys.2020.v45i3.pp25-44>
- Freire, P. (2005). *Pedagogía de la Esperanza*. Siglo XXI.
- Freire, P. (2007). *Pedagogía de la autonomía: saberes necesarios para la práctica educativa*. Siglo XXI.
- Giroux, H. (1993). *Living dangerously: Multiculturalism and the politics of difference*. Peter Lang.

- Gómez, J. (2012). Cultura: Sus significados y diferentes modelos de cultura científica y técnica. *Revista Iberoamericana de Educación*, 58, 15-33.
- Gribbin, J. (2006). *Historia de la Ciencia*. Editorial Crítica.
- Gutiérrez, I., Peralta, H. I. y Fuentes, H. (2018). Cultura científica y cultura científico investigativa Scientific culture and scientific research culture. En *Humanidades Médicas*, 18(1).
- Habermas, J. (1989). *El discurso filosófico de la modernidad*. Safekat S.L.
- Hernández, D. (2018). *La teoría como punto nodal de una hegemonía racionalista*. 12(1), 138-155. www.fhuce.edu.uy/FaculdadedeEducacao, UNICAMP. www.fe.unicamp.br
- Kuhn, T. (2004). *La Estructura de las Revoluciones Científicas*. Fondo de Cultura Económica.
- Latour, B. (2013). *Investigación sobre los modos de existencia*. Paidós.
- Lévy, J. (2021). On the Usefulness of the Human and Social Sciences for the Inhuman and Asocial Ones. *Versus*, 50(2), 325-330. <https://doi.org/10.14649/102002>
- Lima, G. y Giordan, M. (2021). From discursive reformulation to praxis of scientific culture: Reflections on science communication. *Historia, Ciências, Saude - Manguinhos*, 28(2), 375-392. <https://doi.org/10.1590/S0104-59702021000200003>
- Lima, G. S. y Giordan, M. (2021). From discursive reformulation to praxis of scientific culture: Reflections on science communication. *Historia, Ciências, Saude - Manguinhos*, 28(2), 375-392. <https://doi.org/10.1590/S0104-59702021000200003>
- Martelo, R., Marrugo, Y. y Franco, D. (2021). Educación y formación ciudadana: dimensiones filosóficas para su consideración. *Revista de Filosofía Universidad del Zulia*, 38(99), 602-612. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5676414>
- Martínez, F. (2022). La enseñanza de la cultura científica en la escuela ¿Por qué falla?, ¿cómo mejorar? *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 27(93), 629-646.
- Martínez, M. (1999). *La nueva Ciencia*. Trillas.
- Martínez, M. (2004). El proceso de nuestro conocer postula un nuevo paradigma epistémico. *Polis*. *Revista Latinoamericana*, 8. <https://journals.openedition.org/polis/6170>
- Martínez, M. (2006). *Ciencia y Arte de la Investigación Cualitativa*. Editorial Trillas.
- Martínez, M. (2010). *Nuevos paradigmas en la investigación*. Editorial ALFA.
- Maturana, H. (1992). *La objetividad, Un argumento para obligar*. Dolmes ediciones.
- Mejía, J. (2020). Epistemología de las políticas de ciencia y tecnología en América Latina. *Cinta de moebio*, 67, 14-25. <https://doi.org/10.4067/s0717-554x2020000100014>
- Monarca, H. (2021). Science, power and regimes of truth in access to teaching profession academic texts. *Education Policy Analysis Archives*, 29. <https://doi.org/10.14507/EPAA.29.5373>
- Morales, M., Acosta, K. y Rodríguez, C. (2022). El rol docente y la indagación científica: análisis de una experiencia sobre plagas en una escuela vulnerable de Chile. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 19(2), 1-20. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2022.v19.i2.2201
- Moreno, A. (2005). *El aro y la trama*. COMVIVUM PRESS.
- Moreno, A. (2015). *Obras completas. De camino a la trama. Temas epistemológicos*. El estilete.

- Moreno, A. (2016). *Antropología cultural del pueblo Venezolano*. Fundación Empresas Polar.
- Morín, E. (2001). *El Método V. La humanidad de la humanidad. La identidad humana*. Editorial Cátedra.
- Morín, E. (2012). *La vía para el futuro de la humanidad*. Paidós.
- Najmanovich, D. (2008). *Mirar con nuevos ojos: nuevos paradigmas en la ciencia y pensamiento complejo*. Biblios.
- Olivé, L. (2006). Los desafíos de la sociedad del conocimiento: cultura científico-tecnológica, diversidad cultural y exclusión. *Revista Científica de Información y Comunicación*, 3, 29-52.
- Oreskes, N. (2021). *Por qué confiar en la ciencia?* Ediciones universitarias de Valparaíso.
- Pérez, F. y Donoso, D. (2023). Discursos actuales sobre cultura científica en América Latina. Una revisión crítica. *Revista de la Universidad del Zulia*, 14(40), 6-32. <https://doi.org/10.46925/rdluz.40.02>
- Prigogine, I. (1996). *El fin de las Certidumbres*. Editorial Andrés Bello.
- Russo, R. O. (2015). *Moacir Gadotti: breve análisis de su obra El aprendizaje es un acto liberador*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3395.1763>
- Sánchez, M. y Macías, A. (2018). El papel de la comunicación pública de la ciencia sobre la cultura científica: acercamientos a su evaluación. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 16(1), 1-13. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2019.v16.i1.1103
- Sauvé, L. (2013). Editorial Hacia una educación ecocientífica. *TED Tecné, Episteme y Didaxis*, 34, 7-12.
- Silva, J. (2022). Investigación situada. El cuerpo y la emoción en la interacción social. *Investigación Interdisciplinaria. Enfoques, métodos, propuestas y experiencias* (pp. 295-311). Universidad de Talca.
- Snow, P. (1977). *las dos culturas y un segundo enfoque*. Alianza Editorial.
- Solbes, J., Fernández, J., Domínguez, M., Cantó, J. y Guisasola, J. (2017). Influencia de la formación y la investigación didáctica del profesorado de ciencias sobre su práctica docente. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, 36(1), 25-44. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2355>
- Telles, J. (2020). José Martí, Paulo Freire y Hugo Zemelman: Tecnología basada en la educación emancipadora. *Revista Colombiana de Educación*, 1(81), 249-268. <https://doi.org/10.17227/RCE.NUM81-10924>
- Terrones, A. (2020). Modelo de innovación abierta y responsable: Una propuesta de ética aplicada a la tecnología. *Cuadernos Salmantinos de Filosofía*, 47, 607-626.

- Vázquez, B., Jiménez, R. y Mellado, V. (2019). El conocimiento didáctico del contenido (CDC) de una profesora de ciencias: reflexión y acción como facilitadores del aprendizaje. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, 37(1), 25-53. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2550>
- Vessuri, H. (2014). Cambios en las ciencias ante el impacto de la globalización. *Revista de Estudios Sociales*, 50, 167-173. <https://doi.org/10.7440/res50.2014.16>
- Vessuri, H. (2020). Una historia de la verdad en Occidente. Ciencia, arte, religión y política en la conformación de la cosmología moderna. *Tapuya: Latin American Science, Technology and Society*, 3(1), 140-144. <https://doi.org/10.1080/25729861.2019.1698902>
- Vilsmaier, U. (2022). Diferenciación e integración en espacios interdisciplinarios colaborativos de investigación. En *Investigación Interdisciplinaria. Enfoques, métodos, propuestas y experiencias* (pp. 65–92). Universidad de Talca.
- Vilsmaier, U., Brandner, V. y Engbers, M. (2017). Research In-between: The Constitutive Role of Cultural Differences in Transdisciplinarity. *Transdisciplinary Journal of Engineering y Science*, 8(1). <https://doi.org/10.22545/2017/00093>
- Weirich, L. M. y Sutil, N. (2018). Educação infantil e cultura científica: aprendizagem significativa e desenvolvimento de percepção ambiental. *Nuances: estudos sobre Educação*, 29(3). <https://doi.org/10.32930/nuances.v29i3.4566>
- Zaelzer, C. (2020). *History, Teaching, and Public Awareness The Value in Science-Art Partnerships for Science Education and Science Communication*. <https://doi.org/10.1523/ENEURO.0238-20.2020>
- Zemelman, H. (2005). *Voluntad de conocer. El sujeto y su pensamiento en el paradigma crítico*. Anthropos Editorial.

Forma de citar este artículo

Pérez-Rodríguez, F. y Donoso-Díaz, S. (2024). Elementos epistemológicos para la Cultura Científica: aportes para repensar la práctica docente. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (55), 264-278. <https://doi.org/10.17227/ted.num55-18427>