

Las didácticas de las ciencias desde una perspectiva decolonial

Diego Petrucci^{1,2}, Daniel Badagnani³ y Osvaldo Cappannini⁴

¹ Instituto de Ingeniería, Universidad Nacional de Hurlingham (UnaHur), Hurlingham.

² Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata (UNLP), La Plata.

³ Instituto de Ciencias Polares, Ambiente y Recursos Naturales (ICPA), Universidad Nacional de Tierra del Fuego (UNTDF), Fuegia Basket 251, 9410, Ushuaia.

⁴ Grupo de Didáctica de las Ciencias, Instituto de Física de Líquidos y Sistemas Biológicos (IFLySIB), La Plata.

^{1,2} diegope@gmail.com

Resumen

Cuando se habla de descolonizar la Universidad o el Saber es habitual que se aluda a las ciencias sociales, pese a que las ciencias naturales son las principales “fuentes” de colonialidad, en la academia y en el público. Nos proponemos analizar la colonialidad en la Didáctica de las Ciencias Naturales, haciendo foco en el *cambio conceptual* por lo pregnante de esta mirada entre docentes pese a las múltiples críticas bien fundadas sobre este enfoque. Tomamos al *cambio conceptual* en su contexto histórico y cultural como objeto de estudio y lo analizamos con “sospecha colonial”. Tomando como marco teórico el *giro decolonial* haremos una lectura crítica buscando develar qué circula como implícito de raigambre eurocéntrica. Consideramos que recorrer algunos hitos de la historia de la didáctica de las ciencias naturales desde una mirada decolonial produce como resultado nuevas perspectivas, facetas y preguntas que son un resultado del trabajo. Se destaca que encontramos absurda y violenta la pretensión de que los sujetos abandonen sus visiones profundamente culturales para abrazar perspectivas científicas sobre el mundo. Es una posible explicación del importante crecimiento de movimientos que cuestionan a las ciencias.

Palabras clave: cambio conceptual; alfabetización científica; multiculturalidad; eurocentrismo; disidencias científicas.

Introducción

La razón de ser de las didácticas de las ciencias naturales es responder a problemas de la enseñanza. No es de extrañar que ciertos supuestos circulen como implícitos. El propósito de la filosofía es problematizar lo obvio, abrir sentidos. Este trabajo explora estos sentidos desde la perspectiva del *giro decolonial* (Dussel y Valle-Orellana, 2018) teniendo en cuenta que las ciencias naturales y su enseñanza son un vehículo privilegiado para el sostenimiento de la colonialidad (Badagnani y Knopoff, 2016). ¿Cuál es la raíz del enfoque productivista de las numerosas investigaciones que toman de base al *cambio conceptual*? ¿Cómo podemos entender la “sobrevida” que este enfoque ha tenido pese a las profundas críticas recibidas? ¿Es posible entender el avance de las disidencias científicas como el terraplanismo o los antivacunas pese al énfasis en la *alfabetización científica*? Y sobre todo ¿Qué ocurre con las subjetividades forjadas en matrices epistémicas propias de otras culturas? ¿Tienen o no derecho a sostener sus representaciones del mundo?

Geocultura y epistemologías

Las palabras “colonizar”, “colono”, “colonia”, etc. se usan hoy en una multiplicidad de sentidos para referirse a un proceso por el cual una etnia, una cultura o incluso un organismo no humano ocupan una región previamente no habitada por ellos. Sin embargo, etimológicamente no debe olvidarse que la palabra alude a Cristóbal Colón, y por lo tanto el proceso de “colonizar” paradigmático es la invasión del continente americano por parte de España, y en forma general de territorios no europeos por parte de potencias europeas. Este proceso implicó: el exterminio físico de buena parte de la población nativa americana; un epistemicidio (siguiendo la terminología de Dussel, véase Grosfoguel, 2013) de las culturas indígenas; una racialización de las poblaciones indígenas con el fin de inferiorizarlas (Grosfoguel, 2013); una desracialización del europeo autopercebido como “blanco” y de su cultura peculiar percibida como “universal”. Mientras esto ocurría a nivel socio-cultural, políticamente se establecieron instituciones de sometimiento a las metrópolis europeas y económicamente se realizaba un saqueo sistemático de las riquezas. Además de los recursos físicos como el oro y la plata, se saquearon los recursos humanos a través de la esclavización para producir bienes de consumo para las metrópolis, y su transferencia para desarrollar el sistema primero mercantil y luego capitalista en las potencias coloniales.

En este sentido, es importante distinguir entre colonialismo y colonialidad: siguiendo la terminología introducida por Aníbal Quijano (2000), llamamos *colonialismo* a la estructura de dominación política explícita de los territorios de ultramar¹, y *colonialidad* a la trama social y cultural que mantiene los esquemas coloniales en territorios soberanos. Este concepto resulta pertinente en América Latina, que se descolonizó formalmente en el siglo XIX pero mantiene hasta hoy una dependencia de hecho, cuyo punto de partida es cultural: los habitantes de estas naciones continúan percibiendo a lo europeo como intrínsecamente superior y universal.

Es importante recalcar que incluso restringiéndonos a lo que hoy llamamos Europa han habido cosmovisiones diversas (Petrucci, 2017). Uno de los epistemicidios que dieron origen al occidente burgués fue contra el conocimiento tradicional europeo transmitido oralmente por mujeres (Grosfoguel, 2013). Otros dos corresponden al Islam de la Península Ibérica y a las culturas nativas americanas (Grosfoguel, 2013). Es interesante recordar los trabajos de Kusch (1976) sobre el pensamiento en América en su *Geopolítica del Hombre Americano* y sus consideraciones sobre el mestizaje en *América Profunda* (Kusch, 1999). En esta última obra muestra cómo se ha pretendido imponer la “pulcritud” de la ciudad europea sobre el trasfondo de un “hedor de América”, un modo de entender el mundo de origen americano y que opera pese a nuestros intentos de pensar como europeos. El conflicto entre el pensamiento en términos modernos y los modos tradicionales de conocer y hacer en el mundo, que negamos pero operan, causa una permanente frustración.

“Ciencia” y Eurocentrismo

Lo que hoy llamamos “ciencia” tiene un origen mítico en el Renacimiento europeo (Badagnani y Knopoff, 2016) y un nacimiento concreto en el siglo XIX en el que la universidad europea se seculariza y aparece la figura del *scientist* (Aikenhead, 2002). Esta

1 De esta manera habilitamos hablar de “proceso de descolonización” para aludir a las independencias de las colonias con posterioridad a la Segunda Guerra Mundial, sobre todo en África. Este proceso motivó una moda filosófica en las ex-potencias-coloniales, los “estudios post-coloniales”. La filosofía de la liberación surgida en la década de 1970 en América Latina disputó esa denominación, resaltando que el final de las colonias formales no extinguían sus efectos, lo cual parecía implícito en el prefijo “post”. Se acuñó el concepto de *colonialidad* para dar cuenta de la cultura y las subjetividades coloniales que persistían pese a la modificación en la soberanía formal del territorio.

etapa, que comienza en 1820, coincide con la que Dussel señala como la creación del mito de Occidente con origen en Grecia y “redescubrimiento” tras librarse de las nieblas del medioevo (Dussel, 1993). El *mito galileano* del origen de la ciencia occidental sigue este patrón (Badagnani y Knopoff, 2016). Kant formaliza el giro en la concepción de objeto en occidente que aún persiste en el sentido común en expresiones como “la objetividad de la ciencia” y pone en “el hombre con uso de razón” la capacidad de percibir la naturaleza del espacio y el tiempo necesarios para la construcción de la mecánica newtoniana a partir de intuiciones *a priori*. Uno puede preguntarse por qué entonces la mecánica no es un conocimiento prehistórico o, cuanto menos, muy antiguo. La sospecha de racismo eurocéntrico queda confirmada por una cita poco conocida, señalada por Grosfoguel (2007): en sus clases de Geografía, Kant señalaba que el “hombre con uso de razón” es el europeo varón al norte de los Pirineos.

La pretensión de universalidad del saber occidental llega a un clímax en las ciencias naturales. En las obras de ciencia ficción se naturaliza que “cualquier inteligencia extraterrestre” producirá aritmética y conceptualizaciones como la del átomo (Badagnani y Montes de Oca, 2017). Pero si el “hombre científico” es el noreuropeo y no somos racistas, deberíamos concluir que la ciencia es de base cultural. Los átomos y las funciones holomorfas están en la cúspide de una trama de sentidos que hunde profundamente sus raíces en la cultura occidental, y por lo tanto no resiste un “trasplante” a otra cultura sin profundas resignificaciones (Badagnani y Knopoff, 2016). Pero si deseamos educar a la totalidad de una población profundamente multicultural (como lo son la estadounidense y las latinoamericanas) para que abracen a “la ciencia” como modo superior de conocer, estamos pidiendo a un gran número de individuos que se aleje de su propia cultura para adecuarse a una subcultura noreuropea. Y esto es precisamente lo que se pretende en la perspectiva de *alfabetización científica* (Fourez, 1997).

El Sputnik y la “Alfabetización Científica”

Hubo un acontecimiento que cambió para siempre la percepción sobre (y la actitud hacia) la enseñanza de las ciencias. Fue en 1957: la URSS puso en órbita el primer satélite artificial, el Sputnik, una esfera de metal del tamaño de una pelota playera que transmitió una señal monótona en onda corta. Los estadounidenses en sus casas se fascinaron y entraron en

pánico sentados frente a sus radios, oyendo esa prueba irrefutable de la ciencia triunfante tras la cortina de hierro. Hasta entonces la educación (norte)americana era un asunto relativamente sencillo: la escuela elemental era exitosa casi siempre en enseñar lectoescritura, matemática elemental y los reflejos patrióticos. No importaba mucho cuánto sabían de ciencias o qué creían sobre el Universo quienes terminaban su escolarización en primaria o en secundaria, fueran ellos obreros industriales, oficinistas o granjeros. Todos habían recibido un adoctrinamiento científico y muchos podían repetir los dogmas: la Tierra es redonda, gira sobre su eje y alrededor del Sol². No había razones para dudar que comprendían lo que decían, al fin y al cabo eran cuestiones sencillas. Para 1940, sólo unos pocos eran iniciados, en la Universidad, en los secretos profundos de las ciencias, la tecnología y las finanzas. Había bastado con esa élite para dominar el mundo.

El Sputnik terminó con ese estado de cosas. Los “americans” pudieron concebir lo inconcebible: la organización socialista, planificada, podía ganarle a la iniciativa privada porque podía formar científicos e ingenieros en gran cantidad y calidad. Algunos de los más renombrados eran hijos de obreros o de campesinos. La reacción en Estados Unidos fue una reforma del sistema educativo que tuvo lugar durante el siguiente lustro, cuyo objetivo declarado era que Estados Unidos amase mayoritariamente las matemáticas, la física, la química y la biología. Se suponía que, al estar todos versados en esos temas estratégicos, una gran cantidad abrazaría la vocación y dotaría al país de una importante cantidad y calidad de científicos y tecnólogos que rivalizara con lo que parecían haber logrado los soviéticos. Entre 1940 y 1960, el número de estudiantes en la educación superior, se había triplicado, pasando de 1,5 millones a 4 millones. En 1980 se estaba llegando a los 12 millones. Pero el éxito en la masificación tuvo como contrapartida aumentos en las tasas de deserción y fracaso. A más de medio siglo de aquella reforma a cargo de renombrados científicos, psicólogos y educadores se considera que el experimento fracasó (Johnstone, 2010), pese a lo cual el aparato científico-tecnológico occidental no colapsó, sobre todo en base a la expoliación de la periferia (Badagnani y Petrucci, 2013). Dadas las dificultades que trajo aparejada la masificación, es razonable que en la década de los 70 surgieran con fuerza las didácticas específicas, con la didáctica de la física a la

2 El tratamiento dogmático de las ciencias en el aula se desarrolla en Badagnani y Knopoff (2016).

cabeza. En la década siguiente comenzaron los movimientos como *Alfabetización científica y tecnológica*, *Science for all americans* (Fourez, 1997), etc.

Las *misconceptions* y el *cambio conceptual*

Es lógico que los obstáculos al aprendizaje no fueran un problema en tiempos en que se debía formar a estudiantes que no tenían dificultades, provenientes de hogares acomodados y con un capital cultural importante de perfil intelectual. Igualmente lógico, que una vez tomada la decisión de “alfabetizar científicamente” a todos, surjan dificultades que generen la necesidad de investigar. Es un proceso que puede pensarse en analogía con la invención del Coeficiente Intelectual y de las dificultades de aprendizaje como la dislexia para intentar dar cuenta del fracaso escolar al nivel primario. Las escuelas públicas se habían creado bajo el supuesto subyacente que todos los niños deben aprender lo mismo a la misma edad. Las causas del fracaso de esta propuesta fueron puestas en los niños que resultaron ser los que manifestaban problemas. Al intentar la alfabetización científica, se encontró que los estudiantes que no entienden se debe a que tienen *misconceptions*.

Rápidamente surgió el Modelo de *cambio conceptual* (Posner, Strike, Hewson y Gertzog, 1982). En el enfoque clásico de *cambio conceptual* “los conceptos erróneos son teorías alternativas incorrectas que deben ser reemplazadas por la opiniones científicas correctas” (Vosniadou, 2013, p. 11). Los estudiantes son vistos como muy parecidos a los científicos, y serán conducidos a la visión científica cuando se sientan insatisfechos con sus concepciones existentes y se den cuenta de las posibilidades de la nueva concepción. la insatisfacción con la concepción anterior se convirtió en un requisito previo importante para el *cambio conceptual*, haciendo de los conflictos cognitivos la principal estrategia de instrucción para producirlos.

El enfoque clásico se convirtió en el paradigma principal que guió la investigación y la instrucción en educación científica durante muchos años. Con el tiempo, prácticamente todos los principios anteriores de este enfoque fueron sometidos a serias críticas (Vosniadou, 2013). Sin embargo, en nuestro país, continúa siendo utilizado por muchos

investigadores³. La investigación de *cambio conceptual* se centra en los aprendizajes que requieren la revisión sustancial del conocimiento previo y la adquisición de nuevos conceptos, generalmente en condiciones de instrucción sistemática. Vosniadou (2013) propone otra perspectiva del *cambio conceptual*, la *Teoría del marco* en la que:

“los niños pequeños inician el proceso de adquisición de conocimiento desarrollando una física ingenua que no consiste en observaciones fragmentadas sino que forma un sistema explicativo relativamente coherente: una teoría del marco.” (Vosniadou, 2013, p. 13).

Hay otras propuestas como la de *Conocimiento en piezas* de diSessa (1993). Esta perspectiva enfatiza la continuidad entre conocimiento previo y comprensión científica. El sistema de conocimiento de los novatos consiste en una colección no estructurada de muchos elementos simples que se originan a partir de interpretaciones superficiales de la realidad física. Parecen estar organizados en una red conceptual y activarse a través de un mecanismo de reconocimiento que depende de las conexiones que los elementos tienen entre sí. El aprendizaje consiste en recopilar y sistematizar estos elementos en conjuntos más grandes, a medida que los principios primarios cambian su función de entidades relativamente aisladas y que se explican por sí mismas para integrarse en un sistema más amplio de estructuras de conocimiento complejas, como las leyes de física. En el sistema de conocimiento del experto, cada elemento no puede explicarse por sí mismo, debe referirse a estructuras de conocimiento más complejas -como las leyes de física- para su justificación. Chi, Slotta y de Leeuw (1994) proponen al *cambio conceptual* como el tipo de aprendizaje requerido cuando la información nueva, para ser aprendida requiere un conocimiento previo y erróneo. El conocimiento erróneo más difícil de cambiar, implica la asignación de un concepto a una categoría ontológica incorrecta.

En medio del debate, hay algunos consensos sobre que el *cambio conceptual* es un proceso complejo, lento, en el cual están implicados cambios ontológicos, representativos y epistemológicos, mediante mecanismos de enriquecimiento constructivo. Durante este proceso se pueden crear fragmentaciones de conocimientos y conceptos erróneos. Mientras estamos enfocados en intentar comprender cómo se produce el cambio conceptual, han

3 Basta con mirar los trabajos presentados en congresos de área.

surgido en nuestras sociedades algunos movimientos que nos pueden cambiar nuestra perspectiva sobre las *misconceptions*.

Terraplanistas, antivacunas y otros disidentes

La trama de disidentes científicos viene creciendo actualmente. Movimientos como el terraplanismo alarman por la cantidad de adherentes y por los eventos colectivos que generan, como conferencias, proyectos de exploración espacial financiados por *crowdfunding* y hasta cruceros para llegar a la “muralla de hielo”. Otros movimientos como los antivacunas ponen en jaque a los sistemas de salud y están reapareciendo enfermedades que se consideraban erradicadas. Esto ocurre tras casi 40 años de *alfabetización científica*. Dudamos que antes el público haya tenido una mayor comprensión de los principios científicos. Hacia comienzos del siglo XX el gran público accedía a la información científica a través de sus maestros de educación elemental y de la prensa. Tal vez mucha gente ignorase la forma de la Tierra, pero no importaba. Nadie era insultado por *analfabeto científico*. ¿No serán los disidentes una reacción emocional a la leva científica forzosa? La comunidad científica puede haber sobreestimado su poder y su presencia en la trama cultural de la modernidad tardía. El enfoque *CTS* propone que la sociedad comprenda estos vínculos, pero también los pone en cuestión. Pero las propuestas *CTS*, *alfabetización científica* y *ciencia para todos*, no tienen en cuenta la multiculturalidad, al menos desde visión decolonial. Quizá allí encontremos una explicación que nos permita entender más a los movimientos disidentes científicos.

Conclusiones

La idea de *alfabetización científica* da por sentado que es deseable que en una sociedad moderna todos los individuos adopten la ciencia y sus metodologías como el modo privilegiado de conocer. Esta convicción es, aparte de científicista, profundamente colonial eurocéntrica, ya que es la burguesía europea la que abraza esta ideología. Las afirmaciones de carácter científico obtienen su significado del contexto cultural europeo, y por lo tanto como tales se desnaturalizan al ser reproducidas en otras matrices epistémicas. La pretensión de que toda la población abrace tales afirmaciones, despreciando o

avergonzándose de saberes de otras matrices epistémicas, constituye una violencia que consiste en profundizar los epistemicidios que posibilitaron la instauración de la modernidad capitalista. Como la pretensión resulta absurda y violenta, no debería sorprendernos la resistencia de quienes se levantan contra la ciencia, pero sí debería preocuparnos. La ciencia como herramienta termina en peligro, aparte de la vulneración de derechos básicos y el avasallamiento de subjetividades. El *cambio conceptual*, en su versión menos sofisticada y más habitual en el imaginario docente (pensado como el mero reemplazo de conocimiento “ingenuo” por “científico”) es, además de cuestionable a un nivel disciplinar de las didácticas de las ciencias naturales, sumamente cuestionable éticamente por ser la expresión didáctica del ideal de la *alfabetización científica*.

Referencias bibliográficas

- Aikenhead, G. (2002). “Chemistry and Physics Instruction: Integration, Ideologies, and Choices”. *Chemistry Education: Research and Practice*. 4(2), pp.115-130.
- Badagnani, D. y Knopoff, P. (octubre, 2016). *Colonialidad y Ciencias Naturales: Fundamentando la Didáctica para la Emancipación*. Ponencia presentada en las IV Jornadas “El Pensamiento de Rodolfo Kusch”, Maimará. Argentina. Recuperado de: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/73294>
- Badagnani, D. y Montes de Oca, S. (2017). *Epistemología popular: apropiación del sentido de la imaginación científica como fundamento de las ciencias naturales*. Ponencia presentada en las V Jornadas “El Pensamiento de Rodolfo Kusch”, Bogotá. Colombia.
- Badagnani, D. y Petrucci, D. (2013). Sobre la formación de científicos y profesionales en las Facultades de Ciencias Exactas y Naturales. En G. Santos (Ed.) *Memorias del 1er Workshop “Enseñanza de la Física en Argentina: los desafíos de la investigación educativa y la formación docente”*. Tandil, Argentina: Ed. Unicen. Pp. 47-57. ISBN 978-950-658-342-2. Recuperado de: <https://docs.google.com/viewer?a=v&pid=sites&srcid=ZGVmYXVsdGRvbWFpbX3ZWZlbnNlbnFuemFkZWxhZmlzaWNhfGd4OjRiZjk0YmI1Mzc0ZWMyZg>

- Chi, M. T. H., Slotta, J. D., y de Leeuw, N. (1994). From things to processes: A theory of conceptual change for learning science concepts. *Learning and Instruction*, 4, 27–43.
- diSessa, A. (1993). Toward an epistemology of physics. *Cognition and Instruction*, 10 (2/3), 105–225.
- Dussel, E. (1993). Europa, modernidad y eurocentrismo. *Revista de Cultura Teológica*, 4, 69-81.
- Dussel, E. y Valle-Orellana, D. (2018). Crítica desde América Latina: filosofía, política y modernidad. *Pléyade (Santiago)*, 21, 163-181.
- Fourez, G. (1997). “Alfabetizar” científica y técnicamente. En *Alfabetización científica y tecnológica: Acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias*. Buenos Aires: Colihue.
- Grosfoguel, R. (2007). *Descolonizando los universalismos occidentales: el pluri-versalismo transmoderno decolonial desde Aimé Césaire hasta los zapatistas. El giro decolonial: Reflexiones para una diversidad epistémica más allá del capitalismo global*. Bogotá: Siglo del Hombre Editores, 63-77.
- Grosfoguel, R. (2013). Racismo/sexismo epistémico, universidades occidentalizadas y los cuatro genocidios/epistemicidios del largo siglo XVI. *Tabula Rasa*, 19.
- Johnstone, A. H. (2010). You Can't Get There from Here, *Journal of Chemical Education*, 87 (1), 22-29.
- Kusch, R. (1999). *América Profunda*. Buenos Aires: Ed. Biblos.
- Kusch, R. (1976). *Geocultura del Hombre Americano*. Buenos Aires: Fernando García Cambeiro.
- Petrucci, D. (2017) “Un recorrido histórico por algunas concepciones del mundo”. *Revista de Enseñanza de la Física*. Rosario. 29(Nº Extra), 499–509. Recuperado de:
<https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/18509>
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., & Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66, 211-227.

Quijano, A. (2000). Colonialidad del poder, eurocentrismo y América Latina. En E. Lander (Ed.): *La colonialidad del saber: eurocentrismo y ciencias sociales. Perspectivas Latinoamericanas*. Buenos Aires: CLACSO, Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales, 246.

Vosniadou, S. (2013). *International Handbook of Research on Conceptual Change*. Nueva York: Routledge.