



Evolución biológica y reflexión metacientífica. Aportes para la formación docente del profesorado de ciencias

- Biological Evolution and Meta-Scientific Reflection. Contributions for Teacher Training of Science Teachers
- Evolução biológica e reflexão metacientífica. Contribuições para a formação docente do professorado de ciências

Resumen

Este artículo de investigación fundamenta la integración de la reflexión metacientífica en la formación disciplinar y didáctica del profesorado de ciencias y su contextualización en torno a nociones estructurantes de la Biología. Más concretamente, las reflexiones se centran en la noción de evolución biológica, seleccionada por su alto poder explicativo y vertebrador de la disciplina, así como por su fuerte impregnación cultural. Además, y con la intención de acercar contenidos potenciales para la mencionada integración, se presentan los resultados de una serie de entrevistas a biólogos, profesores de biología, didactas, filósofos y divulgadores científicos. Los especialistas, desde sus disciplinas de referencia, aportan a la caracterización epistémica, cultural y cognitiva de la noción. Esta caracterización, contextualizada en la discusión sobre los íconos populares con que se refiere a la noción de evolución y la figura de Charles Darwin, refiere principalmente a la naturaleza del trabajo científico, la noción de verdad, los condicionamientos históricos, culturales y éticos de la producción científica, los obstáculos epistemológicos específicos de la construcción del modelo evolutivo, la naturaleza de la controversia ciencia-religión, entre otros aspectos. Finalmente, y a modo de conclusiones, se ofrecen algunas reflexiones sobre los aportes de esta caracterización para pensar la enseñanza en la formación docente, recuperando de manera crítica e integrada algunos tópicos centrales de reflexión metacientífica.

Palabras clave

formación docente; profesorado de ciencias; reflexión metacientífica; nociones estructurantes; evolución biológica

Carola Astudillo*
Alcira Rivarosa**
Agustín Adúriz-Bravo***

* Doctora en Ciencias de la Educación. Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales de la Universidad Nacional de Río Cuarto, ayudante de primera (ded. semiexclusiva), Argentina, Río Cuarto.

castudillo@rec.unrc.edu.ar

** Doctora en Educación Científica. Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales de la Universidad Nacional de Río Cuarto, profesora asociada (ded. exclusiva), Argentina, Río Cuarto.

arivarosa@exa.unrc.edu.ar

*** Doctor en Didáctica de las Ciencias Experimentales. Centro de Formación e Investigación en Enseñanza de las Ciencias (CEFIEC), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, profesor adjunto regular con dedicación exclusiva, Argentina, Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

aadurizbravo@cefiec.fcen.uba.ar



Abstract

This research paper bases the integration of meta-scientific reflection in the disciplinary and didactic training of science teachers and its contextualization on structuring notions of biology. More specifically, the reflections are centered on the notion of biological evolution, selected for its high explanatory and supporting power of the discipline, as well as for its strong cultural impregnation. Moreover, and aiming to approach potential contents to carry out the aforementioned integration, we present the results of a series of interviews with biologists, biology teachers, didacts, philosophers, and science communicators. Specialists, from their own disciplines, contribute to the epistemic, cultural and cognitive characterization of the notion. This characterization, contextualized in the discussion about the popular icons through which the notion of evolution and Charles Darwin's character are related, refers mainly to the nature of scientific work, the notion of truth, the historical, cultural and ethical conditioning of scientific production, the specific epistemological obstacles of the construction of the evolutionary model, and the nature of the science-religion controversy, among other aspects. Finally, and by way of conclusion, we offer some reflections on the contributions of this characterization to think about teaching in teacher training, by implementing, in a critical and integrated way, some central topics of meta-scientific reflection.

Keywords

teacher training; science teachers; meta-scientific reflection; structuring notions; biological evolution

Resumo

Este artigo de pesquisa fundamenta a integração da reflexão metacientífica na formação disciplinar e didática do professorado em ciências e sua contextualização em torno a noções estruturais da Biologia. Mais concretamente, as reflexões estão focadas na noção de evolução biológica, selecionada por seu alto poder explicativo e estruturador da disciplina, assim como por sua forte impregnação cultural. Além disso, e com a interação de aproximar conteúdos potenciais para dita integração, apresentam-se os resultados de uma série de entrevistas a biólogos, professores de biologia, didatas, filósofos e divulgadores científicos. Os especialistas, desde suas disciplinas de referência, contribuem para a caracterização epistêmica, cultural e cognitiva da noção. Esta caracterização, contextualizada na discussão sobre os ícones populares relacionados com a noção de evolução e a figura de Charles Darwin, refere principalmente à natureza do trabalho científico, a noção de verdade, os condicionamentos históricos, culturais e éticos da produção científica, os obstáculos epistemológicos específicos da construção do modelo evolutivo, a natureza da controvérsia ciência-religião, entre outros aspectos. Finalmente, como conclusões, oferecemos algumas reflexões sobre as contribuições desta caracterização para pensar o ensino na formação docente, recuperando de forma crítica e integrada alguns temas centrais de reflexão metacientífica.

Palavras-chave

formação docente; professorado de ciências; reflexão metacientífica; noções estruturais; evolução biológica

Introducción

La investigación actual en didáctica de las ciencias fundamenta ampliamente la importancia de la epistemología e historia de la ciencia como conocimiento integrado y estructurante de la formación disciplinar y didáctica del profesorado. De allí que las tendencias actuales en formación docente orientan el desarrollo y estudio de propuestas que atienden simultáneamente a aspectos conceptuales, procedimentales y axiológicos en íntima relación con los aportes de la epistemología reciente y actual (Hernández y Prieto, 2000; Cachapuz y Paixao, 2002; Adúriz-Bravo, Izquierdo y Stany, 2002a; Adúriz-Bravo, Izquierdo y Stany, 2002b; Camacho y Padrón, 2005; Schwartz y Crawford, 2006; Carrascosa, Martínez, Furió y Guisasola, 2006; Vilches y Gil, 2007; Guisasola y Morentin, 2007; Adúriz-Bravo, 2009; Adúriz-Bravo, 2010; Astudillo, Rivasosa y Ortiz, 2012; Rivasosa y Astudillo, 2013; Pujalte y Adúriz-Bravo, 2013).

Se apuesta, de este modo, a que el profesorado de ciencias pueda construir una posición argumentada sobre los productos y procesos de la empresa científica, valorar sus alcances y limitaciones e integrar como aspecto central de su práctica de enseñanza una reflexión metacientífica con profundo sentido educativo (Acevedo et al., 2005; Izquierdo y Adúriz-Bravo, 2005, Lemke, 2006; Acevedo, 2008; Adúriz-Bravo, 2010; Astudillo y Rivasosa, 2012; Astudillo et al., 2012).

Como puede advertirse, no nos referimos a la apropiación y transmisión de enfoques puramente epistemológicos. Por supuesto, y tal como sostiene Adúriz-Bravo (2010), estos son claves en la innovación e investigación didáctica, pero —en los sentidos que venimos planteando— enfatizamos la necesidad de anclar la reflexión epistemológica e histórica en el análisis de los contenidos a enseñar y

los problemas específicos que tal enseñanza plantea. Al respecto, la complejidad y las implicancias de diversa índole que hoy poseen los modelos científicos (p. ej., ecología, reproducción, genética) reclaman a los estudiantes de una comprensión también compleja, con abordajes complementarios que combinan el ámbito epistemológico específico y su vinculación sociocultural, tecnológica e histórica (Rivasosa y De Longhi, 2012).

Específicamente, muchos conceptos estructurantes de disciplinas específicas (pensemos por ejemplo en la noción de *ecosistema* propia de la ecología) plantean nexos interdisciplinarios profundos, suponen fuertes implicancias éticas, socioculturales y tecnocientíficas y son marco de nuevas ideas fértiles en otras múltiples disciplinas (biología, educación ambiental, arquitectura, agronomía, etc.) (Barberá y Sendra, 2011). Asimismo, cobra relevancia el estudio de estrategias, fuentes de conocimientos y recursos didácticos que resulten más adecuados para interpelar los nuevos contextos de uso, circulación y disponibilidad del conocimiento científico (periodismo, cine, publicidad, literatura, arte, etc.). Además, resulta fundamental la posibilidad de comprender estos nuevos formatos de comunicación como fuentes de dilemas para la formación del profesorado, en relación con las complejas articulaciones entre producción de conocimiento-información-educación (Rivasosa y De Longhi, 2012).

De allí que consideramos central situar la reflexión metacientífica del profesorado en formación con énfasis en las implicancias culturales, tecnocientíficas, divulgativas y éticas de algunas nociones estructurantes de las ciencias naturales. Creemos que propuestas de este tipo contribuirán a a) una comprensión más profunda e integrada del contenido temático; b) la problematización de la naturaleza de la ciencia como actividad situada en coordenadas sociohistóricas, d) la discusión

de su relevancia en procesos de alfabetización científica y ciudadana, y e) el desarrollo de alternativas de transposición didáctica.

Con la intención de construir algunos criterios que aporten en los sentidos expuestos, el objetivo de este trabajo ha sido indagar con especialistas de diferentes campos —biólogos, profesores de biología, didactas, filósofos y divulgadores— acerca de la dimensiones epistémica, cultural y cognitiva de la noción de evolución biológica, en cuanto campo estructurante de las ciencias biológicas (y naturales) de gran relevancia en el currículo del área.

A la luz de estas consideraciones, el trabajo se ha organizado en cuatro apartados principales. En primer lugar, abordaremos algunas referencias teóricas acerca de por qué la reflexión metacientífica en torno a conceptos estructurantes de las ciencias naturales es un camino fértil para la formación docente. En segundo lugar, argumentaremos acerca del potencial alfabetizador de la noción de evolución en el currículo de ciencias naturales mientras que, en tercer lugar, describiremos la metodología de indagación diseñada. Finalmente, presentaremos una síntesis de los principales resultados de dicha indagación como aportes a la caracterización de la complejidad epistémica, cultural y cognitiva de la noción.

Fundamentos teóricos

Nociones estructurantes, reflexión metacientífica y formación del profesorado

Creemos —tal como hemos anticipado— que el abordaje de conceptos estructurantes de las disciplinas de referencia puede significar un camino fértil en el diseño de alternativas de formación capaces de recuperar un principio de integración de conocimientos didácticos, disciplinares y epistemológicos. Al respecto, reconocemos como principales tres potencialidades:

En primer lugar, pensar una enseñanza basada en la estructura semántica de una disciplina y los modelos explicativos que esta integra aporta al profesorado en formación una concepción compleja de la cognición, según la cual el sistema cognitivo de los individuos es entendido como una red de significados (Giordan y De Vecchi, 1998). Desde esta perspectiva, los conceptos estructurantes serán aquellos cuya construcción transforma o reestructura el sistema cognitivo de quien aprende permitiendo no solo adquirir nuevos conocimientos, sino también organizar los datos de otra manera, transformar los conocimientos anteriores y superar obstáculos epistemológicos (Gagliardi, 1986; Gagliardi y Giordan, 1986; Bermúdez y De Longhi, 2006).

Además, sabemos que —desde una perspectiva histórica— los conceptos estructurantes señalan hitos principales de cambio conceptual en una disciplina. Además, si un concepto sirvió históricamente para superar un obstáculo epistemológico, es razonable asumir que pueda contribuir también a superar los

obstáculos epistemológicos de los estudiantes. Nos referimos a las construcciones personales que caracterizan el pensamiento de sentido común acerca de un amplio conjunto de fenómenos de la naturaleza, contradiciendo o simplificando la explicación erudita de los mismos (González, 2009).

En segundo lugar, abordar el entramado conceptual de una disciplina permite considerar niveles de formulación y argumentación de diferente complejidad. Dichas formulaciones, a modo de hipótesis de progresión, serán las que orienten el diseño de itinerarios flexibles de enseñanza con el objetivo de promover la transición gradual hacia los modelos y lenguajes de la ciencia erudita (Bermúdez y De Longhi, 2006). Este carácter conjetural de la enseñanza enfatiza la dimensión procesual del aprendizaje y las maneras de orientar el cambio de los sistemas cognitivos de los estudiantes. Así, una visión acumulativa y mecánica de la enseñanza es reemplazada por metas de integración progresiva de significados: el énfasis se traslada de los conceptos a las relaciones entre los conceptos y los modelos explicativos que estos acercan (Galagovsky y Adúriz-Bravo, 2001).

Tras esta complejización reside una comprensión fundamental: saber es mucho más que nombrar o designar (Giordan y De Vecchi, 1998). Más que proporcionar al alumnado definiciones conceptuales o fenómenos ya explicados mediante sus lenguajes específicos, se reconoce la necesidad de acercar la manera de mirar que es propia de la disciplina apostando a una motivación generada epistémicamente (Izquierdo y Adúriz-Bravo, 2005).

En tercer lugar, la reflexión metacientífica que aquí proponemos acerca al profesorado en formación algunas alternativas frente a la clásica pregunta de qué enseñar en ciencias naturales, lo que aporta un principio de economía para los contenidos escolares.

De este modo, la selección consistiría en un relevamiento de los conceptos estructurantes de las disciplinas científicas, adaptados a su máxima profundidad según cada situación de enseñanza y aprendizaje (Galagovsky y Adúriz-Bravo, 2001; García, 2005; Bermúdez y De Longhi, 2006). Los conceptos estructurantes no serán, entonces, nuevos temas en un programa, sino objetivos generales que apuntan a la construcción de conocimientos articulados en modelos explicativos significativos para los estudiantes. Tal como sostiene García (2005), la relevancia y significatividad de estos modelos dependerán de su conexión con “fenómenos familiares sobre los que los estudiantes puedan pensar, hablar y actuar”. El objetivo último de la enseñanza será, entonces, promover la construcción de sentido respecto de los hechos del mundo “utilizando modelos cada vez más complejos” (García, 2005, p. 5).

En síntesis, creemos que un enfoque de la enseñanza basado en nociones estructurantes permite contemplar diferentes planos de generalidad y concreción, reuniendo principios didácticos, supuestos epistemológicos generales y alternativas prácticas específicas. En el marco de estas consideraciones, hemos dirigido nuestros esfuerzos al desarrollo y validación de propuestas de formación docente dirigidas especialmente a futuros profesores de ciencias biológicas, y contextualizados en nociones estructurantes de la disciplina. De allí nuestro interés en actualizar argumentos respecto de la selección, conceptualización y problematización de nociones complejas de la biología.

Evolución: una noción compleja de gran impregnación cultural

Teniendo en mente las consideraciones expuestas, un conjunto de indagaciones bibliográficas y consultas con especialistas nos condujo

a optar por la noción de *evolución* en cuanto construcción que ha revolucionado el pensamiento en el campo de la biología contando hoy con gran proyección tecnológico-social y especial relevancia para la alfabetización científica de las nuevas generaciones (Astudillo Rivarosa y Adúriz-Bravo, en prensa⁴).

Más específicamente, la literatura de investigación coincide en señalar la centralidad del modelo evolutivo en la enseñanza de la biología (Fernández y Sanjosé, 2007; Hernández, Álvarez y Gutiérrez, 2009; Gandará, Gil y Sanmartí, 2002; Maroto, 2004; González, Adúriz-Bravo y Meinardi, 2005; González, Revel y Meinardi, 2008; Polop, 2009; Galotti, 2009; González, 2009), esgrimiendo al respecto razones de tres tipos.

Un primer conjunto de argumentos alude al poder estructurador e integrador del modelo evolutivo respecto de los conceptos de la disciplina y del currículo escolar de ciencias naturales. Este emerge como eje transversal y vertebrador de todos los modos y niveles de la organización biológica, ofreciendo un principio de estructuración a la diversidad de organismos, las diferencias y semejanzas entre sus distintas clases, las pautas de distribución y comportamiento, las interacciones y las adaptaciones.

Un segundo conjunto de argumentos, estrechamente relacionados con los anteriores, señalan el poder explicativo del modelo respecto de cualquier hecho biológico. Se argumenta la potencialidad de los postulados de la evolución en la comprensión de las denominadas causas últimas de los sistemas biológicos, permitiendo así construir una visión histórica de los mismos y mostrar la vida y su diversidad de una manera más compleja y sistémica.

Finalmente, un tercer grupo de razones enfatizan las implicancias socioculturales, filosóficas, ideológicas y políticas del modelo evolutivo, señalando cómo ha revolucionado la visión moderna sobre el mundo y el lugar del hombre en él. Además, se alude a la transformación intelectual que ha implicado en distintos campos de la ciencia y la cultura (biología, historia, sociología, antropología, filosofía, educación, política) y las posibilidades que ofrece en el abordaje de algunas preguntas existenciales: ¿de dónde venimos?, ¿dónde surgió la vida?, ¿cómo se desarrolló?, ¿cuál es el origen del hombre?, ¿cuáles son las raíces de la conducta humana?, etc. Asimismo, su significación facilita tomar posiciones frente a los dilemas éticos de los actuales desarrollos biotecnológicos.

En otras palabras, se trata de una noción que no solo es estructurante de la biología como disciplina, sino que, además, interpela múltiples disciplinas y los ámbitos más variados del pensamiento y la acción humana. Tal es su impregnación cultural que cotidianamente vemos cómo la publicidad, el cine, la literatura de ciencia ficción, el humor gráfico, los cómics, incluso grafitis u otras manifestaciones de la cultura aluden explícita o implícitamente al modelo evolutivo de explicación

del mundo natural y, de algún modo, revelan cómo circula la noción de evolución entre el público no especializado. Dada la accesibilidad de estas producciones, así como el auge de la cultura de los medios audiovisuales (especialmente Internet), los sentidos, valores, imágenes e interpretaciones que estas producciones acercan de alguna manera retroalimentan la comprensión popular acerca de los planteamientos más difundidos de la teoría. En este sentido, consideramos que la circulación popular de la noción de evolución (como otras: gen, célula, ecosistema, metabolismo, biodiversidad) define un ámbito de problemas específico de la enseñanza y la divulgación que reclama de una interpelación profunda y especializada, con hondo sentido educativo y formador.

Metodología

Tal como anticipamos, hemos desarrollado una serie de entrevistas a especialistas que, como referentes de diferentes campos de conocimiento, pudieran ofrecernos perspectivas complementarias acerca de estas dimensiones epistémica, cultural y cognitiva de la noción de evolución. Específicamente, se realizaron 12 entrevistas en profundidad con biólogos, didactas de las ciencias, filósofos de la ciencia, divulgadores científicos y profesores de biología que se desempeñan como docentes e investigadores en diferentes universidades de Argentina (Universidad de Buenos Aires, UBA, Universidad Nacional de Córdoba, UNC, y Universidad Nacional de Río Cuarto, UNRC), quienes fueron propuestos por la pertinencia de sus áreas de especialidad en relación con los objetivos de este trabajo, su disposición a participar de la iniciativa y su conveniente accesibilidad y proximidad para ser entrevistados. Los encuentros se desarrollaron de manera presencial, contando con una duración aproximada de una hora por entrevista y el registro

magnetofónico completo. Cada entrevista fue realizada por dos de los autores de este trabajo, a los efectos de enriquecer las perspectivas conceptuales introducidas en la conversación.

La conversación con los especialistas se focalizó en un conjunto de materiales escritos y gráficos especialmente seleccionados y que circulan en la web en espacios de diferente naturaleza (blogs, sitios comerciales, periódicos en línea, revistas especializadas, entre otros). Se trata de producciones elaboradas con diversos fines, destinatarios, contextos y formatos (publicidades, humor gráfico, grafitis, etc.), pero en todos los casos aluden explícita o implícitamente a la noción de evolución y, de algún modo, revelan cómo la misma circula entre el público no especializado. Tras una amplia tarea de búsqueda, la selección final procuró priorizar los materiales que, a nuestro criterio, a) fueran representativos de múltiples sentidos sobre la noción de evolución, b) abordaran de algún modo su impregnación cultural o c) recrearan algunos de los obstáculos epistemológicos que dan cuenta de la complejidad cognitiva de la noción. Los materiales fueron impresos a color en tamaño A3 y papel fotográfico, plastificado para su mejor manipulación en el ámbito de la entrevista.

Sintéticamente, los materiales seleccionados (38 en total) pueden agruparse —según su contenido— del siguiente modo: a) materiales que revelan un patrón gráfico compartido alusivo a la idea de evolución; b) producciones donde la figura o el nombre de Charles Darwin aparece especialmente destacado; c) materiales que, apelando a la idea de evolución, introducen la reflexión ética, la discusión de problemáticas ambientales/culturales o el análisis de las consecuencias de la acción humana en la naturaleza, y d) frases breves que, formuladas desde diversos ámbitos (medicina, psicología, literatura, etc.), incorporan la idea de evolución.

Resultados de la indagación y discusión

A continuación, se desarrollan los principales aportes recogidos a través de las entrevistas.

Algunas ideas sobre la ciencia y los científicos

El ícono de la falsa controversia

En primer lugar, las entrevistas han permitido discutir y actualizar algunas ideas acerca de la ciencia y los científicos a partir de problematizar la circulación popular de la figura de Charles Darwin. Algunos entrevistados se enfocan en la figura 1, valoran su potencialidad como representación de la naturaleza revolucionaria del paradigma evolutivo. Se señalan, al respecto, tres sentidos básicos: a) en la ciencia, b) en la reflexión filosófica acerca del lugar del hombre en el mundo y c) como ruptura con una cosmovisión creacionista sustentada como dogma teológico.

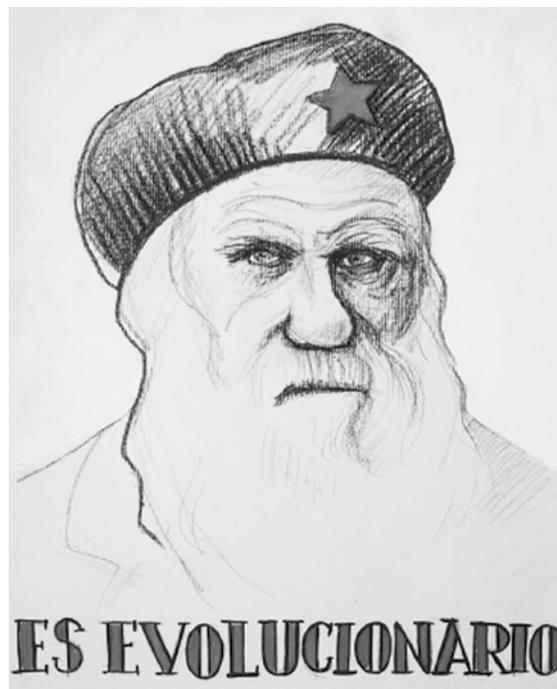


Figura 1. Caricatura de Charles Darwin

Fuente: Sergio Villar, 2017.

Asimismo, los entrevistados reconocen un conjunto de construcciones ampliamente extendidas y que son advertidas también en otras representaciones donde Darwin se erige en ícono de la controversia ciencia-religión, incurriendo en omisiones contextuales y simplificaciones distorsionantes. En una de las representaciones sobre un tablero de ajedrez Darwin y Dios se disputan la partida.

En este caso, la representación se focaliza en una disputa que se reduce a un enfrentamiento personal, donde la responsabilidad y posibilidad de resolución estaría en mano de los contrincantes; se desconoce de este modo, la naturaleza de una controversia que solo puede entenderse en su contexto histórico e ideológico. Al respecto, se señalan algunos mitos o falacias que subyacen a este tipo de representación: a) Darwin avanzó *contra* la religión de manera intencional, b) ciencia y religión pueden dialogar en los mismos términos o c) ser evolucionista es igual a ser ateo.

Al respecto, algunos entrevistados señalan que la modernidad ha avanzado en la distinción entre los ámbitos público y privado, tensionando el conflicto entre explicaciones científicas y creencias religiosas. Por tanto, llama la atención la extensión de la imagen de Darwin confrontado con la idea de Dios o la esfera de la religión. Se podría suponer que tras esta popularización se encubre una intención de polemizar o situar al evolucionismo en términos de *ataque* a la creencia.

Este tipo de representaciones traducirían, además, un componente de intolerancia por parte de sectores que actúan como voceros de la prepotencia. En este sentido, los entrevistados cuestionan la potencialidad constructiva que tienen estas imágenes (ver figura 2). Se propone una mirada crítica sobre ellas advirtiendo contra la idea de que la ciencia avanza destructivamente sobre cualquier tipo de manifestación espiritual. Del mismo modo, se propone la problematización del clásico antagonismo evolucionismo-creacionismo que, generando un endurecimiento de posiciones, termina por volver muy llano el debate epistemológico.

Respecto del uso de estas imágenes como recurso didáctico en clases de ciencias las posiciones de los entrevistados son disímiles entre sí. Por una parte, algunos evitarían usarlas, para no provocar susceptibilidades o dar lugar a reacciones adversas por parte del alumnado. Otros, en cambio, reconocen un potencial provocador, capaz de movilizar el dilema y desarrollar contenidos históricos o epistemológicos interesantes y valiosos.



Figura 2. El pez de Darwin

Fuente: Suomi, 2015.

La figura 1, referida al inicio de este apartado, es problematizada ahora en un segundo sentido. Desde una perspectiva histórica, se discute la pertinencia de una simbología marxista en la caricaturización de Darwin a partir de reconocerlo como representante claro de la Inglaterra victoriana. Al respecto, los entrevistados señalan que el sentido revolucionario de su producción científica se complementa con un conservadurismo político-ideológico al que habría sido funcional incluso en su producción literaria. De todos modos, esta caricaturización de contenido ideológico no sería casual ya que se reconoce, por ejemplo, que cierto movimiento anarquista del siglo xx retoma los planteamientos de la teoría de la evolución revirtiendo la interpretación propuesta por el llamado darwinismo social.

La doble demonización del disenso

Como hemos señalado, la figura de Darwin suele asociarse a antagonismos, confrontaciones o fracturas (volver sobre figura 2). Quienes se definen como antagónicos a la teoría de la evolución podrían elegir este tipo de representaciones con la intención de instituir el disenso como signo de debilidad. Incluso entre científicos a veces se niega la posibilidad de desacuerdos por temor de que allí se señale una debilidad de la empresa científica. En ambos casos habría un desconocimiento de la discusión entre pares como inherente a la práctica científica o de cualquier práctica de producción de conocimiento.

En esta misma línea se analizan críticamente propuestas educativas que omiten el abordaje en profundidad de los diversos modelos explicativos previos a Darwin o lo hacen desde una perspectiva de denostación. De esta manera, consideramos que a) se limitan las posibilidades de cuestionar los obstáculos epistemológicos sobre la teoría evolutiva a lo largo de la historia, b) se reducen las posibilidades de comprender y abordar los obstáculos de comprensión de los aprendizajes de los estudiantes, y c) se incurre en una nueva negación del error y el disenso que dificulta pensar el progreso del conocimiento en términos de encuentros, rupturas, reformulaciones, recapitulaciones, etc.

La ciencia: verdad y rigor

A partir de la reflexión promovida en la entrevista, algunos especialistas coinciden en señalar que se ha popularizado la idea de que la ciencia es la fuente de la verdad absoluta acerca del universo y que, por ende, los científicos son los dueños de esa verdad. Esta imagen se señala como fuente de un conjunto de omisiones: a) la naturaleza inacabada del conocimiento científico; b) el componente de incertidumbre que atraviesa a la actividad científica; c) los límites y los alcances de la ciencia como construcción humana.

Esta visión de ciencia-verdad es coherente con la imagen del científico neutro, objetivo, capaz de abstraerse de las pasiones para lograr ser un espejo de la realidad. Desde esta concepción, el hombre de ciencias, dueño de la verdad, abstraído

de intereses o afectos, es quien puede aportar un conocimiento inequívoco en procesos de decisión. Es poseedor de un discurso autorizado o legitimado, en cuanto la verdad acerca del mundo le ha sido revelada. Enfatizando esta preocupación se destaca además el lugar atribuido al científico como mediador entre determinados desarrollos biotecnológicos y otras posiciones, creencias o prácticas sociales. Se advierte así respecto de representaciones que no hacen sino reforzar la idea del científico neutro, como el único con autoridad de formular los juicios que median en asuntos de fuerte controversia en la actualidad.

Por otra parte, algunos entrevistados hallan en la figura 3 un conjunto de bondades que permitirían dar cuenta del carácter laborioso y monumental del trabajo del científico (o, al menos, de este científico en particular). La figura que retrata a Darwin anciano y lector sobre una tortuga gigante, funcionaría como metáfora de amplias lecturas, largos viajes, muchos años de trabajo, innumerables observaciones y el costoso proceso de construir un marco explicativo que pudiera reunir esta labor.



Figura 3. Charles Darwin por Quentin Blake

Fuente: Edkins, 2009.

Esta imagen se opondría de alguna manera a la idea del genio que súbitamente descubre y revoluciona un campo de conocimientos

proponiendo, más bien, la imagen de un sujeto capaz de hacer una tarea muy esforzada, ardua y laboriosa. En relación con ello, se reconoce la extendida imagen del científico apasionado y completamente absorbido por su trabajo. Por otra parte, y desde otra perspectiva, la figura 3 tendría la bondad de aludir a una serie de elementos característicos de la actividad científica: a) una tarea de estudio, observación, registro, recolección de evidencia; b) la ciencia entendida como producto de la mente humana, y c) una actividad definida como experiencia situada en un contexto espacial y temporal determinado.

Ciencia peligrosa

La imagen de ciencia peligrosa es reconocida por los especialistas en representaciones donde lo *evolutivo* alude a una tecnología descontrolada que reclama la aplicación de un principio de precaución. Lejos de asumir una posición apocalíptica, este tipo de representaciones permite discutir más profundamente acerca de los procesos de macro y micro evolución, así como los riesgos de los procesos de manipulación biotecnológica.

La popularización de esta imagen de ciencia peligrosa habría desplazado la visión del científico *benefactor* abocado a hallar soluciones que mejoren la calidad de vida de las personas. La figura que emerge sería más bien la de un científico manipulador que puede conducir a desarrollos tecnológicos o biotecnológicos riesgosos, portador de un poder que nos trasciende como ciudadanos. El riesgo de estas representaciones reside en proponer una desconfianza *per se* respecto del progreso científico y tecnológico generalizando las implicancias negativas que puede suponer para, por ejemplo, la conservación de la biodiversidad o la salud humana. Estos casos suelen acompañarse de una añoranza

de momentos precivilizatorios negando los niveles de impacto que determinadas prácticas humanas ancestrales también han tenido sobre los ambientes naturales.

En este sentido, se reclama una perspectiva histórica capaz de iluminar la interpretación crítica del progreso científico y tecnológico, que interpele posicionamientos mediáticos fundamentalistas que, instalando el descrédito y la desconfianza, dificultan una discusión sensata y profunda.

Aportes sobre las maneras de entender la naturaleza

El sujeto naturaleza

En términos generales, los entrevistados reconocen en algunos de los materiales analizados una visión antropomórfica de la naturaleza desde la cual se despliega una imagen volitiva e intencionada. Respecto de la circulación popular de la noción de evolución, se reconoce como muy potente el clásico obstáculo del lamarckismo intuitivo que conduce a interpretar los cambios en los organismos como esfuerzos deliberados de ajuste al medio. Estas representaciones resultan muy frecuentes en el pensamiento espontáneo de los estudiantes y en los libros de texto escolares.

Esta interpretación se reconoce en imágenes de fuerte circulación popular: “naturaleza creativa”, “madre naturaleza”, “padre tiempo”, “hipótesis Gaia”, “Pachamama”. Se trata de analogías que no serían condenables *a priori* ya que facilitan la comprensión o problematización de determinados fenómenos, pero que, desde el punto de vista educativo-didáctico, requieren de un análisis en profundidad. En este sentido, se sugiere desarmar la analogía o el lenguaje analógico que habitualmente se emplea en la enseñanza de la biología, reconociendo allí tanto posibilidades como limitaciones.

El hombre mono

Otra idea popularizada en torno a la noción de evolución —y como ícono del aporte de Charles Darwin— es la de que el hombre, tal como hoy lo conocemos, desciende de los chimpancés (figura 4). En principio, esta comprensión básica es valorada positivamente en cuanto ha permitido reconocer al hombre como un animal más entre otros y romper con la concepción de hombre como creación divina o que existe como tal desde el inicio de los tiempos. Algunos entrevistados dudan acerca de que esta idea esté realmente incorporada entre el público no especialista, aunque sí es innegable la circulación popular de imágenes que aluden a ella.

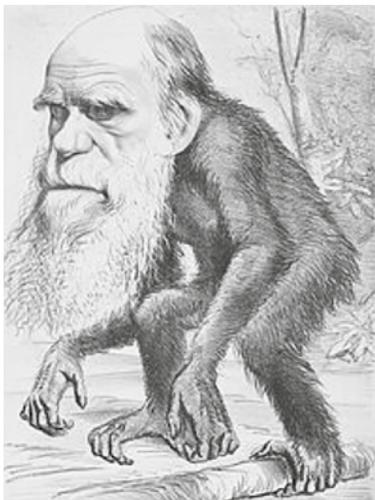


Figura 4. A venerable Orang-outang

Fuente: *The Hornet*, 1871.

Otras lecturas reconocen en esta misma imagen un error ampliamente extendido que propone la descendencia en términos de progresión lineal y directa, obstaculizando la comprensión dinámica de un árbol evolutivo, capaz de admitir que los monos o chimpancés continúan en una rama paralela a la de la especie humana. En principio, la generalizada expresión “el hombre desciende del mono” resultaría más o menos accesible o aceptable al imaginario popular dadas las similitudes morfológicas entre ambos. En este sentido, su popularización podría estar dando cuenta de la

dificultad de comprender y aceptar la relación de descendencia con otros ancestros como, por ejemplo, organismos unicelulares. Al respecto, la persistencia de visiones creacionistas podría ser una razón más de esta dificultad.

La lupa del hombre o el hombre en la lupa

Desde un uso popular, las palabras que refieren a procesos de cambio en la naturaleza (adaptación, mutación, evolución) son generalmente cargadas de sistemas de valores, con interpretaciones que culturalmente se podrían simplificar como *mejor* o *peor*. Desde allí, evolución se significa como sinónimo de progreso, avance hacia la perfección o mejora en función de un modelo predefinido. En este marco de significados, el hombre se erige como cumbre del proceso evolutivo. Esta misma interpretación se vincula a los cambios producidos por prácticas humanas, en donde la evolución biológica pasa a ser una metáfora de cambios culturales (figura 5). Una clara muestra de ello es la idea de involución, que en el seno de la biología no existe, pero ha sido creada para dar cuenta de los cambios que no cumplen con determinada expectativa: lo que desde esta perspectiva antropocéntrica definiríamos como anomalía, error, retraso.

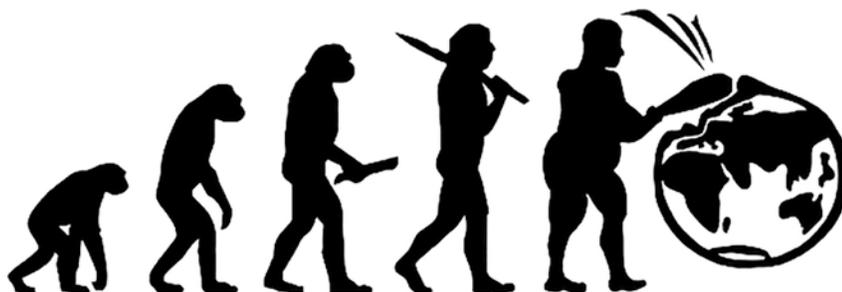


Figura 5. Representación sobre la evolución del hombre

Fuente: Maitre, 2017.

Esta identificación entre evolución natural-evolución cultural es empleada para instalar las más variadas discusiones acerca de los cambios que han ocurrido en la humanidad a lo largo de la historia.

Estamos haciendo referencia al pensamiento antropocéntrico como clásico obstáculo en la comprensión de la evolución biológica. Se trata de una construcción que revelaría la resistencia a aceptar otro de los aportes centrales de la teoría de la evolución: no solo la destitución del hombre como cumbre de la evolución, sino también la noción de incertidumbre, cambio permanente, caos y complejidad de un mundo natural que reduce o relativiza las posibilidades del control humano. Es, en definitiva, la resistencia a aceptar que el mundo se rige por principios que nos trascienden y reconocer que no es posible leer el mundo en clave de lo que somos, queremos y buscamos como seres sociales y culturales. Estrechamente ligada a las valoraciones anteriores cabe destacar la generalización de una visión reduccionista de lo humano según la cual solo cuentan los atributos de europeo, adulto, masculino y esbelto. Se señala, además, la ausencia del género femenino en las representaciones acerca de la evolución humana.

A dónde va la naturaleza

Los especialistas también advierten que los patrones iconográficos analizados aluden a la noción de evolución y emplean mayoritariamente una imagen de unidireccionalidad (figura 6) que —como consecuencia— niega la idea de diversificación. La línea recta reemplaza al ícono del árbol con múltiples ramas que resultaría una analogía más feliz. Complementariamente se reconoce una segunda omisión: la de la variabilidad como requisito o condición de posibilidad del cambio evolutivo. De este modo, los principios de direccionalidad, linealidad y teleología rigen el pensamiento de sentido común en la interpretación de los procesos de cambio.

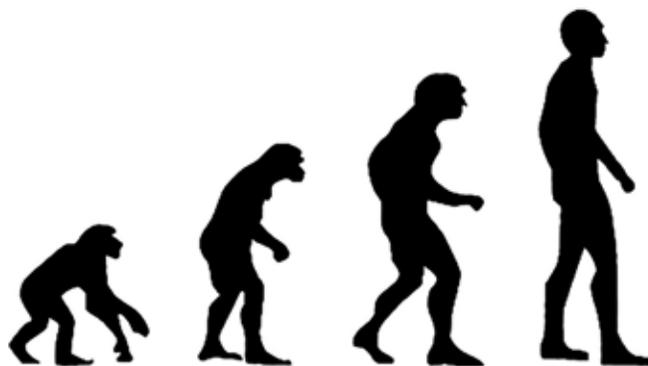


Figura 6. Representación típica de la evolución humana

Fuente: Pereyra, 2017.

Además, las representaciones más difundidas parecen aludir a un proceso de cambio que ha tenido su fin en el momento actual. Quedaría por fuera de la representación popular la idea de evolución continua y la proyección de futuros e inevitables cambios (entre los que cabría incluir el fenómeno de la extinción). Estas consideraciones señalan el valor de una perspectiva proyectiva y retrospectiva que permita reconocer tanto fenómenos de diversificación como de extinción.

Podría inferirse cierta resistencia a reconocer que no es posible predecir o proyectar hacia dónde vamos. Quizás preferimos — porque conforma y reconforta— la idea de que simplemente estamos avanzando en línea recta hacia un lugar mejor. Este tipo de representaciones populares no solo dificultarían la comprensión, sino también la aceptación de la teoría. Aceptar la teoría supone asumir que los seres humanos somos una circunstancia que podría no haber ocurrido, lo cual nos sitúa en un universo gobernado por una dinámica incierta. Es interesante retomar aquí la expresión de la figura 7: “El hombre no es más que un gusano”, que parece estar proponiendo no solo una alternativa a la linealidad, sino también la negación de un lugar especial o de privilegio otorgado al hombre. Se reconoce aquí un aporte de la teoría que trasciende cualquier posicionamiento religioso o sistema de creencias. Este alcance permite relativizar la percepción general de que el evolucionismo es una amenaza o ataque directo al cristianismo, tal como se ha discutido precedentemente.



Figura 7. Antigua caricatura de Charles Darwin

El autor se desconoce. Esta caricatura de la teoría de Darwin se publicó en el almanaque *Punch* de 1882, a fines de 1881, cuando Charles Darwin había publicado recientemente su último libro, *La formación del moho vegetal a través de la acción de Worms*.

Fuente: Wikimedia Commons, 2018.

Por otra parte, y aun reconociendo los problemas tras la asociación evolución-progreso, no sería absolutamente incorrecto emplear la idea de lo mejor siempre y cuando se haga referencia a un concepto relativo y dinámico. No habría un “mejor” absoluto o definido *a priori*, pero sí sería posible identificar a organismos que, en un momento determinado, se encuentran más ajustados o adaptados a su ambiente. De la misma manera, algunos científicos aceptarían la idea de evolución hacia la complejidad en un análisis macro del proceso evolutivo, aunque se plantea nuevamente el problema de definir qué significa exactamente “mayor complejidad” o en qué sentido es viable esta expresión en el seno de la teoría o la disciplina.

De monstruos y catástrofes

Las representaciones populares de los cambios en los organismos suelen referir a transformaciones drásticas y rápidas que se producirían de manera catastrófica dando lugar a las más sorprendentes mutaciones. Este tipo de construcción da cuenta de una nueva serie de omisiones: a) los procesos que ocurren a nivel de genes (centrismo en los cambios fenotípicos a escala del mesocosmos), b) las condiciones que hacen posible o restringen la manifestación de un cambio (vinculado con la ausencia de pensamiento probabilístico), c) los caracteres que se heredan y los que no (vinculado a la hipótesis del uso y el desuso), d) las mutaciones neutras, es decir, las que no poseen manifestación fenotípica o que no pueden ser valoradas como ventajosas o desventajosas (mirada antropocéntrica), e) las condiciones temporales (los cambios entendidos en términos de tiempo geológico).

La opción por este tipo de relatos o representaciones da cuenta de las dificultades que supone pensar en términos de genes, moléculas, proteínas, etc. Incluso, se trata de imágenes que pueden reconocerse en la historia misma del evolucionismo: previas al *Origen de las especies*, sostenidas por el mismo Darwin o cobrando vigor en momentos de declinación de la propuesta darwiniana. La persistencia de dichas imágenes se explica por la ausencia de los conocimientos con que hoy contamos en el campo de la genética.

Estamos ante el clásico ícono del mutante, eje temático de la ciencia ficción del siglo xx. Un ícono que actualiza el pensamiento de sentido común que hemos descrito y atiende a objetivos de entretenimiento y espectacularidad. De todos modos, el mismo ícono permite introducir algunas revisiones actuales en el seno de la biología.

En este sentido, la reflexión o discusión sobre la comprensión popular de determinados fenómenos o su recreación ficcional también iría cambiando a medida que progresa el conocimiento científico en determinados campos de conocimiento. La evaluación de la plausibilidad de las anticipaciones tecnológicas incluidas en las creaciones de ciencia-ficción contaría así con nuevas herramientas de interpretación.

¿Autoevolucionadores?

Las representaciones populares que aluden a evolución, adaptación o cambios en los organismos ameritan aún otra distinción: diferenciar entre evolución natural y los cambios que induce el hombre a partir del desarrollo tecnológico o la manipulación de los ambientes naturales con consecuencias positivas o negativas en el corto, mediano o largo plazo.

Nuevamente aquí se muestra que todo lo natural es significado como bueno y todo lo artificial o no natural como malo. Ello conduce al temor exacerbado respecto de, por ejemplo, los organismos transgénicos. Estos se interpretan

como máxima expresión de la manipulación del hombre sobre la naturaleza. Tocar directamente el gen sería como jugar a ser Dios, desafiar a Dios, trascender los límites de lo permitido y violar las leyes de la naturaleza. Así, desde la disociación hombre-naturaleza nos reconocemos como responsables de la autodestrucción.

Preocupa aún más cuando estas posiciones derraman en planteamientos misantrópicos que sintetizan un desprecio por lo humano, empleando metáforas que hablan del hombre como responsable o la humanidad como una plaga o cáncer que se expande por el mundo como en las siguientes expresiones:

Hemos llegado al punto de la historia biológica donde somos ya responsables de nuestra propia evolución: nos hemos convertido en autoevolucionadores. (Maslow, 1991, p. 48).

A veces pienso que somos una especie de plaga. Lo destruimos todo tan bien que a veces pienso que ésa es nuestra función. Quizá de vez en cuando surge en la historia del planeta una especie que aniquila a todas las demás y permite así que la evolución pase a su siguiente etapa. (Crichton, 1996, p. 304).

Por otra parte, las manifestaciones que sitúan al ser humano como responsable o creador de la propia evolución o del propio ambiente se estarían asumiendo como único mecanismo evolutivo a la selección natural, reduccionismo que implica a) el desconocimiento de otros mecanismos, como la deriva o el azar, que relativizan las posibilidades de control de los procesos de cambios naturales; b) la imposibilidad de pensar en incertidumbres, posibilidades y probabilidades, y c) el desconocimiento del carácter situado del proceso mismo de selección natural (no existiría una única selección natural).

Asimismo, si bien este tipo de producciones reproducen la preocupación por la responsabilidad del ser humano en relación con su ambiente, continúan situándolo en una posición de dominio o superioridad respecto de un medio que estaría a su servicio. Esta hipótesis del *dominio* y la *omnipotencia* desconoce la complejidad del tejido de la vida en cada momento. Se erige, además, como el argumento-promesa que está detrás de muchas ofertas tecnológicas sostenidas en una concepción de privatización del conocimiento.

Tras estas ideas, se desconocería que también los otros organismos, en cierta manera y medida, crean su propio ambiente y sus propias presiones selectivas. Aun reconociendo que manipulamos nuestro ambiente, seguramente no lo hacemos hacia donde deseamos, dado su dinamismo y complejidad. Así se expresa en otros espacios divulgativos o educativos (zoológicos y museos, entre otros) en donde los individuos se representan sin alusión a su ambiente o disociados de él. Este tipo de circulación limita la posibilidad de reconocer interacciones o interdependencias, tanto a escala local como global.

Esta idea se refuerza con la proliferación de representaciones de individuos aislados. Generalmente, se omite la alusión a poblaciones e interacciones entre individuos, lo que resulta aún previo a la construcción de una mirada ecosistémica. De allí la necesidad, desde una perspectiva educativa, de otorgar centralidad a la construcción del pensamiento poblacional y la idea de descendencia con modificación. Ambos son conceptos que trascienden el aquí y ahora del individuo y permiten discriminar los cambios que sí pueden ubicarse en términos de cambios evolutivos.

De este modo, vemos que tras una misma expresión anida la advertencia o la mirada

crítica del hombre sobre el hombre como refuerzo del pensamiento antropocéntrico que se viene interpelando.

El misterioso mundo microscópico

Entre las representaciones populares más extendidas acerca del mundo natural se destaca una concepción mágica del gen. Desde el desconocimiento generalizado de los procesos que ocurren a nivel de genes, estos se representan como las entidades internas que mágicamente determinan nuestras características más visibles. Complementariamente, suele prevalecer al respecto una perspectiva rígida o conservadora sobre la noción: si bien el gen admitiría mutaciones, comúnmente se asocia a una condición estable que determina consecuencias, ya sea positivas o negativas, para el individuo.

Ese mismo desconocimiento determinaría, además, temores a veces infundados que asocian, por ejemplo, alimentos transgénicos con mutaciones peligrosas o indeseadas. Al respecto se observa la escasez de producciones divulgativas de fácil acceso que permitan al ciudadano común una comprensión más adecuada de la noción y los fenómenos de los que da cuenta. De todos modos, se reconocen las dificultades que son inherentes al abordaje del concepto de gen aun en ámbitos especializados.

En esta misma línea, se señala que la comprensión popular acerca el mundo microscópico suele incluir la idea de misteriosos u ocultos peligros. Estos irían en ascenso y multiplicación escapando a nuestras posibilidades de control. De alguna manera, aunque no explícita, podría leerse entre líneas el reconocimiento de que ya no es tan claro o absoluto nuestro lugar de dominio sobre la naturaleza.

Aportes acerca de la circulación popular de conceptos científicos

Un ícono con prensa

En la comunicación popular de ideas científicas algunas imágenes se erigen como íconos de síntesis. Es el caso de la figura de Charles Darwin como sinónimo de evolución sintetizada en la idea de cambio en los organismos a través del tiempo. La síntesis así representada merece, al menos, dos advertencias. En primer lugar, se señala una disolución de la historia: la identificación Darwin = evolución desconoce los antecedentes, conocimientos y personas que precedieron a Darwin y participaron en la construcción de ese mismo enunciado. Al respecto, se señala el valor de conocer las ideas que ya existían sobre el transformismo a mediados del siglo XIX como sustrato para la emergencia de ideas más refinadas. Del mismo modo, la citada identificación disuelve la historia posterior de revisiones, reformulaciones y nuevas síntesis.

Asociada a ello se encuentra extendida la identificación Darwin = selección natural. En este sentido, se ha popularizado a la selección natural como único mecanismo evolutivo, negando versiones críticas, tanto previas como posteriores. De alguna manera, parecería que se desconoce la naturaleza propia de los procesos de construcción de las ideas científicas, enfatizando la imagen de científicos iluminados que súbitamente revolucionan el mundo de las ideas con formulaciones absolutamente originales. Asimismo, la citada identificación diluye también la actual convivencia de explicaciones diferentes y complementarias acerca de cómo ocurre el proceso evolutivo. De hecho, en ámbitos escolares se desconocen las revisiones post-Darwin e, incluso, la revitalización de algunos aspectos de formulaciones previas. Se trata de un conocimiento que aún no ha

sido textualizado con fines educativos o de trasposición. Existe allí una deuda que alcanza el plano de la formación docente de futuros profesores y educadores en ejercicio y que no sería exclusiva de la noción de evolución.

Por otra parte, la popularización de la imagen de Darwin también termina por diluir a la persona y su subjetividad, con sus profundas e íntimas vivencias, conflictos internos, temores, etc. En este sentido, las imágenes más extendidas terminan por entronizar a la persona en el personaje (figura 8). Así, la figura de Darwin como representativa de controversias múltiples parece convertirse en un ícono con especial potencia emocional y publicitaria. De allí, nuevamente, el valor educativo y divulgativo de relatos o narrativas biográficas que restituyen el carácter histórico y humano de la empresa científica.



Figura 8. Diseño de tatuaje con caricatura de Darwin

Fuente: Komender, 2008.

Ciencia expropiada

Muchas ideas científicas han sido objeto de reinterpretaciones o extrapolaciones erróneas, explicitadas en determinados ámbitos y momentos históricos, que se reproducen y popularizan con la intención de abonar determinada ideología. En la búsqueda de razones creíbles para ciertas posiciones ideológicas el conocimiento científico emerge como candidato principal. Las leyes de la naturaleza se convierten así en el mejor argumento de lo incuestionable y lo inevitable. En este plano de construcción comunicativa, el saber profundo se relega cediendo terreno a argumentos lineales y de impacto. Por ejemplo, se asocia la figura de Darwin con el principio de la sobrevivencia del más apto o la lucha por la existencia, definido desde una posición antropocéntrica que extrapola el enunciado en la comprensión o interpretación de determinadas prácticas sociales. Son interpretaciones que tienen origen en la segunda mitad del siglo XIX, en el seno de un movimiento ideológico según el cual habría poblaciones más adaptadas que otras y por ende superiores, argumento histórico del dominio, la explotación o la masacre. Estaríamos, en este caso, ante un movimiento ideológico que procura naturalizar el liberalismo, revelando nuevamente una posición antropocéntrica.

Aún más, se advierte una apropiación de conceptos tomados del corpus de la teoría por académicos que no son biólogos, pero que las emplean, incluso haciendo referencia a procesos naturales, para defender con un corte academi-cista un concepto o una posición. De allí la importancia, en el plano educativo, de recuperar estas expresiones, diferenciar los sentidos semánticos/ideológicos que pueden adoptarse en contextos disciplinares diversos y, problematizar errores de significación. La difusión descontextualizada de textos sin contextos históricos, de fuertes enfrentamientos teóricos provocadores, emergen hoy como argumentos para defender posturas creacionistas o de diseño inteligente. En síntesis, estamos ante la circulación popular de un saber que termina maniatado a extrapolaciones erróneas que han sido el *ojo de la tormenta* en otros momentos y continúan siendo el blanco de diversidad de controversias en ámbitos diversos.

Se reclama en este sentido una reflexión crítica sobre el significado absoluto asignado a las bases biológicas del comportamiento humano que, si bien pueden explicar, en parte, comportamientos agresivos o egoístas en el ser humano, ello no significa negar las conquistas culturales que median en el establecimiento de límites a la conducta social. El lenguaje científico es a veces apropiado por ámbitos diversos y, sin que medie explicitación alguna, se emplea para sostener posicionamientos ideológicos o intereses de poder. Cuando no se explicitan argumentos desde distintas miradas —periodistas, funcionarios, empresarios, pensadores— se limita la comprensión y la interpretación queda librada al sentido común, prejuicios, temores. De allí el valor educativo de una mirada crítica sobre los medios de circulación masiva y sus mensajes.

Circulación masiva y sentido común

No podría afirmarse con certeza que la circulación popular de la noción de evolución instala o promueve el pensamiento de sentido común (antropocentrismo, teleología, linealidad, direccionalidad, idea de progreso). Quizás más adecuado sea proponer que las producciones de circulación masiva recogen o reproducen este tipo de pensamiento y desde allí contribuyen a su refuerzo o amplificación. Lo cierto es que las producciones que se han interpelado antes transmiten imágenes e interpretaciones propias de un pensamiento de sentido común que existe independientemente de ellas. Los medios apelarían, entonces, a formas de pensar que son inherentes a la cognición humana y que, por ende, sintonizan con nuestra intuición.

En el caso de la publicidad, por ejemplo, las intenciones del creador se alejan mucho de un ideal de corrección. En general, no hay reflexión en ese sentido y se privilegian los objetivos del impacto, la seducción, la persuasión. De todos modos, es claro que los significados que allí se cuelan no serían productos del azar, sino una muestra de las representaciones que caracterizan el pensamiento de sentido común acerca del mundo natural.

Por otra parte, enfatizando las diferencias con la comunicación escolar del conocimiento científico, la circulación popular da cuenta de una ciencia perdida en un vastísimo universo informativo con pocas posibilidades de discriminación, diferenciación y validación. Frente a un conocimiento escolar descriptivo, enciclopédico, objeto de apatía generalizada y la contracara de un bombardeo indiscriminado de información de diversa índole urge el esfuerzo por construir nuevas maneras de comunicar la ciencia. En primer lugar, serán necesarias opciones que provoquen, atraigan

y sostengan la atención de las audiencias y que propongan una genuina interlocución. En segundo lugar, es central asumir como objetivos de la divulgación científica contribuir a la comprensión y valoración de la ciencia y promover determinados valores sociales. Todo ello reclama una profunda revisión, no solo de modalidades y recursos de divulgación, sino de los temas o problemas que se eligen como contenido y contexto de la comunicación.

Conclusiones

En las páginas precedentes hemos explorado, de la mano de especialistas de diferentes ámbitos, las múltiples implicancias de la noción de evolución (divulgativas y cognitivas, éticas y culturales, conceptuales y epistémicas) a partir de analizar cómo circula en diferentes medios y espacios de acceso popular. Estas conceptualizaciones y materiales se han concebido como contexto y contenido de nuevas actividades de formación docente orientadas a promover una reflexión metacientífica integrada con la discusión de los problemas específicos que plantea la enseñanza de contenidos de ciencias naturales. Ello ha requerido describir y argumentar cómo la recuperación de la estructura semántica de una disciplina desde una perspectiva histórica y epistemológica ofrece un marco de significación y argumentación para las decisiones didácticas. Ahora bien, cabría aún la pregunta: ¿cómo es que estas reflexiones se configuran en un escenario potente para la formación docente y la enseñanza de las ciencias?

Ensayando un esbozo de respuesta y avanzando hacia una síntesis de cierre, desdoblaremos la pregunta en otras dos:

- *¿Cómo la noción de evolución, así problematizada, es un aporte significativo para pensar la enseñanza del currículo del área?*

- *¿Qué contenidos de reflexión meta-científica pueden abordarse desde los aportes sistematizados en esta indagación?*

Con respecto a la primera cuestión, creemos que los especialistas han aportado con claridad toda una perspectiva de alfabetización científica encuadrada en el poder explicativo y estructurante de la noción. En primer lugar, han coincidido en señalar —al menos— cuatro criterios medulares que anidan en la construcción de una mirada evolutiva acerca del mundo: a) incluirnos a nosotros —como cultura— como parte de la biodiversidad y los ecosistemas, asumiendo la importancia que tiene la evolución de las comunidades en las perspectivas individuales; b) desarrollar una actitud de mayor precaución y humildad, situando la incertidumbre y la solidaridad como capacidades necesarias; c) avanzar hacia una lectura crítica del mundo que estamos haciendo, y d) desarrollar el pensamiento proyectivo y sistémico acerca del mundo natural.

Es claro que se trata de comprensiones con fuerte carga conceptual, afectiva y actitudinal que son transversales a prácticamente cualquier proyecto de alfabetización científica en el marco de los dilemas que hoy atraviesan las ciencias naturales. En esta línea, reconoceremos como muy potente volver, por ejemplo, sobre las metáforas de la autoevolución, no ya evaluando su adecuación conceptual, sino como medio para reconocer el involucramiento y la participación de las prácticas humanas en la dinámica natural. O, incluso, tendremos a mano herramientas argumentativas para desnaturalizar el discurso dominante que procura naturalizar las desigualdades sociales apelando a falaces argumentos biologicistas-evolucionistas.

Con respecto a la segunda cuestión, creemos que los aportes sistematizados ofrecen un interesante contexto de significados para el desarrollo de una reflexión metacientífica con profundo valor educativo y formador. Los especialistas nos han acercado y actualizado valiosos ejemplos acerca de la naturaleza provisional del conocimiento científico, la evolución de modelos explicativos en las ciencias naturales e, incluso, las tensiones que sustentan hoy nociones como paradigma y revolución científica. Sus argumentos fueron ampliados desde las diversas metáforas e imágenes que sirvieron de referencia para la discusión conceptual.

Del mismo modo, la problematización de los íconos populares con que se refiere a la noción de evolución, así como las imágenes con que se asocia mediacionalmente a Charles Darwin, profundizaron la discusión en torno a la naturaleza del trabajo científico, la noción de verdad, los condicionamientos históricos, culturales y éticos, los diálogos ciencia-creencias, entre otros aspectos.

Son estos contenidos los que se erigen en insumos interesantes para pensar actividades de formación de profesores de ciencias, en cuanto pueden ser resignificados como disparadores de la reflexión, ejemplos paradigmáticos o núcleos de problematización. Desde allí nos interesa aportar, desde una perspectiva de integración y problematización de los saberes docentes, a una mayor reflexión y

fundamentación de los principios didácticos y epistemológicos del profesorado de ciencias.

Referencias

- Acevedo, J. A. (2008). El estado actual de la naturaleza de la ciencia en la didáctica de las ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 5(2), 133-169.
- Acevedo, J. A., Vázquez, A., Martín, M., Oliva, J. M., Acevedo, P., Paixão, M. F., Manassero, M. A., y Adúriz-Bravo, A. (2005). Naturaleza de la ciencia y educación científica para la participación ciudadana. Una revisión crítica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(2), 121-140.
- Adúriz-Bravo, A. (2001). *Integración de la epistemología en la formación del profesorado de ciencias* (Tesis de doctorado). Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra.
- Adúriz-Bravo, A. (2009). La naturaleza de la ciencia "ambientada" en la historia de la ciencia. *Enseñanza de las Ciencias*, (núm. extra.), 1178-1181. [VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias].
- Adúriz-Bravo, A. (2010). Aproximaciones histórico-epistemológicas para la enseñanza de conceptos disciplinares. *Revista EDUCYT*, 1(1), 125-140.
- Adúriz-Bravo, A., Izquierdo, M., y Stany, A. (2002a). Una propuesta para estructurar la enseñanza de la filosofía de la ciencia para el profesorado de ciencias en formación. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(3), 465-476.
- Adúriz-Bravo, A., Izquierdo, M., y Stany, A. (2002b). Una propuesta para estructurar la enseñanza de la filosofía de la ciencia para el profesorado de ciencias en formación. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 20(3), 465-476.
- Astudillo, C., y Rivasosa, A. (2012). Un papel para la epistemología en la enseñanza de las ciencias. *Revista Ciencia Escolar*, 2(2), 11-34.
- Astudillo, C., Rivasosa, A., y Ortiz, F. (2012). La reflexión metacientífica a través del cine: un estudio sobre los saberes docentes. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 9(3), 361-391.
- Astudillo, C., Rivasosa, A., y Adúriz-Bravo, A. (en prensa). Conceptos estructurantes de biología: hacia una progresión de los saberes docentes de futuros profesores. 2.º Conferencia Latinoamericana del *International History, Philosophy, and Science Teaching Group*. Mendoza, Argentina.
- Barberá, O., y Sendra, C. (2011). La biología y el mundo del siglo XXI. En P. Cañal (comp.), *Biología y geología. Complementos de formación disciplinar* (vol. 1). Barcelona: Graó.
- Bermúdez, G., y De Longhi, A. L. (2006). Propuesta curricular de hipótesis de progresión para conceptos estructurantes de ecología. *Campo Abierto*, 25(2), 13-38.
- Cachapuz, A., y Paixao, F. (2002). Placing the History and the Philosophy of Science on teacher education. 10.th Ioste Symposium. Foz do Iguaçu, Brasil.
- Camacho, H., y Padrón, M. (2005). Necesidades formativas para afrontar la profesión docente. Percepciones del alumnado. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 8(2), 1-7.
- Carrascosa, J., Martínez, J., Furió, C., y Guisasaola, J. (2006). ¿Qué hacer en la formación inicial del profesorado de ciencias de secundaria? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 5(2), 118-133.
- Crichton, M. (1996). *El mundo perdido*. Buenos Aires: Emecé Editores S.A.

- Edkins, J. (2009). File:Charles Darwin by Quentin Blake - geograph.org.uk - 1585280.jpg [fotografía]. Recuperado de https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Charles_Darwin_by_Quentin_Blake_-_geograph.org.uk_-_1585280.jpg.
- Fernández, J. J., y Sanjosé, V. (2007). Permanencia de ideas alternativas sobre evolución de las especies en la población culta no especializada. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 21, 129-149.
- Gagliardi, R. (1986). Los conceptos estructurales en el aprendizaje por investigación. *Enseñanza de las Ciencias*, 4(1), 30-35.
- Gagliardi, R., y Giordan, A. (1986). La historia de las ciencias: una herramienta para la enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, 4(2), 253-258.
- Galagovsky, L., y Adúriz-Bravo, A. (2001). Modelos y analogías en la enseñanza de las ciencias naturales. El concepto de modelo didáctico analógico. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(2), 231-242.
- Galotti, L. (2009). Evolución y clasificación biológica. Una propuesta de enseñanza. *Revista de Educación en Biología*, 12(2), 49-52.
- Gandarà, M., Gil, M. J., y Sanmartí, N. (2002). Del modelo científico de "adaptación biológica" al modelo de "adaptación biológica" en los libros texto de enseñanza secundaria obligatoria. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(2), 303-314.
- García, M. P. (2005). Los modelos como organizadores del currículo en biología. *Enseñanza de las Ciencias*, (núm. extra.), 1-6.
- Giordan, A., y De Vecchi, G. (1998). *Los orígenes del saber*. Sevilla: Díada Editora.
- González, L., Adúriz-Bravo, A., y Meinardi, E. (2005). El modelo cognitivo de ciencia y los obstáculos en el aprendizaje de la evolución biológica. *Enseñanza de las Ciencias*, (núm. extra.), 1-6.
- González, L., Revel, A., y Meinardi, E. (2008). Actividades centradas en obstáculos para enseñar el modelo de evolución por selección natural. *Revista de Educación en Biología*, 11(1), 52-55.
- González, L. (2009). Aprender evolución, una carrera de obstáculos. *Revista de Educación en Biología*, 12(2), 60-62.
- Guisasola, J., y Morentin, M. (2007). ¿Comprenden la naturaleza de la ciencia los futuros maestros y maestras de educación primaria? *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6(2), 246-262.
- Hernández, M., y Prieto, J. (2000). Un currículo para el estudio de la historia de la ciencia en secundaria (la experiencia del Seminario Orotava de Historia de la Ciencia). *Enseñanza de las Ciencias*, 18(1), 105-112.
- Hernández, M. C., Álvarez, E., y Gutiérrez, R. (2009). La selección natural: aprendizaje de un paradigma. *Revista Teorema*, 28(2), 107-121.

- Izquierdo, M., y Adúriz-Bravo, A. (2005). Los modelos teóricos para la ciencia escolar. Un ejemplo de Química. *Enseñanza de las Ciencias*, (núm. extra.), 1-4.
- Komender, D. (2008). *Loveevolution* [fotografía]. Recuperado de <https://www.flickr.com/photos/dontcallmeikke/2982182214/>.
- Lemke, J. (2006). Investigar para el futuro de la educación científica: nuevas formas de aprender, nuevas formas de vivir. *Enseñanza de las Ciencias*, 24(1), 5-12.
- Maitre, D. (2017). "Representación sobre la evolución del hombre" [ilustración]. Recuperado de <https://pixabay.com/es/evoluci%C3%B3n-planeta-ecolog%C3%A9a-2305142/>.
- Maroto, J. (2004). La evolución... a escena. De cómo el grupo Prometeo enseña aspectos sobre la evolución y de los recursos que pueden emplearse para ello. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1(2), 122-135.
- Maslow, A. (1991). *Motivación y personalidad*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos S.A.
- Pereyra, M. (2017). "Representación típica de la evolución humana" [ilustración]. Recuperado de <https://pixabay.com/es/evoluci%C3%B3n-la-evoluci%C3%B3n-humana-2780651/>.
- Polop, J. (2009). Dilemas que nos plantea la teoría de la evolución. *Revista de Educación en Biología*, 12(2), 1-4.
- Pujalte, A., y Adúriz-Bravo, A. (2013). Las imágenes de ciencia del profesorado: de la imagen discursiva a la imagen enactiva. Memorias del IX Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias. Girona, España.
- Rivarosa, A., y Astudillo, C. (2013). Las prácticas científicas y la cultura: una reflexión necesaria para un educador de ciencias. *CTS, Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 23(8), 45-66.
- Rivarosa, A., y De Longhi, A. (Coord.) (2012). *Aportes didácticos para nociones complejas en Biología: la alimentación*. Buenos Aires: Miño y Dávila Editores.
- Rivarosa, A., De Longhi, A., y Astudillo, C. (2011). Dilemas sobre el cambio de teorías: la secuenciación didáctica en una noción de alfabetización científica. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 10(2), 368-393.
- Schwartz, R., y Crawford, B. (2006). Authentic scientific inquiry as context for teaching nature of science. Identifying Critical Elements for Success. En L. B. Flick y N. G. Lederman (eds.), *Scientific Inquiry and Nature of Science*. Netherlands: Springer.
- Suomi, K. (2015). "El pez de Darwin" [ilustración]. Recuperado de <https://pixabay.com/es/darwin-ateo-religi%C3%B3n-778446/>.
- The Hornet* (1871). A venerable Orang-outang [caricatura]. Recuperado de [https://it.wikipedia.org/wiki/File:Editorial_cartoon_depicting_Charles_Darwin_as_an_ape_\(1871\).jpg](https://it.wikipedia.org/wiki/File:Editorial_cartoon_depicting_Charles_Darwin_as_an_ape_(1871).jpg).
- Vilches, A., y Gil, D. (2007). La contribución a la década de la educación por un futuro Sostenible. Un compromiso ineludible para educadores e investigadores. *Revista de Educación en Biología*, 10(2), 3-7.
- Wikimedia Commons. (18 de marzo de 2018). File:Man is But a Worm.jpg [caricatura]. Recuperado de https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Man_is_But_a_Worm.jpg.

Para citar este artículo

Astudillo, C., Rivarosa, A. y Adúriz-Bravo, A. (2018). Evolución biológica y reflexión metacientífica. Aportes para la formación docente del profesorado de ciencias. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 43, 91-116.