

<https://doi.org/10.21555/top.v760.3379>

¿Hay diseño en la naturaleza? Daniel Dennett
y el problema de la teleología: cuestiones
epistemológicas y didácticas

Is There Design in Nature? Daniel Dennett and
the Problem of Teleology: Epistemological and
Didactic Issues

Leonardo González Galli
Universidad de Buenos Aires
Argentina
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas
Argentina
leomgalli@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-0713-164X>

Recibido: 02 - 02 - 2025.

Aceptado: 05 - 04 - 2025.

Publicado en línea: 01 - 06 - 2026.

Cómo citar este artículo: González Galli, L. (2026). ¿Hay diseño en la naturaleza? Daniel Dennett y el problema de la teleología: cuestiones epistemológicas y didácticas. *Tópicos, Revista de Filosofía*, 76, 87-118. <https://doi.org/10.21555/top.v760.3379>



This work is licensed under a Creative Commons Attribution
-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License.

Resumen

En este artículo se discuten algunos análisis (asociados a las nociones de “postura intencional”, “ingeniería reversa” y “diseño”) de Daniel Dennett sobre el problema de la teleología en la biología. A partir de esa discusión se propone un posible modo en que dichas nociones se articulan en una perspectiva general sobre el rol y legitimidad de la teleología en la biología. Por último, se discuten algunas implicancias didácticas de dichos análisis en relación con el problema de la teleología en la enseñanza de la biología evolutiva. Más específicamente, se argumenta que los análisis de Dennett constituyen un adecuado fundamento epistemológico para un enfoque didáctico centrado en fomentar una “vigilancia metacognitiva” de los estudiantes sobre sus intuiciones teleológicas.

Palabras clave: Daniel Dennett; teleología; diseño; postura intencional; postura de diseño; evolución; enseñanza; metáforas; obstáculos epistemológicos; metacognición.

Abstract

This paper discusses some of Daniel Dennett’s analyses (associated with the notions of “intentional stance,” “reverse engineering”, and “design”) of the problem of teleology in biology. On the basis of this discussion, a possible way in which these notions can be articulated within a general perspective on the role and legitimacy of teleology in biology is proposed. Finally, some didactic implications of such analyses are discussed in relation to the problem of teleology in the teaching of evolutionary biology. More specifically, it is argued that Dennett’s analyses constitute an adequate epistemological foundation for a didactic approach focused on fostering students’ “metacognitive vigilance” over their teleological intuitions.

Keywords: Daniel Dennett; teleology; design; intentional stance; design stance; evolution; teaching; metaphor; epistemological obstacles; metacognition.

1. Introducción

Aunque, por la agenda de temas que abordó, Daniel Dennett no podría considerarse un típico filósofo de la biología, sino más bien de las ciencias cognitivas, ha producido algunos de los más lúcidos análisis filosóficos del darwinismo, especialmente en su libro *La peligrosa idea de Darwin* (Dennett, 1995). Fue un pensador audaz y original cuyos análisis arrojaron luz y promovieron productivos debates en diversas áreas de la filosofía, las ciencias biológicas y las ciencias cognitivas. En este trabajo reseñaré algunos de sus análisis vinculados especialmente con el problema de la teleología en la biología (Allen *et al.*, 1998; Gayon *et al.*, 2023), esto es, el debate sobre la naturaleza y legitimidad de las nociones y explicaciones teleológicas, especialmente en el ámbito de la biología. Como discutiré más adelante, este problema epistemológico tiene un correlato educacional, a saber, la cuestión de cómo lidiar en la enseñanza de las ciencias naturales, especialmente de la biología, con las intuiciones teleológicas de los estudiantes (González Galli *et al.*, 2020; Kelemen, 2012).

El principal objetivo de este artículo es reseñar los diferentes análisis de Dennett vinculados con el problema de la teleología, elaborar una síntesis integradora de ellos, y argumentar que dichos análisis no solo constituyen un valioso aporte a la filosofía de la biología sino también un fundamento epistemológico especialmente adecuado para repensar el problema didáctico mencionado. La obra de Dennett es extensa, y para este trabajo me basaré especialmente en tres libros: *La actitud intencional* (Dennett, 1991), *La peligrosa idea de Darwin* (Dennett, 1995), y *Bombas de intuición y otras herramientas de pensamiento* (Dennett, 2015).

Dado que se trata de un trabajo de carácter filosófico y didáctico (teórico), la metodología empleada es principalmente conceptual y reconstructiva. Consiste en la revisión, selección y recontextualización de marcos conceptuales provenientes de la filosofía de la biología y de la didáctica de las ciencias, con el objetivo de identificar puntos de convergencia entre ambos campos que permitan repensar un problema específico de la enseñanza. En particular, he realizado una reconstrucción interpretativa del enfoque de Daniel Dennett sobre la teleología en la biología; destaco aquellos aspectos que considero relevantes para el ámbito educativo. Posteriormente, he vinculado ese marco filosófico con resultados y análisis provenientes de investigaciones en didáctica a fin

de establecer nexos argumentativos (que se especifican en el desarrollo del texto) entre las perspectivas filosóficas y los desafíos pedagógicos. La metodología utilizada se basa en el análisis crítico de textos y en la articulación argumentada de enfoques teóricos desde una lógica interna, con un criterio de coherencia conceptual y relevancia educativa.

2. Cuestiones epistemológicas

En rigor, Dennett no abordó el problema de la teleología como tal, como sí lo han hecho numerosos filósofos de la ciencia (cfr. Hempel, 1959; Nagel, 1961; Wright, 1976) y de la biología (cfr. Diéguez, 2012; Godfrey-Smith, 2022; Ruse, 2023; Sober, 2018) sino que, más bien, se aproximó al tema desde sus intentos por analizar cómo la teoría de la evolución o, más precisamente, la mirada darwinista del mundo orgánico (la “peligrosa idea de Darwin”, el “enfoque adaptacionista”)¹ contribuye a comprender el origen y naturaleza de la mente humana. A continuación, reseñaré tres ideas clave de Dennett, estrechamente relacionadas, sobre este asunto: lo que definió como la “postura intencional”,² su interpretación de la biología como ingeniería (y la idea de “ingeniería reversa”), y su defensa de una noción “fuerte” de diseño biológico.

2.1 La postura intencional

Dennett (1991, pp. 26 y ss.; 1995, pp. 371 y ss.; 2009; 2015, pp. 65 y ss.) parte de señalar que existen diferentes modos de entender e intentar predecir el comportamiento de cierta entidad bajo estudio. Una primera estrategia consiste en adoptar la “postura física” (PF), de acuerdo con la cual se trata de caracterizar detalladamente el estado del sistema analizado para determinar las “condiciones iniciales” y luego aplicar las leyes de la física para predecir el comportamiento del sistema en cuestión. Sin embargo, no es difícil imaginar que en muchas ocasiones

¹ El término “adaptacionismo” tiene varias acepciones (cfr. Lewens, 2007), pero aquí se refiere al enfoque en biología evolucionista que metodológicamente se centra en la teoría de la selección natural para basar la investigación en la hipótesis de que los rasgos analizados son adaptativos, es decir, son producto de la selección natural. En este sentido, no supone asumir que de hecho todos los rasgos son adaptativos ni que la adaptación sea perfecta.

² Dennett utiliza el vocablo inglés “stance”, que en algunas ocasiones es traducido como “actitud” y en otras como “postura”. Aquí utilizaré el segundo término.

esta estrategia no será viable, por ejemplo, porque no disponemos de toda la información pertinente para describir con el suficiente detalle el estado inicial del sistema (intente el lector anticipar la conducta de su gato o de su computadora personal aplicando esta estrategia). Así, aunque en principio esta postura podría adoptarse para cualquier caso, en muchas ocasiones no sería lo más práctico, o sería directamente imposible hacerlo. Frente a estas limitaciones, podemos intentar un segundo enfoque adoptando la “postura de diseño” (PD), que consiste en suponer que el sistema está diseñado para cierto fin y que se comportará tal como está diseñado para hacerlo. Este enfoque puede funcionar muy bien cuando analizamos objetos de diseño, artefactos tales como un despertador o la mencionada computadora personal. La gran ventaja de esta estrategia es que no necesitamos conocer los detalles físicos. Sin embargo, como contraparte, es una estrategia más arriesgada (Dennett, 2015, p. 66) que la “postura física”, ya que descansa en dos supuestos que podrían no cumplirse: que el sistema está diseñado para cierto fin (podría estar diseñado para otro fin que ignoramos o para ninguno) y que se comportará según dicho diseño (podría estar descompuesto). Queda aún una tercera estrategia, que es una variante de la anterior, y que consiste en adoptar la “postura intencional” (PI) (Dennett, 2015) de acuerdo con la cual “la cosa diseñada se trata como un tipo de agente, con creencias y deseos, y suficiente racionalidad para hacer lo que debería dadas esas creencias y deseos” (p. 66).

Dennett argumenta que, en la práctica, en ciertas ocasiones nos veremos obligados a adoptar la PI. Como ejemplo, discute cómo predecir qué hará una computadora que juega ajedrez. Para predecir la próxima jugada, uno podría adoptar la PF y calcular el flujo de electrones que resultaría de pulsar cierta tecla, pero de más está decir que hacer eso sería imposible en la práctica. Uno podría entonces recurrir a la PD, lo que implicaría obtener el código fuente de la computadora y simular “a mano” los millones de pequeños pasos que la máquina dará en su búsqueda de la mejor jugada posible. Nuevamente, esto sería inviable en la práctica. En este caso, entonces, uno estaría obligado a recurrir a la PI, lo que supondría (1) hacer una lista de todas las jugadas legales posibles; (2) clasificar las posibles jugadas, de la mejor (la que se condice con el deseo o intención de ganar la partida) a la peor (la que conspira contra la intención de ganar), y, finalmente, (3) predecir que la computadora hará la mejor jugada disponible (Dennett, 2015, pp. 66-67).

La principal pregunta para los fines de este trabajo es a qué entidades es conveniente o legítimo aplicar cada una de las tres posturas. Empezaré por caracterizar las opiniones más ortodoxas y conservadoras en relación con este asunto, opiniones que, como veremos, Dennett no comparte.

Tal como mencionamos, la PF es en principio aplicable a cualquier entidad, ya que todas son sistemas físicos sometidos a las leyes físicas, pero en muchos casos se trata de una opción inviable en la práctica. Con respecto a las otras dos posturas la cuestión es más compleja, y en ambos casos podemos distinguir instancias de aplicación no problemáticas y problemáticas. Comenzando por los casos no problemáticos: en principio, la aplicación no problemática de la PD sería aquella que tiene por objeto los artefactos de origen humano (objetos producto del diseño humano deliberado).³ Estos artefactos exhibirían, además, una intencionalidad derivada o secundaria, pues la intencionalidad intrínseca o primaria es una cualidad exclusiva del diseñador humano —esta distinción es sostenida por muchos autores, por ejemplo, Searle (1983)—. Por su parte, la PI solo sería aplicable de modo no problemático a organismos con agencialidad o, simplemente, agentes. Por “agentes”⁴ en este contexto entendemos entidades intencionales y racionales, capaces de definir fines y ordenar su conducta racionalmente para tender a la consecución de esos fines. Dada esta definición, el único caso no problemático de aplicación serían los sujetos humanos, únicos que, como ya mencioné, dispondrían de intencionalidad primaria o intrínseca.

Pasemos ahora a los casos de aplicación problemáticos. En relación con la PD, ¿qué diríamos sobre los artefactos construidos (¿diseñados?) por organismos no humanos⁵? Es muy conocido el hecho de que muchos animales no humanos utilizan herramientas. Algunos incluso no se limitan a utilizar objetos tal como los encuentran, sino que modifican dichos objetos (de un modo aparentemente intencional) de forma que

³ O a todas las entidades existentes si uno es un creacionista, pero en este trabajo me restringiré a análisis compatibles con la perspectiva científica.

⁴ Hay diferentes conceptos de “agencia”, y no todos incluyen el componente intencional aquí mencionado; cfr., por ejemplo, Schlosser (2019) y Sultan *et al.* (2022).

⁵ La idea de “artefacto construido por no humanos” es de por sí problemática, dado que, por lo general, se asume que, por definición, los artefactos son creaciones humanas. Por ejemplo, en un reciente glosario de filosofía de la técnica se define “artefacto” como “*entidades producidas por humanos que poseen una función práctica en la cultura material*” (Crelier, 2022, p. 62).

los transforman en herramientas (Sanz *et al.*, 2013; Shumaker *et al.*, 2011). Sin embargo, tal vez al lector le llame la atención que hable de artefactos construidos por organismos no humanos. Más allá de que no es clara la distinción entre “herramienta” y “artefacto”, la segunda idea se asocia intuitivamente a una mayor complejidad (partes que interactúan, mecanismos de regulación por retroalimentación, etc.). Pero, ¿construyen algunos animales no humanos auténticos artefactos? En principio, tenderíamos a pensar que una ramita modificada por un chimpancé para “pescar” termitas podría considerarse una herramienta, pero no un artefacto. Pero pensemos en los nidos construidos por algunas hormigas y termitas. Estos nidos tienen una estructura (¿diseño?) compleja que, por ejemplo, incluye túneles y aberturas dispuestos de modos muy precisos que contribuyen a mantener los valores de humedad y temperatura finamente regulados (Yang *et al.*, 2022). Pensemos también en numerosos dispositivos con partes móviles que habitualmente calificamos de “trampas”, desde aquellas construidas con seda por arañas hasta las complejas flores de ciertas orquídeas cuyos movimientos aseguran que el insecto que las visita buscando néctar quede cargado con el polen de la flor (en algunos casos, previa captura y confinamiento temporal del insecto) (cfr., por ejemplo, Gerlach, 2011). En tanto artefactos (de factura no humana), estos dispositivos solo exhibirían una intencionalidad derivada o secundaria. ¿Podemos aplicar la PD en estos casos? El problema con estos ejemplos es que —a diferencia de lo que sucede en el caso de los artefactos humanos— no disponemos inequívocamente de una intencionalidad intrínseca a la cual remitirnos. Desde ya, podríamos atribuir intencionalidad al chimpancé, incluso podríamos hacer lo mismo con las hormigas, aunque en este último caso esa atribución sería muy polémica, pero difícilmente nos atrevamos a atribuir intencionalidad a una orquídea —o a los genes que guían (pero no determinan) su desarrollo—. Aunque en la actualidad se tiende a considerar que la conciencia y la intencionalidad no son rasgos exclusivamente humanos, y que no pueden definirse fácilmente en términos de todo o nada, siempre es polémica su atribución a animales no humanos (Godfrey-Smith, 2017 y 2021). Por otro lado, ¿por qué excluir de la categoría de “artefacto” a los órganos que son parte de un organismo pluricelular o, incluso, a las complejísimas organelas de una célula eucariota (pensemos en el flagelo bacteriano, uno de los ejemplos favoritos de presunta “complejidad irreductible” de los partidarios

de la “teoría del diseño inteligente”)?⁶ Como vemos, la aplicación de la PD a artefactos no humanos resulta extremadamente compleja y problemática.

Con respecto a la PI tenemos el problema de si puede aplicarse, como intencionalidad primaria o intrínseca, a organismos no humanos y, como intencionalidad secundaria o derivada, a artefactos construidos por organismos no humanos. Con respecto a lo primero, es muy probable que, como ya señalé, algunos animales no humanos presenten algún grado y tipo de conciencia e intencionalidad, pero siempre es problemática la atribución de intenciones a organismos no humanos (básicamente, porque, por el momento, es entre difícil e imposible abordar empíricamente la cuestión) y, más aún, la eventual determinación de *cuáles* serían las intenciones de esos animales. Podemos aceptar que los chimpancés tienen algún tipo y grado de conciencia e intencionalidad, pero eso no es lo mismo que demostrar que cuando modifican una ramita que luego utilizan para “pescar” termitas tenían la intención de construir una herramienta. Estos son solo algunos de los arduos problemas que complican el campo de la etología cognitiva (Proust y Vauclair, 2003). Con respecto a lo segundo, sería problemático atribuir intencionalidad derivada a la “caña” que el chimpancé utiliza para “pescar” termitas por el hecho ya mencionado de que resulta problemático atribuir intencionalidad intrínseca al chimpancé.

Estas consideraciones sobre aplicaciones no problemáticas y problemáticas de las PD y PI suponen, como ya advertí, un enfoque muy conservador del asunto. En este sentido, y ahí reside en parte lo innovador de su enfoque, Dennett argumentaría que sería legítimo y sobre todo extremadamente práctico y, más aún, obligado analizar a los organismos, a sus partes y a los artefactos por ellos construidos desde PD y PI, aun en caso de que no pudiéramos resolver los problemas

⁶ Aclaremos, en este punto, que la denominada “teoría del diseño inteligente” no es más que una perspectiva religiosa que intenta presentarse a sí misma, espuriamente, como científica (Kampourakis, 2013). En tanto perspectiva religiosa, no tendrá ningún lugar en los análisis que aquí ofrezco. También es importante dejar en claro que la eventual aceptación de una noción amplia de “diseño” que incluya los rasgos adaptativos de los organismos (tal es la propuesta de Dennett que discutiré más adelante) no supone ningún apoyo a la “teoría del diseño inteligente”: por el contrario, la idea de Dennett es que el gran mérito de Darwin es haber mostrado que puede haber diseño *sin* diseñador.

conceptuales planteados en los párrafos previos. Por ejemplo, en el caso de los artefactos (sean de origen humano o no), cabe suponer que se comportarán como si tuvieran creencias, deseos y racionalidad. Por ejemplo, un termostato se comportará (al menos mientras no se descomponga) como si deseara mantener la temperatura constante y como si comprendiera qué debe hacer para cumplir con tal fin. Del mismo modo, la flor de la orquídea se comportará como si quisiera atrapar al insecto polinizador y cargarlo con polen y el corazón como si quisiera asegurar la circulación sanguínea.

El “como si” en estos enunciados sugiere que entendemos que, estrictamente hablando, el termostato, la flor o el corazón no desean ni comprenden nada: por eso hablamos de una intencionalidad derivada o de segundo orden, esto es, que solo está presente porque una entidad auténticamente intencional (el diseñador humano) la puso en él. Pero esta distinción nos lleva de nuevo a los problemas anteriores: como, salvo para los casos no problemáticos, no tenemos certeza de si estamos o no en presencia de una intencionalidad intrínseca, entonces tampoco tendremos certeza sobre en qué casos atribuir intencionalidad derivada. Dennett (1991, pp. 254-285; 2015, pp. 115-148) cuestiona estas distinciones, para él lo más importante es si las diferentes posturas funcionan, en el sentido de permitirnos predecir con cierta confianza la conducta del sistema analizado. En este sentido, no es muy relevante poder distinguir si un organismo (o una parte de un organismo, o un artefacto) tiene o no intencionalidad intrínseca o derivada. Así, por ejemplo, podemos predecir que una planta expandirá su sistema radicular frente a una sequía, como si quisiera evitar la deshidratación y supiera qué debe hacer para alcanzar tal fin. Y podemos hacer esta predicción sin necesidad alguna de distinguir si la planta tiene o no alguna forma de intencionalidad, sea esta intrínseca o derivada. Dennett (1991, p. 37) sostiene que la PI no solo es útil cuando queremos predecir el comportamiento de un sistema biológico, sino que se trata de un recurso *indispensable* que, en rigor, nunca podríamos reemplazar por la PF.

La razón por la que la PD y la PI funcionan en el caso de los organismos (y sus partes y artefactos) es que estos se comportan como si fueran agentes porque son producto de la selección natural. Estos sistemas biológicos pueden no ser racionales en sí mismos, pero se comportan como si lo fueran porque encarnan las razones, “razones

de flotación libre” (*free-floating rationales*),⁷ que la selección descubrió durante el proceso evolutivo. La PI también es imprescindible cuando queremos reconstruir la historia evolutiva de estos sistemas, ya que — al menos desde el enfoque adaptacionista adoptado y defendido por Dennett— en tal caso nos veremos obligados a identificar las razones que la selección descubrió y que explican por qué cierta variante de un rasgo prevaleció sobre sus alternativas (Dennett, 1995, pp. 232-233; 2015, pp. 171-172).

En síntesis, para Dennett, las PD y PI son útiles y, de hecho, indispensables⁸ para analizar los sistemas biológicos, sean estos organismos completos o partes de ellos. Además, eliminando la distinción entre lo intrínseco o auténtico y lo derivado, tanto para el caso de la intencionalidad como para el diseño, Dennett (2015, p. 64) sostiene que es intencional todo sistema cuya conducta se puede predecir con éxito adoptando la PI. Esta última consideración es importante porque, cuando analicemos las implicancias educativas de estas discusiones, habilitará a aquellos que no están dispuestos a abandonar esas distinciones a adoptar una postura instrumentalista según la cual,

⁷ Dennett (2015, pp. 171-172) utiliza esta curiosa expresión para referirse a las razones que “descubre” la selección natural, es decir, las razones por las que cierta variante fue seleccionada, sin que nadie se representara esas razones. Por ejemplo, la razón por la cual el color blanco fue seleccionado en las poblaciones ancestrales de zorros árticos es que dicho color confiere un buen camuflaje a los zorros, lo que les permite cazar mejor y evitar mejor a sus depredadores, todo lo cual resulta en un mayor *fitness*. Esa es la razón por la cual se seleccionó el color blanco, pero se trata de una razón que ni los zorros ni la selección ni la naturaleza, ni nadie, se representó hasta que alguien esbozó una explicación darwiniana de ese rasgo: se trata de una “razón de flotación libre”.

⁸ Entiendo que, para Dennett, esta necesidad se da tanto en el plano psicológico como epistemológico. En relación con lo primero, simplemente no podemos concebir hipótesis adaptacionistas sin recurrir a la postura intencional y de diseño. Por lo tanto, en la medida en que al menos algunos rasgos orgánicos sean producto de la selección, la comprensión de los seres vivos demandará el recurso a dichas posturas. En relación con lo segundo, no es claro cómo podría exigirse en el plano epistemológico un enfoque que esté más allá de las capacidades cognitivas humanas. Pero, por otro lado, Dennett no ve ningún problema epistemológico en relación con adoptar estas posturas. Se trata, para Dennett, de una estrategia claramente fructífera, y rechaza los cuestionamientos que estos enfoques han recibido desde el positivismo lógico, por lo que, simplemente, no ve razones para renunciar a ellos.

en biología, se trata a los sistemas biológicos *como si* fueran sistemas intencionales con independencia de si consideramos que realmente lo sean. Adelantemos en este punto que el propio Dennett (1991, pp. 72 y ss.) no dice tener una perspectiva epistemológica instrumentalista sino más bien realista moderada.

2.2 La biología como ingeniería

Desde un enfoque adaptacionista, Dennett argumenta que en nuestro intento de explicar el origen de los rasgos orgánicos nos vemos obligados a analizar al organismo y sus partes como si fueran artefactos, es decir, como si fueran objetos de diseño. La expresión “ingeniería reversa” (Dennett también la llama “hermenéutica artefactual”) se refiere a la estrategia utilizada por los ingenieros de una empresa tecnológica cuando adquieren un nuevo producto lanzado por una empresa competidora y lo desarmen y examinan, preguntándose por qué fue construido de ese modo, asumiendo siempre que deben existir buenas razones por las cuales el fabricante competidor lo hizo de ese modo y no de otro (cfr. Dennett, 1995, pp. 299 y ss.). La PI es imprescindible para la ingeniería reversa (cfr. Dennett, 1995, pp. 376-377), ya que el análisis del artefacto analizado requiere una guía conceptual que permita inferir las razones de su diseño, y para tal fin conviene asumir que ese objeto se comportará como un sistema intencional.

En la ingeniería “normal”, el proceso de concepción y construcción de artefactos se mueve desde las razones y fines hacia el diseño, mientras que en la ingeniería reversa se parte del objeto de diseño para inferir las razones y fines del diseñador. Vemos claramente aquí una analogía que atraviesa todos los análisis de Dennett sobre estos asuntos: la analogía entre el proceso de diseño deliberado (intencional y racional), el proceso de “investigación y desarrollo” (*research and development*) o ingeniería y sus productos, los artefactos o diseños (en tanto producto), por un lado, y la selección natural o adaptación (como proceso) y sus productos, los rasgos adaptativos y los organismos, por el otro.⁹

Comencé este apartado aclarando que la propuesta de Dennett se relaciona con el llamado enfoque adaptacionista. Esto se debe a que la mencionada analogía entre organismos (y sus partes) y artefactos,

⁹ Para un análisis crítico de la analogía entre organismos y artefactos ver Lewens (2000, 2002 y 2004).

así como entre los procesos que les dan origen (diseño deliberado y selección natural, respectivamente), solo tiene sentido y está justificada cuando asumimos que los rasgos analizados son producto de la selección natural y, por lo tanto, que son adaptativos. Conviene aclarar aquí que esto no supone afirmar que todos los rasgos son adaptativos, idea que cualquier persona mínimamente instruida en biología evolucionista considerará un error. Dennett no cree eso, pero sí ha defendido con vehemencia (especialmente frente a las críticas de autores como Gould y Lewontin, 1979) la legitimidad y utilidad del enfoque adaptacionista, esto es, la perspectiva de investigación en Biología que prioriza, como guía para la indagación, aquellas hipótesis que suponen que los rasgos analizados son adaptativos (Dennett, 1991, pp. 211-253; 1995, pp. 371-428). Conviene insistir en que dicha hipótesis se adopta con fines metodológicos: la investigación dentro del paradigma adaptacionista podría eventualmente arrojar como resultado que, de hecho, cierto rasgo *no es adaptativo*.

2.3 Auténtico diseño biológico

Con frecuencia se habla en Biología del “diseño” de tal o cual rasgo. Sin embargo, en general se asume que dichas referencias a tan problemático concepto son la expresión de una metáfora o analogía (Reynolds, 2022), a la que se recurre para facilitar el discurso, y que, hablando con propiedad, no existe tal cosa como el diseño biológico (cfr., por ejemplo, Mahner y Bunge, 2000). Lo mismo puede decirse de todas las referencias a otras nociones con connotaciones teleológicas, incluyendo la propia idea de “selección”. Dennett evita esa solución fácil pero ilusoria en relación con el uso de estas nociones en biología. Digo “ilusoria” porque decir que las expresiones y conceptos teleológicos en biología son la mera expresión de una metáfora con fines comunicativos deja sin explicar varias cuestiones, entre ellas por qué, de hecho, se recurre a esa metáfora con mucha mayor frecuencia en biología que en otras ciencias (Ruse, 2023). Esa respuesta tampoco nos dice nada sobre los roles de esa metáfora (¿son solo comunicativos o también heurísticos o explicativos?) ni sobre por qué no se la ha abandonado, dado su carácter epistemológicamente problemático. Frente a esta postura habitual, que sintoniza con el mandato de la filosofía de la ciencia clásica (positivismo lógico y concepción heredada) de evitar toda referencia a las causas finales en las explicaciones científicas (Allen *et al.*, 1998), Dennett, sin ser explícito sobre cómo respondería las preguntas que recién planteé,

afirma que en el mundo orgánico hay propósitos y diseño, no “como si” sino propiamente hablando:

La biosfera está completamente saturada de diseño, de propósito, de razones. Lo que llamo la postura de diseño predice y explica características presentes a lo largo del mundo viviente mediante las mismas suposiciones que funcionan tan bien cuando aplicamos ingeniería inversa a artefactos hechos por diseñadores humanos (un poco) inteligentes. La evolución por selección natural es un conjunto de procesos que “encuentran” y “rastrear” razones para que las cosas se configuren de una manera más que de otra (Dennett, 2015, p. 163, énfasis de Dennett).

Por supuesto, hay diferencias entre los procesos mediante los cuales los humanos encontramos razones y aquellos que operan en la evolución. La principal de esas diferencias —como se adelantó *supra* en una nota al pie— es que, en el caso del diseño humano, las razones son primero representadas en las mentes de los diseñadores, cosa que no sucede en la evolución.¹⁰ Las razones encontradas por la selección son representadas por primera vez (si es que alguna vez llegan a serlo) cuando algún biólogo o bióloga hace ingeniería reversa sobre algún rasgo adaptativo y de ese modo descubre y se representa las razones (de “flotación libre”) que la selección descubrió antes.

Intentaré a continuación sintetizar los distintos conceptos reseñados en los párrafos previos, relacionándolos con el problema de la teleología. Admito que esta síntesis es de mi cosecha, y que el propio Dennett no la ha expresado con estos términos.

Si nos preguntamos por qué en la biología persisten términos y nociones teleológicas, la respuesta que podemos inferir de los análisis de Dennett sería que la selección natural constituye una teoría central en

¹⁰ Es interesante señalar que, a pesar de esta diferencia, y contra lo que suele creerse, el proceso cultural de diseño tecnológico no es totalmente intencional. Por el contrario, hay aspectos del cambio cultural (incluido el tecnológico) que obedecen a “causas descentralizadas”, procesos que no están bajo control consciente e intencional de los individuos y que, incluso, pueden ser parcialmente análogos al proceso de selección natural (Hanisch y Eirdosh, 2023; Micheli *et al.*, 2019).

biología, que explica específicamente el carácter adaptativo de muchos rasgos biológicos, y que dicha teoría propone que las adaptaciones¹¹ son consecuencia de un proceso natural fuertemente análogo al proceso de diseño deliberado. Es esa analogía lo que está en la base de todo el enfoque de Dennett. Así, para Dennett, el proceso de I y D (investigación y desarrollo) humano, el proceso de diseño “verdadero”, y la selección natural, son procesos análogos. Y también son necesariamente análogos los productos de dichos procesos: los artefactos, los objetos diseñados, por un lado, y las adaptaciones biológicas y —en gran medida— los organismos completos, por el otro. Como consecuencia de esta analogía, para comprender e investigar el mundo orgánico, y especialmente los rasgos adaptativos, nos vemos obligados a adoptar la PD y, muchas veces, su variante, la PI. En el fondo, lo que hace que todo esto sea adecuado, legítimo y, de hecho, inevitable es la fuerte analogía entre ambos procesos. Dennett señala, además, y provocativamente, que los límites entre lo “auténtico” o “intrínseco” (sea la intencionalidad, sea el diseño) y lo “como sí”, lo aparente, lo secundario, lo derivado, son difusos y, en definitiva, arbitrarios o ilusorios, por lo que acaba por sugerir que mejor haríamos en reconocer que el diseño biológico no es diseño “como si” sino diseño sin más, y que todo sistema cuya conducta se pueda predecir con la PI es, de hecho, un auténtico sistema intencional. Así, concluimos que hay dos procesos naturales capaces de producir diseño: la actividad tecnológica humana y la selección natural.

¹¹ Recordemos aquí que “adaptación” tiene muchos significados. En la actual biología evolucionista, “adaptación” tiene principalmente dos significados técnicos: como sustantivo significa “proceso de evolución por selección natural” (“cierta población de plantas se adaptó a la escasez de agua reduciendo la superficie foliar”); como adjetivo significa “rasgo producto de la selección natural” o, lo que es lo mismo, “rasgo que incrementa el *fitness* de sus poseedores” (“la versión de las hojas de menor superficie es una adaptación”) (Futuyma y Kirkpatrick, 2018). Cuando decimos que la teoría de la selección natural explica la adaptación no nos referimos a estos significados, ya que, en caso de hacer eso, incurriríamos en la famosa tautología tantas veces denunciada. Cuando decimos que la teoría de la selección natural explica la adaptación estamos haciendo referencia a otro significado de “adaptación”: la adecuación de los organismos a sus condiciones de vida. Ese es el fenómeno que Darwin quería explicar y que los naturalistas que lo precedieron explicaron apelando a Dios (Ginnobili, 2010). Actualmente existe un amplio consenso en que la teoría de la selección natural explica satisfactoriamente el fenómeno en cuestión.

En relación con el concepto de “diseño”, dice Dennett:

Algo tiene que concederse. O bien definimos “diseño” como el producto de un Diseñador Inteligente, como el diseñador de poemas o coches, por ejemplo, o reconocemos que puede haber diseño —genuino diseño— sin un Diseñador Inteligente. La tradición y la etimología parecerían favorecer la primera opción [...]. Sostengo que la ciencia (también) ha descubierto que el diseño sin diseñador (sin un diseñador con una mente, previsión e intención) no sólo es posible, sino que está en todas partes. El diseño por evolución es un proceso real y bien entendido. Difiere de manera interesante del diseño por ingeniero, pero también es sumamente parecido y puede darle una lección de humildad al “ingenio” (2015, p. 165).

Así, diseño, finalidad e intencionalidad son rasgos de los sistemas biológicos en virtud de que estos son (en gran medida) producto de la selección. En lo que sigue exploraré algunas implicancias didácticas de estos análisis.

3. Cuestiones didácticas

3.1. El problema de la teleología en la enseñanza de la biología

Comenzaré esta sección caracterizando lo que denominaré “el problema de la teleología en la enseñanza de la biología”. Este problema es consecuencia de que las personas tenemos una tendencia a producir explicaciones intuitivas de los fenómenos biológicos basadas en nociones tales como “fin”, “meta”, “propósito”, “necesidad”, “función” y otras relacionadas (Coley y Tanner, 2012; Kelemen, 2012). Lo que estas nociones tienen en común es un supuesto teleológico o finalista general. Así, las personas tendemos a creer que en la naturaleza todo existe y sucede para alcanzar ciertos fines predeterminados (sobrevivir, reproducirse, etc.). Probablemente, el origen de este sesgo teleológico obedezca a una combinación de factores biológicos y culturales. A favor de la hipótesis de que este sesgo tiene alguna base biológica se aduce que su presencia se evidencia en todas las culturas y que se expresa en los primeros meses de vida (Atran *et al.*, 2001; Kelemen, 2012; Schachner

et al., 2017). Por supuesto, factores culturales tales como la cosmovisión religiosa (en la que todo tiene una razón de ser derivada de las intenciones divinas) o la cultura tecno-capitalista (que nos acostumbra a pensar en términos utilitarios o instrumentales) probablemente refuercen el sesgo teleológico (Rottmann *et al.*, 2017). Como fuere, innumerables estudios muestran que estudiantes de países muy diversos exhiben este sesgo a la hora de razonar sobre los organismos (Brock, *et al.*, 2024; González Galli y Meinardi, 2015; González Galli *et al.*, 2020; Kampourakis, 2020).

¿Por qué esto constituye un problema didáctico? Por dos razones. En primer lugar, porque durante mucho tiempo prevaleció en el ámbito educativo el supuesto de que toda forma de teleología es científicamente ilegítima. Este supuesto epistemológico proviene de la filosofía de la ciencia clásica (positivismo lógico y concepción heredada), que cuestionó todo recurso a las causas finales por considerarlo metafísicamente sospechoso (Allen *et al.*, 1998). Al adoptar semejante supuesto epistemológico, inevitablemente, el sesgo teleológico de los estudiantes se convirtió en un problema central para la enseñanza de las ciencias, en especial de la biología. En segundo lugar, porque el sesgo teleológico hace que las personas tiendan a producir explicaciones intuitivas sobre los fenómenos biológicos que con frecuencia resultan contradictorias con los modelos científicos (González Galli *et al.*, 2025). Así, por ejemplo, cuando buscamos que los estudiantes produzcan explicaciones de tipo mecanicista sobre cómo y por qué el páncreas libera insulina tras la ingesta, muchos considerarán que la mera observación de que el páncreas hace eso *para* regular la concentración de la glucosa en la sangre, o de que el organismo *necesita* de esa acción, basta para explicar ese hecho. En el caso de la enseñanza de la teoría de la evolución por selección natural, la idea de que las mutaciones se producen *para* adaptarse al ambiente, o en respuesta a ciertas *necesidades* impuestas por ese ambiente, es muy común. También son comunes las explicaciones intuitivas basadas en el supuesto de que el proceso evolutivo como un todo está orientado en cierta dirección predeterminada (por ejemplo, tendiendo al origen de los humanos).

Este tipo de explicaciones teleológicas resultan ser una “comodidad de la mente” para los estudiantes (en realidad, para las personas en general), es decir, es el tipo de explicaciones que tienden a producir

espontáneamente, de un modo rápido y fácil.¹² Además, como dijimos, se trata de modos de pensar que son altamente resistentes al cambio mediante la instrucción.

3.2 Dos perspectivas contrapuestas frente al problema didáctico

Frente al problema caracterizado en la sección anterior, muchos autores (y profesores) han asumido que la teleología es científicamente ilegítima y que, por lo tanto, el principal objetivo educativo sería que, mediante un “cambio conceptual”,¹³ los estudiantes abandonaran el pensamiento teleológico, o bien, que sean capaces de inhibirlo totalmente, al menos siempre que la situación demande una explicación científica. Denominaré esta perspectiva “eliminacionista”, considerando que su objetivo último es eliminar la teleología de la enseñanza de la biología. En otros textos hemos argumentado *in extenso* que dicho enfoque se basa en dos supuestos cuestionables (González Galli, 2019). El primero, epistemológico y ya mencionado, es aquel según el cual la teleología no cumple ningún rol legítimo en la biología. El segundo, didáctico-psicológico, supone que la mencionada eliminación-inhibición es posible y deseable.

Contra el primer supuesto, numerosos autores (Caponi, 2020 y 2023; Lennox, 1993; Ruse, 2023; Short, 2002, entre otros) han argumentado, desde diferentes marcos teóricos y estrategias analíticas, que, de hecho, ciertas formas de teleología son una parte intrínseca, legítima y no eliminable de la biología y, más específicamente, de la teoría de la evolución por selección natural. Sugiero que los análisis de Dennett glosados en las secciones previas son parte de ese universo de enfoques que convergen en una naturalización de la teleología en la biología (Sober, 2018). Contra el segundo supuesto, los análisis de psicología cognitiva (Kelemen, 2012) sugieren que el sesgo teleológico es una parte intrínseca, funcional y no eliminable de la “biología intuitiva” de las personas, por lo que su eliminación o inhibición total no sería posible ni deseable.

¹² Dada esta caracterización, podríamos decir que este sesgo teleológico es parte del “sistema 1”, en la terminología del modelo de la mente dual de Kahneman (2019; cfr. también Frankish, 2010 y González Galli *et al.*, 2025).

¹³ Para una discusión de las limitaciones de este modelo de aprendizaje, cfr. Krajcik y Shin (2023).

En relación con la no eliminabilidad del sesgo teleológico intuitivo, alguien podría plantear que aun siendo dicho sesgo un aspecto constitutivo de la biología intuitiva, podría ser deseable y posible eliminar todo sesgo teleológico de la biología científica. De hecho — podría agregarse en la misma línea argumentativa —, uno de los aspectos del avance científico consiste en su progresivo alejamiento de los modos intuitivos de comprender el mundo. Sin embargo, contra la pretensión de eliminar la teleología de la biología científica cabe decir que quienes han sostenido dicha postura no han tenido ningún éxito. Por un lado, los filósofos (ceranos al positivismo lógico y la concepción heredada, como Carl Hempel y Larry Wright) que han hecho intentos formales de operar tal eliminación, especialmente en relación con la noción de “función”, han fracasado en un doble sentido: dichos análisis han sido cuestionados en el propio ámbito de la filosofía de la biología y, además, no han tenido ningún impacto en las prácticas discursivas y analíticas de los biólogos reales. Por otro lado, otros autores —entre ellos Dennett, como mostramos— han argumentado que no hay ninguna necesidad de tal eliminación. Recordemos que el objetivo de eliminar la teleología de la biología es deudor de ciertos supuestos epistemológicos impuestos por la primera filosofía de la ciencia que tomaba la física clásica como ciencia modelo. Entre esos supuestos se encuentra el ideal nomológico deductivo de explicación y el supuesto de que toda noción de “causa final” tiene necesariamente connotaciones metafísicas incompatibles con la ciencia (intencionalidad, entidades sobrenaturales). Rechazados estos supuestos epistemológicos (como hacen Dennett, Ruse, Caponi y otros), desaparece la necesidad de eliminar la teleología de la biología científica.

A partir de estas críticas a la perspectiva eliminacionista, y basándonos en el concepto didáctico de “obstáculo epistemológico” (Camilloni, 2001; González Galli *et al.*, 2022) y en el de “metacognición”¹⁴ (Pérez y González Galli, 2020; McGuire, 2023), hemos elaborado un enfoque alternativo en el que el principal objetivo es fomentar en los estudiantes el desarrollo de una “vigilancia metacognitiva” sobre el sesgo

¹⁴ Dado que en una nota anterior he mencionado que el sesgo teleológico puede considerarse parte del “sistema 1”, resulta interesante señalar aquí que la relación entre la metacognición y los modelos de la mente dual es compleja y controvertida, sin que haya consensos al respecto (cfr. Ackerman y Thompson, 2017; Arango Muñoz, 2011; Houdé, 2019).

teleológico (González Galli *et al.*, 2020). Dicha vigilancia supone conocer en qué consiste el pensamiento teleológico, ser capaz de reconocer sus múltiples expresiones (desde las más explícitas y evidentes hasta las más veladas), y ser capaz de regular el uso de esa forma de pensar de acuerdo con el contexto y los objetivos de la tarea cognitiva emprendida.

Como todo objetivo metacognitivo, el desarrollo de esa vigilancia constituye un desafío de gran magnitud (Pérez y González Galli, 2020). Entre otras complicaciones, tender a dicho objetivo supone ofrecer a los estudiantes algunos criterios o “ideas clave” (metaconocimiento) que les resulten útiles para decidir si cierta forma específica de teleología resulta o no aceptable en cada contexto (Cupo *et al.*, 2024; Hartelt y Martens, 2024). Por ejemplo, los estudiantes deberían ser capaces de comprender que la afirmación de que “las bacterias mutan para resistir el antibiótico” es teleológica y científicamente errónea por ser inconsistente con los modelos científicos aceptados (las mutaciones son aleatorias), mientras que la afirmación de que “el pelaje tupido de los zorros árticos fue seleccionado porque sirve para protegerse del frío” también es teleológica, pero es científicamente correcta por ser consistente con los modelos científicos. Como vemos, y tal como ha señalado Kampourakis (2020), no es la teleología *per se* el problema. Además, enseñar biología desde este enfoque implicaría enseñar a los estudiantes sobre la naturaleza de la teleología en la biología. Esto supone trabajar en las clases cuestiones tales como qué es la teleología, cómo aparece en diversas teorías de la biología, por qué biólogos y biólogas recurren a razonamientos y expresiones teleológicas, y demás cuestiones metateóricas.

En otros trabajos (González Galli, 2025) hemos argumentado que la biología evolutiva (como, tal vez, toda la ciencia) implica modos de ver el mundo fuertemente contraintuitivos. Paradójicamente, los análisis previos implican que la teleología, en sentido general, es un aspecto común a la biología intuitiva y la científica. Sin embargo, de allí no se sigue que, después de todo, la biología científica no sea contraintuitiva: lo es. Esto se debe a que la biología intuitiva implica una forma de “teleología promiscua” (Kelemen, 2012) no regulada, mientras que la biología científica implica ciertas formas específicas de teleología cuya correcta aplicación requiere regular finamente las intuiciones teleológicas. Para decirlo de otro modo, las intuiciones teleológicas del profano persisten en el experto, pero en este último caso dichas intuiciones se ven redescritas y reinterpretadas en el contexto de

un nuevo marco teórico (la teoría de la selección natural) (Pozo, 2014). En síntesis, la biología (más específicamente la biología evolucionista darwiniana) es contraintuitiva pero no por ser teleológica, sino por implicar una forma más restringida y regulada de teleología.

Sugiero que análisis como los de Dennett (para un análisis análogo en relación con la propuesta de Ruse, cfr. González Galli, 2025) pueden ser de utilidad en relación con los propósitos didácticos enunciados. En este sentido, podríamos, por ejemplo, analizar con los y las estudiantes en qué sentido los biólogos hacen “ingeniería reversa”. Por supuesto, algunas ideas de Dennett podrían resultar excesivamente abstractas y confusas para los estudiantes; tal sería el caso, tal vez, de la noción de “razones de flotación libre”. A continuación, exploraré con más detalle en qué podría consistir un enfoque de enseñanza de la biología basado en los análisis de Dennett.

3.3 Una versión dennettiana de la perspectiva metacognitiva

Retomando los análisis de Dennett, sugeriré aquí que las ideas de que hay diseño auténtico en la naturaleza y de que, de acuerdo con lo que sabemos al día de hoy, existen dos procesos que lo generan (el diseño deliberado humano y la selección natural), podrían constituir uno de los fundamentos conceptuales de una enseñanza de la biología que asuma el reconocimiento de la centralidad y legitimidad de la teleología en la biología y que, al mismo tiempo, contribuya a mejorar el aprendizaje en relación con el problema de la teleología.

Tal como mencioné antes, es común que los biólogos hablen de diseño. Consideremos los siguientes ejemplos, todos tomados de reconocidos libros de texto de nivel universitario: “Los coágulos no son estructuras permanentes. Al contrario, están diseñados para disolverse cuando se restaura la integridad estructural de las zonas dañadas” (Stryer, 1995, p. 257; mi traducción), y: “Los ribosomas eucarióticos y procarióticos son muy similares en diseño y función” (Alberts *et al.*, 1994, p. 231, mi traducción). Tomemos nota en este punto de que, con independencia de qué tan correctas o convenientes consideremos este tipo de expresiones, es un hecho que los estudiantes las encontrarán con frecuencia, no solo en el discurso de divulgación sino incluso, como vemos, en textos técnicos.

La constatación del uso de estas expresiones teleológicas ha dado lugar a un complejo debate entre quienes consideran que se trata solo de un recurso retórico (eventualmente eliminable) y quienes, como

Dennett y Ruse, consideran que se trata más bien de la expresión de un rasgo epistemológico de la biología (no eliminable). No puedo ni es mi objetivo caracterizar aquí ese debate. Solo señalaré que, entre otros problemas, la primera postura no logra dar cuenta de por qué esas expresiones persisten en la biología, incluso en textos técnicos dirigidos a estudiantes universitarios como lo citados.

Una postura intermedia consiste en reconocer que los razonamientos y expresiones teleológicos no cumplen solo un rol comunicativo sino también heurístico (en tal caso, aún serían, al menos en teoría, eliminables). La idea es que pensar sobre los seres vivos *como si* (esta expresión supone que, en realidad, estamos tratando con una metáfora o analogía) fueran objetos de diseño potencia la exploración científica del mundo orgánico al sugerir preguntas e hipótesis que, de otro modo, no vendrían fácilmente a la mente. Esta postura puede sostenerse (al menos asumiendo ciertos supuestos sobre la naturaleza de las teorías científicas) aun negando que en su forma más técnica la teoría implique alguna forma de teleología, y es en ese sentido que la considero intermedia entre la perspectiva que afirma que la teleología *es parte de* la teoría y aquella que solo reconoce un rol comunicativo para ese modo de razonar.

Volviendo al problema didáctico, el punto es que aun adoptando esta perspectiva intermedia se impone la necesidad de enseñar a los estudiantes cómo lidiar con las ambigüedades derivadas de ese uso de las nociones teleológicas: ¿cómo deberían los estudiantes entender expresiones que hablan de diseño al tiempo que se afirma que, en realidad, no hay diseño? Un enfoque posible se basa en proponer a los estudiantes pensar que se trata de una metáfora o analogía (Ruse, 2023). Al adoptar este enfoque (González Galli, 2016) podemos beneficiarnos de la vasta literatura existente sobre cómo enseñar ciencias con metáforas y analogías (Clement, 1993; Else *et al.*, 2008; González Galli, 2023; González Labra, 1997; Linares e Izquierdo Aymerich, 2006; Oliva-Martínez y Aragón-Méndez, 2009).

Las analogías y metáforas (no discutiré aquí la distinción, poco clara y sobre la que no hay consenso, entre ambas nociones) implican poner en relación dos campos semánticos, dos entidades —en principio diferentes— con sus respectivos universos de significados asociados (Hills, 2024; Reynolds, 2022). Muchas veces, especialmente cuando estos recursos se utilizan con fines didácticos, se distingue un “campo fuente” y un “campo blanco” (McComas, 2020). El primero sería una

entidad o sistema que nos resulta familiar, mientras que el segundo sería una entidad menos conocida y cuya comprensión buscamos facilitar recurriendo a la analogía. En la literatura sobre enseñanza con metáforas y analogías, una de las principales sugerencias que se encuentra consiste en proponer a los estudiantes analizar explícitamente los “alcances y limitaciones” de la analogía utilizada (Galagovsky y Adúriz-Bravo, 2001). Esto supone identificar aquellos componentes del “campo fuente” que tienen un elemento correspondiente en el “campo blanco” (los “alcances” de la analogía), así como aquellos componentes para los cuales no existe tal correlato (las “limitaciones” de la analogía). Se asume en general que este trabajo analítico ayuda a comprender en qué consisten ambos campos, especialmente el “blanco” que, en el contexto de la enseñanza de las ciencias naturales, será un modelo científico. Pero, más específicamente, este tipo de análisis previene que los estudiantes establezcan correspondencias espurias, extrapolaciones incorrectas, entre ambos campos. Si, por el contrario, utilizamos las analogías de un modo más bien espontáneo e improvisado (como usualmente hacemos en el discurso cotidiano, pero con frecuencia también en contextos educativos), sin detenernos a realizar estos análisis detallados y explícitos, el riesgo de que se establezcan tales relaciones indeseables es mayor.

Así, si decidiéramos introducir en las clases de evolución la analogía entre el diseño deliberado humano y la selección natural, deberíamos, entre otros criterios didácticos, diseñar actividades para que los estudiantes, con la guía del docente, analicen cuidadosamente los “alcances” y “limitaciones” de la analogía en cuestión (González Galli, 2016). Y el análisis de Dennett nos da las pistas principales para tal análisis. El rasgo más importante compartido por el proceso de selección y el proceso de diseño deliberado es que ambos producen objetos de diseño. Por otro lado, la principal diferencia es que solo en un caso (el diseño deliberado) hay intencionalidad y representación mental del objeto de diseño.

Si no aceptáramos la propuesta de Dennett de que en ambos casos tenemos “auténtico diseño” podríamos decir algo ligeramente diferente, señalando que la semejanza principal es que ambos procesos producen entidades que exhiben una organización funcional, esto es, sistemas cuyas partes, procesos y propiedades en general permiten que esas entidades (y sus partes) cumplan eficazmente funciones específicas: volar, nadar, hablar, capturar presas, hacer fotosíntesis, etc. Pero no parece que evitar

la palabra “diseño”¹⁵ cambie nada en términos conceptuales, y al evitarla perderíamos la oportunidad de enseñar a los estudiantes qué significa exactamente ese término cuando aparece en el contexto del discurso biológico como, de hecho, y tal como mostré antes, sucede con los libros de texto de biología.

Por su parte, la principal limitación de la analogía entre el diseño humano y la selección sería que en el primer caso —pero no en el de la selección— las razones que explican ese diseño o funcionalidad fueron previamente representadas en la mente de un diseñador intencional y consciente. Por el contrario, en el caso de la selección, es el proceso ciego de variación y reproducción diferencial lo que explica el diseño resultante.

Así, tras haber enseñado una versión básica de la teoría de la selección natural, se puede proponer a los estudiantes completar una tabla con una columna dedicada a la selección y otra dedicada al diseño tecnológico, de modo que en cada fila se compare algún aspecto específico en ambos procesos. Por ejemplo, se les puede pedir que especifiquen, para ambos casos, cuál es el rol del azar, qué factores limitan la producción de diseño (resultando en un diseño “subóptimo”), qué procesos generan la variación, qué mecanismos de herencia operan, etc. Se puede dar a los estudiantes algún texto que narre la historia de alguna innovación tecnológica para que dispongan de una fuente detallada del “campo fuente” que servirá de insumo para el análisis comparativo. Como resultará evidente, no es este un análisis trivial, por lo que qué aspectos comparar dependerá del nivel educativo en el que se esté trabajando. Un

¹⁵ Es probable que la reticencia a utilizar el término “diseño” derive, al menos parcialmente, del temor a dar la impresión de que se está concediendo algo a la “teoría del diseño inteligente”, una perspectiva religiosa que, engañosamente, y tal como ya señalé, se presenta a sí misma como científica. Esto ha llevado a algunos autores a acuñar neologismos que difícilmente contribuyen a aclarar el panorama conceptual. Así, por ejemplo, Richard Dawkins (1998) se ha referido a los organismos como “objetos diseñoides”: “Los objetos diseñoides son organismos vivos y sus productos. [...] parecen responder a un designio, tanto que mucha gente [...] piensa que han sido diseñados. Quienes así lo creen se equivocan, pero no en su convicción de que los objetos diseñoides no pueden ser resultado del puro azar. Los objetos diseñoides no son accidentales. En realidad, han sido contruidos por un magnífico proceso no aleatorio que crea una ilusión casi perfecta de designio” (Dawkins, 1998, p. 15). Desde ya, ese proceso es la selección natural.

modo de “andamiar” el proceso es ofrecer a los estudiantes una versión de la tabla en la que una de las columnas esté completa, de modo que sean ellos quienes deban pensar en cuál sería el factor equivalente en el otro campo.

En relación con la implementación de esta propuesta didáctica, cabe señalar que, aunque el enfoque epistemológico general (basado en la obra de Dennett) y el objetivo didáctico general (el desarrollo de una “vigilancia metacognitiva”) serían transversales para todo nivel educativo y todo contexto comunicativo, las posibles estrategias específicas deberán ajustarse a cada contexto. Por ejemplo, pretender que un sujeto “vigile” las expresiones teleológicas analizando su consistencia con la teoría de la selección natural solo tendrá sentido tras la instrucción formal en relación con dicho contenido. Así, actividades dirigidas a fomentar esa destreza solo podrían implementarse a partir de los últimos años de la educación secundaria. Dicho esto, sugiero que *algún* trabajo didáctico podría llevarse cabo en todo contexto de educación formal y que, además, cualquier comunicador en cualquier contexto podrá afinar su discurso ejerciendo él mismo una “vigilancia metacognitiva” sobre su propio uso de nociones y expresiones teleológicas.

Por último, una enseñanza basada en este marco teórico supondría que al enseñar la teoría de la selección natural deberíamos enseñar, además, explícitamente, ciertos contenidos metacientíficos (el rol de la teleología en la biología, el rol de las metáforas en la ciencia, etc.) y metaconceptuales (en qué casos la teleología es aceptable o no). Además del potencial de mejorar el aprendizaje de un contenido específico (la teoría de la selección natural, en este caso) ambos objetivos contribuirían a algunas de las grandes metas de la enseñanza en ciencias, a saber, enseñar sobre la *naturaleza de la ciencia* (McComas, 2020) y fomentar la metacognición y el aprendizaje autorregulado (Jorba y Casellas, 1997; Swartz *et al.*, 2017).

4. Conclusiones

En este trabajo reseñé algunos aspectos de la filosofía de Daniel Dennett vinculados con el problema de la teleología. Aunque espero haber sido fiel a las ideas de este autor, lo ofrecido es en rigor mi interpretación y síntesis de dichos desarrollos. Así, intenté mostrar (sección 2) que las ideas de Dennett en relación con lo que implica la teoría de la selección natural para nuestra comprensión del mundo orgánico y la mente humana suponen una mirada original y coherente en relación

con varios problemas relacionados con la teleología. Las posturas de diseño e intencional (sección 2.1), la biología como ingeniería reversa (sección 2.2) y una idea “fuerte” de diseño biológico (sección 2.3) son distintas caras del supuesto fundamental de que la selección natural es un proceso significativamente análogo al de diseño humano deliberado, perspectiva que se extiende por igual a los productos de ambos procesos.

Luego, abordé cuestiones educativas (sección 3), presenté lo que denominé “el problema de la teleología en la enseñanza de la biología” (sección 3.1) y caractericé dos perspectivas en relación con dicho problema (sección 3.2). En relación con esta última cuestión, apartándome de las perspectivas tradicionales “eliminacionistas”, propuse una alternativa general que apunta a fomentar una “vigilancia metacognitiva” de los estudiantes sobre sus intuiciones teleológicas. Luego desarrollé una versión más específica de esta segunda perspectiva basada en la idea dennettiana de que existe auténtico diseño en la naturaleza y en el supuesto de que dicho enfoque se basa en una analogía entre los procesos de diseño humano y selección (sección 3.3). Por falta de espacio, me limité a ofrecer algunas sugerencias generales en relación con cómo llevar a la práctica esta propuesta didáctica.

¿Aprenderían mejor los estudiantes biología evolutiva —y, en particular, la teoría de la selección natural— si en vez de buscar la eliminación o inhibición de las intuiciones teleológicas fomentáramos una vigilancia metacognitiva basada en el enfoque aquí propuesto?, ¿daría mejores resultados una enseñanza basada en la noción de que lo que encontramos en la biología es auténtico diseño? En el actual estado de la investigación, no puedo afirmar que dicho enfoque vaya a producir necesariamente mejores resultados en términos de aprendizaje. Sin embargo, sí nos consta que el enfoque tradicional no ha dado buenos resultados, por lo que necesitamos transitar nuevos caminos en la enseñanza de estos contenidos. Espero con este trabajo haber ofrecido algunas pistas conceptuales que sean de utilidad para explorar algunos de esos nuevos caminos posibles, caminos que también habremos de explorar empíricamente.

Por último, creo que los problemas aquí analizados ponen en evidencia que los límites entre la biología, la filosofía de la biología y la didáctica de la biología son menos nítidos de lo que habitualmente se asume. Esto es consistente con la propuesta de algunos filósofos que sugieren que, además de los clásicos contextos de descubrimiento y justificación, deben considerarse los de aplicación y enseñanza (Echeverría, 1998). Esto

es, la enseñanza de la biología sería parte de la propia biología. En este sentido, el problema didáctico que he abordado ha dado lugar a nuevas preguntas en relación con la teleología. La inadecuación para los fines didácticos de ciertos enfoques epistemológicos sobre el problema de la teleología ha vuelto la mirada hacia la filosofía de la biología en busca de otros enfoques más útiles. No podría afirmar que el hecho de que enfoques como el de Dennett resulten más prometedores desde el punto de vista didáctico pueda considerarse un argumento a su favor en la arena epistemológica. Sin embargo, me permito finalizar este escrito sugiriendo que una naturalización de la teleología como la que resulta del análisis de Dennett parece al mismo tiempo una mejor solución al problema en la filosofía de la biología (principalmente porque da cuenta de las prácticas de los biólogos reales) y una guía útil en relación con el problema didáctico. Considerando que ciencia, filosofía de la ciencia y didáctica de la ciencia son solo enfoques perspectivas sobre diferentes aristas de esa única y compleja empresa que llamamos “ciencia”, el enfoque de Dennett parece ofrecer soluciones satisfactorias en todos los planos.

Bibliografía

- Ackerman, R. y Thompson, V. A. (2017). Meta-Reasoning: Monitoring and Control of Thinking and Reasoning. *Trends in Cognitive Sciences*, 21, 607-617. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2017.05.004>
- Alberts, B., Bary, D., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K. y Watson, J. (1994). *Molecular Biology of the Cell*. Garland Publishing Inc.
- Allen, C., Bekoff, M. y Lauder, G. (1998). *Nature's Purposes: Analyses of Function and Design in Biology*. MIT Press. <https://doi.org/10.1080/713659339>
- Arango-Muñoz, S. (2011). Two Levels of Metacognition. *Philosophia*, 39, 71-82. <https://doi.org/10.1007/s11406-010-9279-0>
- Atran, S., Medin, D., Lynch, E., Vapnarsky, V., Ucan Ek, E. y Sousa, P. (2001). Folkbiology Doesn't Come from Folkpsychology: Evidence from Yukatek Maya in Cross-Cultural Perspective. *Journal of Cognition and Culture*, 1(1), 3-42. <https://doi.org/10.1163/156853701300063561>
- Brock, R., Tsourakis, N. y Kampourakis, K. (2024). Using Text Mining to Identify Teleological Explanations in Physics and Biology Textbooks: An Exploratory Study. *Science & Education*, 34, 2167-2188. <https://doi.org/10.1007/s11191-024-00513-3>

- Caponi, G. (2020). The Darwinian Naturalization of Teleology. En L. Zaterka y L. Baravalle (eds.), *Life and Evolution: Latin American Essays on the History and Philosophy of Biology* (pp. 121-142). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-39589-6_8
- Caponi, G. (2023). Function, Adaptation, and Design in Biology. En J. Gayon, A. de Ricqlès y A. Dussault (eds.), *Functions: From Organisms to Artefacts* (pp. 115-134). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-31271-7_9
- Clement, J. (1993). Using Bridging Analogies and Anchoring Intuitions to Deal with Student's Preconception in Physics. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(10), 1241-1257. <https://doi.org/10.1002/tea.3660301007>
- Coley, J. D. y Tanner, K. D. (2012). Common Origins of Diverse Misconceptions: Cognitive Principles and the Development of Biology Thinking. *CBE Life Sciences Education*, 11(3), 209-215. <https://doi.org/10.1187/cbe.12-06-0074>
- Cupo, B., González Galli, L. y Soto, I. (2024, 2-6 de septiembre). *Avances en la caracterización de la regulación metacognitiva en el aprendizaje del modelo de evolución por selección natural*. [Conferencia]. 17th International History, Philosophy and Science Teaching Conference, Buenos Aires, Argentina.
- Crelier, A. (2022). Artefacto. En D. Parente, A. Berti y C. Celis (eds.), *Glosario de filosofía de la técnica* (pp. 62-66). La Cebra.
- Dawkins, R. (1998). *Escalando el monte improbable*. J. Ros (trad.). Tusquets.
- De Camilloni, A. R. W. (2001). *Los obstáculos epistemológicos en la enseñanza*. A. Bixio (trad.). Gedisa.
- Dennett, D. (1991). *La actitud intencional*. D. Zadunaisky (trad.). Gedisa.
- Dennett, D. (1995). *La peligrosa idea de Darwin*. C. Pérez Blanco-Morales(trad.).Galaxia Gutemberg.
- Dennett, D. (2009). Intentional Systems Theory. En A. Beckermann, B. McLaughlin y S. Walter (eds.), *The Oxford Handbook of Philosophy of Mind* (pp. 339-350). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199262618.003.0020>
- Dennett, D. (2015). *Bombas de intuición y otras herramientas de pensamiento*. L. Leucona (trad.). Fondo de Cultura Económica.
- Diéguez, A. (2012). *La vida bajo escrutinio. Una introducción a la filosofía de la biología*. Buridán.
- Hanisch, S. y Eirdosh, D. (2023). Teaching for the Interdisciplinary Understanding of Evolutionary Concepts. En A. du Crest, M. Valković,

- A. Ariew, H. Desmond, P. Huneman y T. Reydon (eds.), *Evolutionary Thinking Across Disciplines: Problems and Perspectives in Generalized Darwinism*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-33358-3_8
- Else, M., Clement, J. y Rea-Ramirez, M. (2008). Using Analogies in Science Teaching and Curriculum Design: Some Guidelines. En J. Clement. y M. Rea-Ramirez (Eds.), *Model Based Learning and Instruction in Science* (pp. 215-232). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6494-4_12
- Frankish, K. (2010). Dual-Process and Dual-System Theories of Reasoning. *Philosophy Compass*, 5(10), 914-926. <https://doi.org/10.1111/j.1747-9991.2010.00330.x>
- Futuyma, D. y Kirkpatrick, M. (2018). *Evolution*. Oxford University Press.
- 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: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 19(2), 231-242. <https://doi.org/10.5565/rev/eniencias.4000>
- Gayon, J., de Ricqlès, A. y Dussault, A. (2023). *Functions: From Organisms to Artefacts*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-31271-7>
- Gerlach, G. (2011). The Genus *Coryanthes*: A Paradygm in Ecology. *Lankesteriana: International Journal on Orchidology*, 11(3), 253-264. <https://doi.org/10.15517/lank.v11i3.18280>
- Ginnobili, S. (2010). *La teoría de la selección natural. Una exploración metacientífica*. Universidad Nacional de Quilmes Editorial.
- Godfrey-Smith, P. (2017). *Otras mentes. El pulpo, el mar, y los orígenes profundos de la consciencia*. J. Ros i Aragonés (trad.). Taurus.
- Godfrey-Smith, P. (2021). *Metazoos. La evolución de la vida y el nacimiento de la consciencia*. J. Ros i Aragonés (trad.). Shackleton Books.
- Godfrey-Smith, P. (2022). *Filosofía de la biología*. B. Villa Pacheco (trad.). Bauplan.
- González Galli, L. (2016). El problema de la teleología y la metáfora del diseño en biología: cuestiones epistemológicas e implicancias didácticas. *Tecné, Episteme y Didaxis*, 40, 149-173. <https://doi.org/10.17227/01203916.6151>
- González Galli, L. (2019). Permitido decir “para”: el problema de la teleología en la enseñanza de la biología. *Revista Científica*, 34(1), 49-62. <https://doi.org/10.14483/23448350.13710>
- González Galli, L. (2023). Analogías y enseñanza de la genética y la biología evolucionista. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 41(1), 63-78. <https://doi.org/10.5565/rev/eniencias.5615>

- González Galli, L. (2025). La evolución de un evolucionista: Michael Ruse y la teleología. *Metatheoria. Revista de Filosofía e Historia de La Ciencia*, 14(1), 47-66. <https://doi.org/10.48160/18532330me14.355>
- González Galli, L. y Meinardi, E. (2015). Obstáculos para el aprendizaje del modelo de evolución por selección natural en estudiantes de escuela secundaria de Argentina. *Ciencia y Educação*, 21(1), 101-122. <https://doi.org/10.1590/1516-731320150010007>
- González Galli, L., Pérez, G., Cupo, B. y Alegre, C. (2022). Revisión y revalorización del concepto de obstáculo epistemológico para la enseñanza de las Ciencias Naturales. *Ciência & Educação*, 28(13). <https://doi.org/10.1590/1516-731320220040>
- González Galli, L., Pérez, G., Cupo, B., Suárez, J., Dop, S. y Alegre, C. (2025). Un mundo extraño forjado por nuestra mejor ciencia. Aspectos contraintuitivos de la teoría de la evolución. En A. Gómez Galindo y G. Peñaloza (eds.), *Enseñar y aprender evolución. Perspectivas latinoamericanas* (pp. 13-50). Lito-Grapo.
- González Galli, L., Pérez, G. y Gómez Galindo, A. (2020). The Self-Regulation of Teleological Thinking in Natural Selection Learning. *Evolution: Education & Outreach*, 13(6). <https://doi.org/10.1186/s12052-020-00120-0>
- González Labra, M. J. (1997). *Aprendizaje por analogía. Análisis del proceso de inferencia analógica para la adquisición de nuevos conocimientos*. Trotta.
- Gould, S. y Lewontin, R. (1979). The Spandrels of San Marco and the Panglossian Paradigm: A Critique of the Adaptationist Programme. *Proceedings of the Royal Society of London B*, 205(1161), 581-598. <https://doi.org/10.1098/rspb.1979.0086>
- Hartelt, T. y Martens, H. (2024). Self-Regulatory and Metacognitive Instruction Regarding Student Conceptions: Influence on Students' Self-Efficacy and Cognitive Load. *Frontiers in Psychology*, 22(15). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1450947>
- Hempel, C. (1959). The Logic of Functional Analysis. En C. Hempel. *Aspects of Scientific Explanation and Other Essays in the Philosophy of Science* (pp. 297-330). Free Press.
- Hills, D. (2024). Metaphor. En E. Zalta y U. Nodelman (eds.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. <https://plato.stanford.edu/archives/fall2024/entries/metaphor/>
- Houdé, O. (2019). *3-System Theory of the Cognitive Brain: A Post-Piagetian Approach to Cognitive Development*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315115535>

- Jorba, J. y Casellas, E. (1997). *La regulación y la autorregulación de los aprendizajes*. Síntesis.
- Kahneman, D. (2019). *Pensar rápido, pensar despacio*. J. Chamorro Mielke (trad.). Debate.
- Kampourakis, K. (2013). Philosophy of Biology and Biology Education: An Introduction. En K. Kampourakis. (ed.), *The Philosophy of Biology: A Companion for Educators* (pp. 1-30). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-94-007-6537-5>
- Kampourakis, K. (2020). Students' "Teleological Misconceptions" in Evolution Education: Why the Underlying Design Stance, Not Teleology per se, Is the Problem. *Evolution Education & Outreach*, 13(1). <https://doi.org/10.1186/s12052-019-0116-z>
- Kelemen, D. (2012). Teleological Minds: How Natural Intuitions about Agency and Purpose Influence Learning about Evolution. En K. Rosengren, S. Brem, E. Evans y G. Sinatra (eds.), *Evolution Challenges: Integrating Research and Practice in Teaching and Learning about Evolution* (pp. 66-92). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199730421.003.0004>
- Krajcik, J. y Shin, N. (2023). Student Conceptions, Conceptual Change, and Learning Progressions. En N. G. Lederman, D. L. Zeidler y J. S. Lederman (eds.), *Handbook of Research on Science Education* (pp. 121-157). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780367855758-7>
- Lennox, J. (1993). Darwin Was a Teleologist. *Biology and Philosophy*, 8(4), 409-421. <https://doi.org/10.1007/BF00857687>
- Lewens, T. (2000). Function Talk and the Artefact Model. *Studies in History and Philosophy of Biology and Biomedical Sciences*, 31(1), 5-111. [https://doi.org/10.1016/S1369-8486\(99\)00040-0](https://doi.org/10.1016/S1369-8486(99)00040-0)
- Lewens, T. (2002). Adaptationism and Engineering. *Biology and Philosophy*, 17(1), 1-31. <https://doi.org/10.1023/A:1012915007444>
- Lewens, T. (2004). *Organisms and Artifacts. Design in Nature Elsewhere*. MIT Press. <https://doi.org/10.7551/mitpress/5172.001.0001>
- Lewens, T. (2007). Adaptation. En D. Hull y M. Ruse (eds.), *The Cambridge Companion to The Philosophy of Biology* (pp. 1-12). Cambridge University Press.
- Linares, R. e Izquierdo Aymerich, M. (2006). El rescate de la princesa encerrada en lo más alto de la más alta torre. Un episodio para aprender sobre analogías, símiles y metáforas. *El Hombre y la Máquina*, 27, 24-37.
- Mahner, M. y Bunge, M. (2000). *Fundamentos de biofilosofía*. Siglo XXI.

- McComas, W. (2020). *Nature of Science in Science Instruction: Rationales and Strategies*. Springer.
- McGuire, S. (2023). *Teach Students How to Learn Strategies You Can Incorporate into Any Course to Improve Student Metacognition, Study Skills, and Motivation*. Routledge.
- Micheli, P., Wilner, S. J., Bhatti, S. H., Mura, M. y Beverland, M. B. (2019). Doing Design Thinking: Conceptual Review, Synthesis, and Research Agenda. *Journal of Product Innovation Management*, 36(2), 124-148. <https://doi.org/10.5465/AMBPP.2018.16071abstract>
- Nagel, E. (1961). *The Structure of Science*. Harcourt.
- Oliva-Martínez, J. y Aragón-Méndez, M. (2009). Contribución del aprendizaje con analogías al pensamiento modelizador de los alumnos en ciencias: marco teórico. *Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 27(2), 195-208. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3731>
- Pérez, G. y González Galli, L. (2020). Una posible definición de metacognición para la enseñanza de las ciencias. *Investigações em Ensino de Ciências*, 25(1), 384-404. <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2020v25n1p384>
- Pozo, J. (2014). *Psicología del aprendizaje humano. Adquisición de conocimiento y cambio conceptual*. Morata.
- Proust, J. y Vauclair, J. (2003). Cognición animal. En O. Houdé, D. Kayser, O. Koenig, J. Proust y F. Rastier (eds.), *Diccionario de ciencias cognitivas. Neurociencia. Psicología. Inteligencia artificial. Lingüística. Filosofía* (pp. 56-60). C. Molinari Marotto (trad.). Amorrortu.
- Reynolds, A. (2022). *Understanding Metaphors in the Life Sciences*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781108938778>
- Rottmann, J., Zhu, L., Wang, W., Schillaci, R. S., Clark, K. J. y Kelemen, D. (2017). Cultural Influences on the Teleological Stance: Evidence from China. *Religion Brain & Behavior*, 7(1), 17-26. <https://doi.org/10.1080/2153599X.2015.1118402>
- Ruse, M. (2023). Teleología: ¿ayer, hoy y mañana? *Metatheoria*, 13(2), 125-142. <https://doi.org/10.48160/18532330me13.334>
- Sanz, C. M., Call, J. y Boesch, C. (2013). *Tool Use in Animals: Cognition and Ecology*. Cambridge University Press.
- Schachner, A., Zhu, L., Li, J. y Kelemen, D. (2017). Is the Bias for Function-Based Explanations Culturally Universal? Children From China Endorse Teleological Explanations of Natural

- Phenomena. *Journal of Experimental Child Psychology*, 157, 29-48. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2016.12.006>
- Schlosser, M. (2019). Agency. En E. Zalta (ed.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. <https://plato.stanford.edu/archives/win2019/entries/agency/>
- Searle, J. (1983). *Intentionality: An Essay in the Philosophy of Mind*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/cbo9781139173452>
- Short, T. (2002). Darwin's Concept of Final Cause: Neither New nor Trivial. *Biology and Philosophy*, 17(3), 322-340. <https://doi.org/10.1023/A:1020173708395>
- Shumaker, R., Walkup, K., Beck, B. y Burghardt, G. (2011). *Animal Tool Behavior: The Use and Manufacture of Tools by Animals*. John Hopkins University Press.
- Sober, E. (2018). *Philosophy of Biology*. Routledge.
- Stryer, L. (1995). *Bioquímica*. Reverté.
- Sultan, S., Moczek, A. y Walsh, D. (2022). Bridging the Explanatory Gaps: What Can We Learn from a Biological Agency Perspective? *Bioessays*, 44(1), e2100185. <https://doi.org/10.1002/bies.202100185>
- Swartz, R., Costa, A., Beyer, B., Reagan, R. y Kallick, B. (2017). *El aprendizaje basado en el pensamiento. Cómo desarrollar en los alumnos las competencias del siglo XXI*. A. Belén Flete (trad.). SM.
- Wright, L. (1976). *Teleological Explanations*. University of California Press. <https://doi.org/10.1525/9780520333697>
- Yang, G., Zhou, W., Qu, W., Yao, W., Zhu, P. y Xu, J. (2022). A Review of Ant Nests and Their Implications for Architecture. *Buildings*, 12(12), 2225. <https://doi.org/10.3390/buildings12122225>