

EL FANTASMA TELEOLÓGICO EN LA ENSEÑANZA DE LA BIOLOGÍA Y UNA PARADOJA QUE SE RESISTE A SER ERRADICADA

Manuel Alonso¹, Cristina Ambrosini², Susana Nothstein³, Matías Paczkowski¹

¹Departamento de Ciencias Biológicas, ²Departamento de Introducción al Pensamiento Científico, ³Departamento de Humanidades, Ciclo Básico Común, Universidad de Buenos Aires. Av. Int. Cantillo s/n, Ciudad Universitaria, Pab. III, PB, C1428EGA, Buenos Aires.
E-mail: m_alonso@live.com.ar

UBA | CBC

PALABRAS CLAVE: procesos teleológicos, procesos teleomáticos, procesos teleonómicos, epistemología, evolución.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVO. Antes de Darwin, el campo de la Biología era dominado por la visión heredada de Aristóteles (siglo III a. C.); luego, traducida por el cristianismo, dio lugar al "Creacionismo". La Vida, para Aristóteles, estaba presidida por una teleología natural, es decir, la tendencia de la naturaleza a desarrollar sus posibilidades o potencias, y esto en una doble dimensión: en el desarrollo de cada individuo biológico y en la naturaleza en su conjunto. Frente a la idea creacionista, la teoría de la evolución de Darwin opone la idea de la selección natural no finalista. El carácter "ciego" de este proceso, no orientado a ningún fin, marca una ruptura trascendental en nuestros modos de comprender el fenómeno de la Vida, y de nuestra inserción como seres vivos en el mundo natural y cultural. En la Biología actual podemos prescindir de una intencionalidad o una causa final para los procesos vitales. Por el contrario, para Aristóteles, la causa de un fenómeno tiene cuatro aspectos: la causa formal, la causa material, la causa eficiente y la causa final. Una explicación adecuada debería especificar estos cuatro aspectos; pero, sobre todo, dar cuenta de su causa final o telos.

A lo largo de la tradición occidental, la Biología mantuvo la visión teleológica. Así, en el siglo XVIII encontramos que Immanuel Kant mantiene esta visión para explicar, por ejemplo, las diferencias raciales en el color de la piel. Según esta teoría, los diferentes colores de la piel responden a las previsiones de la Naturaleza para sobrevivir en distintos medios naturales. Podemos advertir que su teoría, anterior a la de Darwin, admite la idea de un diseño de la Naturaleza orientado a la perpetuación de la Vida.

Según Mayr (2006) ninguna idea ha influido más en la Biología como este pensamiento teleológico. El término telos presenta un doble significado: el aristotélico, como proceso con un objetivo definido y previsible desde que comienza, y el referido a la terminación de un proceso dirigido hacia un estado final.

Por otra parte, resulta importante distinguir entre una explicación originada en causas próximas de carácter físico químico y causas remotas que producen un efecto adaptativo, referidas al papel biológico de la estructura, y que conducen a un análisis teleológico (Mayr 2006) con cinco categorías de actividades: a) teleomáticas que resultan en un estado final sin que sea relevante que las entidades implicadas sean vivas o formen parte de un proyecto; las mutaciones y la evolución son ejemplos; b) teleonómicas cuyo estado final resulta de la estructura de las entidades implicadas; son consecuencia, de la ejecución de un programa no intencional, cifrado en el material genético. La ontogénesis es un proceso teleonómico; c) teleológicas, fruto del comportamiento consciente; d) adaptación, que resulta un resultado a posteriori, más que una búsqueda de objetivos a priori, por tanto, tampoco es un proceso teleológico; e) teleología cósmica basada en la existencia de un gran Diseñador, o de un poder intrínseco, y en la tendencia del mundo hacia un progreso o perfección. Actualmente, está absolutamente descartada.

En la Biología actual, las explicaciones con sentido teleológico o conducta intencional ocasionan una paradoja con importantes implicancias didácticas: utilizar explicaciones predarwinianas o incluso antidarwinianas distorsiona la comprensión del hecho biológico a la luz de la teoría de la evolución, al no tener en cuenta los caracteres teleomático, teleonómico y adaptativo involucrados. El **objetivo** de este trabajo consistió en investigar la posible presencia recurrente de tal paradoja en manuales de Biología y de Bioquímica.

Efectuamos la búsqueda y análisis de este tipo de explicaciones teleológicas o de conducta intencional en un manual de Biología (Sadava *et al.*, 2009) y en dos manuales de Bioquímica (Devlin, 2000; Berg *et al.*, 2007), ampliamente utilizados en la enseñanza de cursos generales de estas disciplinas. Analizamos 45 casos en los que se observan formas de expresión teleológicas o que muestran intencionalidad. Exponemos algunos ejemplos de cada libro en los que se identifican las categorías de teleología propuestas por Mayr (2006).

ANÁLISIS DE CASOS

METABOLISMO

[1] *Muchos enzimas reguladores de velocidad tienen vidas medias relativamente cortas; por ejemplo, la de la piruvato carboxiquinasa es de 5 h. Desde un punto de vista teleológico esto es razonable, ya que proporciona un mecanismo para efectuar fluctuaciones en la actividad de una vía mucho más amplia de lo que sería posible mediante inhibición o activación de los niveles existentes de enzima* (Devlin, 2000, p. 175).

El autor hace un análisis explícitamente teleológico de un hecho que debe explicarse teleomáticamente (características de la secuencia de aminoácidos de la enzima que le da una vida media corta) y teleonómicamente (genes que forman parte de un programa entre cuyas características está la regulación metabólica).

[2] *El fin prioritario de los aminoácidos no es el catabólico, sino la síntesis de proteínas ¿Cuál es el fundamento de esta elección? El valor del la KM de las aminoacil-tRNA sintetetas es menor que el de los enzimas que participan en el catabolismo de los aminoácidos. Por tanto, los aminoácidos se emplean para sintetizar aminoacil-tRNAs en vez de ser catabolizados* (Berg *et al.*, 2007, p. 769-770).

La primera afirmación tiene una marcada intencionalidad. La pregunta que sigue, también, ya que se refiere a una elección fundamentada. Sin embargo, el texto, a continuación, proporciona una explicación basada en los parámetros físico-químicos (KM) de las enzimas, por lo cual deja de lado el pensamiento teleológico, y utiliza argumentos causales para justificar que los aminoácidos son utilizados preponderantemente —y no prioritariamente— en la síntesis proteica. Con este argumento de índole físico-química, se hace innecesaria la primera afirmación, no existe un fin prioritario ni elección alguna. Esta explicación se encuadra en las categorías teleomática (reacciones químicas) y de valor adaptativo. Además, al referirse a rutas metabólicas, tiene implícito un carácter teleonómico. Este es un ejemplo interesante de la paradoja que proponemos.

[3] *La glucólisis cumple dos objetivos: degrada la glucosa para producir ATP y suministra fragmentos carbonados para la biosíntesis* (Berg *et al.*, 2007 p. 762).

Esta explicación —una de las más inapropiadas del manual— le asigna a la ruta metabólica una intención y un diseño previos a su aparición. La aparición y el papel de esta vía como de cualquier otra no presentaron objetivos. La glucólisis implica reacciones químicas (carácter teleomático) y está dirigida por la información genética que codifica las enzimas que intervienen (teleonómico).

[4] *La esencia de esta interconversión [reducción del piruvato a lactato] es ahorrar tiempo y trasladar una parte de la carga metabólica del músculo activo a otros tejidos* (Berg *et al.*, 2007 p. 766).

En este caso el término "esencia" se utiliza como sinónimo de finalidad. La interconversión ocurre, dado que la célula cuenta con la enzima que cataliza tal reacción, sus consecuencias son una disminución en el tiempo de generación de algún otro producto y que la carga metabólica termine en otros tejidos.

[5] *Un átomo de carbono de una proteína de una hamburguesa puede terminar en ATP, grasa o CO₂, entre otros destinos. ¿De qué manera la célula "decide" la ruta metabólica por tomar?* (Berg *et al.*, 2007, p. 155).

Un sistema bioquímico como la célula o cualquiera de sus componentes no toma decisiones, al menos en el sentido en que nosotros usamos el término habitualmente. No obstante, dado que se usa entre comillas, el autor está advirtiendo su uso como metáfora. La objeción importante aquí es que si queremos aplicar esta metáfora debemos aludir a las rutas metabólicas, y no a la célula. Las vías metabólicas son las que muestran mayor o menor actividad en la utilización de determinados precursores, y esto se debe, para ser más precisos a la regulación de la actividad de enzimas clave en cada ruta. Sus parámetros físico-químicos son la causa de que estas enzimas interactúen con determinados metabolitos y, como consecuencia, aumenten o disminuyan su actividad y por consiguiente la de la vía.

COMPORTAMIENTO Y ECOLOGÍA DEL COMPORTAMIENTO

[6] *Los animales pueden ingerir algunos alimentos por razones diferentes de las de obtener la energía o los nutrientes que proporcionan. Por ejemplo, algunas especies de ranas tienen veneno en la piel. Al igual que muchos otros animales que se defienden de los depredadores con compuestos tóxicos, estas ranas tienen colores brillantes y prominentes que advierten a los posibles depredadores sobre los peligros de comerlas. ¿Dónde obtienen las ranas estos venenos? Algunas especies los obtienen de la ingestión de ciertas especies de hormigas. Las ranas pueden comerlas porque son inmunes a los venenos de las hormigas* (Sadava *et al.*, 2009, p. 1151).

Las ranas no "saben" que la ingestión de hormigas les proporciona un veneno que acumularán bajo la piel. No hay una razón defensiva, de comer hormigas venenosas para que les proporcionen este veneno. Las comen porque se desencadena en ellas un estímulo (proceso teleomático). La coloración aposemática es producto de una convergencia de dos hechos aleatorios surgidos a través de millones de años que, por su valor adaptativo, han sido favorecidos por la selección natural.

[7] *Como ejemplo, se considerarán algunas pruebas de la hipótesis de que los animales toman decisiones entre presas disponibles de forma de maximizar la tasa a la que obtienen energía. [...] (Sadava *et al.*, 2009, p. 1149).*

Los animales no toman este tipo de decisiones: la "elección de una presa" puede estar dada porque, por ejemplo, al estar enferma o ser más vieja, corre menos y resulta más fácil llegar a ella. Sin que el predador lo sepa, esto ocasiona un ahorro de energía y de tiempo. No hay un razonamiento, sino un encuentro conveniente. Aquí se evidencian fundamentalmente las categorías teleonómicas y el valor adaptativo.

[8] *En junio y julio, cuando las hembras son menos receptivas, estos costos elevados de defensa territorial vigorosa probablemente superaron los beneficios reproductivos de la territorialidad. Este puede ser el motivo por el cual las lagartijas esperan el avance del verano para realizar esos comportamientos.* (Sadava *et al.*, 2009, p. 1149).

La espera es una decisión humana, que se le está endilgando a una lagartija. Además, ¿cómo puede determinar una lagartija una relación costo-beneficio perjudicial, que la lleve a esperar otro momento para aparearse? La frase debería ser: por tal motivo, es probable que se hayan seleccionado evolutivamente aquellas lagartijas que se aparean al final de verano.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.

Las formas de expresión que atribuyen a seres vivos, a sus comportamientos y a sus estructuras y/o procesos, propósitos deliberados, intencionales y conscientes son denominadas por algunos autores metáforas de intencionalidad (Kacelnik, 2009). Chaves Mejía (2009) señala que estas expresiones pueden llegar a inducir un razonamiento teleológico o metafísico no verificable por la ciencia.

No ponemos en discusión la calidad de los manuales analizados, obras reconocidas de autores de prestigio internacional. Sin embargo, observamos en ellos muchos ejemplos de la paradoja que se presenta entre procesos teleonómicos, teleomáticos y su valor adaptativo, por un lado, y los procesos teleológicos, por otro. Es probable que el origen de esta paradoja radique, al menos en parte, en la forma en que nos expresamos habitualmente, sin diferenciar entre los actos intencionales de un ser humano, producto de un razonamiento, y aquellos observados en los seres vivos como consecuencia de procesos teleomáticos y teleonómicos que pueden otorgarles un valor adaptativo. Las expresiones analizadas contienen un resabio importante de las formas de pensar aristotélica y kantiana mencionadas en la introducción.

Castro y Valbuena (2007) y Chaves Mejía (2009) dan cuenta de que utilizar expresiones que suponen intencionalidad o la existencia de una conducta consciente puede constituir un obstáculo epistemológico en el aprendizaje de la teoría de la evolución. Coincidimos, pero consideramos que, además, constituyen obstáculos para el aprendizaje de la Biología en general y pueden generar interpretaciones erróneas acerca de cualquier proceso, estructura o comportamiento biológico. De hecho, muchos de los casos analizados aquí no hacen una referencia explícita a la evolución, sino que se relacionan directamente con procesos de tipo teleomáticos o teleonómicos. Conservan, sin embargo, el fantasma teleológico tan difícil de erradicar.

FISIOLOGÍA - QUÍMICA FISIOLÓGICA

[9] *Asimismo, el cerebro ha diseñado un sistema de filtración muy eficiente, mediante el cual los objetos del interior del ojo que podrían originar una distorsión en la visión, se vuelven invisibles* (Devlin, 2000, p. 932).

Se atribuye al cerebro una intencionalidad consciente, cuando en realidad debería referirse a un resultado evolutivo, que muestra un valor adaptativo.

[10] *La meta de la digestión y la absorción del alimento para cualquier animal es la nutrición* (Sadava *et al.*, 2009, p. 1089).

Confunde un proceso teleonómico (debido a un programa genético) y teleomático (presencia de enzimas y transportadores específicos), con un proceso teleológico (intencional), y de teleología cósmica.

[11] *El principal objetivo del riñón es producir orina, que sirve de vehículo para excretar productos de desecho del metabolismo y para mantener la osmolaridad de los fluidos orgánicos (p. 768). [...] Los materiales plasmáticos hidrosolubles, como la glucosa, y la propia agua se reabsorben para evitar pérdidas costosas* (Berg *et al.*, 2007, p. 769).

Un órgano no tiene objetivos. La reabsorción ocurre simplemente porque es un proceso que ha sido beneficioso desde el punto de vista adaptativo. Su valor adaptativo consiste en evitar la pérdida de agua.

[12] *Uno de los principales fines de las muchas alteraciones bioquímicas que tienen lugar en este período [ciclos ayuno-alimentación] es mantener la homeostasis de la glucosa [...] (Berg *et al.*, 2007, p.770). [...] La primera prioridad del metabolismo en el ayuno es suministrar suficiente cantidad de glucosa al cerebro y a otros tejidos (por ejemplo, los glóbulos rojos) que son totalmente dependientes de este combustible* (Berg *et al.*, 2007, p. 772).

Esta es nuestra forma lógica de pensar. Pero las células, órganos y sistemas de órganos no piensan. El hecho de que en estado de ayuno se activen ciertas rutas metabólicas, no es causado por una prioridad misteriosa, sino por las características de los parámetros físico-químicos de las proteínas involucradas y de su interacción o falta de ésta con determinados sustratos que se encuentran en distintas concentraciones debido al estado nutricional. La consecuencia de estas interacciones es la producción de glucosa que las células del cerebro pueden capturar preferencialmente a las de otros tejidos, debido a los parámetros físico-químicos de sus propias proteínas (transportadores de membrana y enzimas específicas).

Utilizar el término "prioridad" implica un diseño previo, una intencionalidad, a la que subyace una lógica animista inexistente. Un claro proceso teleonómico y adaptativo.

REFERENCIAS

- 1.- Berg, J. M.; J. L. Tymoczko y L. Stryer (2007). *Bioquímica*. Barcelona: Reverté, 6ª edición, 2008.
- 2.- Castro, J.; Valbuena, E. (2007). ¿Qué biología enseñar y cómo hacerlo? Hacia una resignificación de la biología escolar. *Tecné, Episteme y Didaxis*, (Colombia) 1(22): 126-145.
- 3.- Chaves Mejía G. A. (2009). La teleología como un obstáculo epistemológico en la enseñanza de la evolución. *Bio-grafía: Escritos sobre la Biología y su Enseñanza* 2 (1), 1-9.
- 4.- Devlin, T. M. (2000). *Bioquímica*. Barcelona: Reverté, 1999.
- 5.- Kacelnik, A. (2009). Evolución y comportamiento. *Ciencia Hoy*, 19 (113): 11-19.
- 6.- Mayr, E. (2006). *Por qué es única la Biología. Consideraciones sobre la autonomía de una disciplina científica*. Buenos Aires: Katz.
- 7.- Sadava, D., et al (2008). *Vida, la ciencia de la Biología*. Buenos Aires: Médica Panamericana, 8ª edición, 2009.