

### LAS CAUSAS PRÓXIMAS, LAS CAUSAS REMOTAS Y LA EVO-DEVO

#### PROXIMATE CAUSES, ULTIMATE CAUSES AND EVO-DEVO

Dino Ventura Rubio\*

#### Resumen

El artículo introduce al actual debate sobre la filosofía de la biología, a partir de la diferencia entre causas remotas y causas próximas. Esta distinción permite diferenciar entre biología evolutiva y biología del desarrollo. A pesar de los nuevos conocimientos que tenemos de la Evo-Devo, sostenemos que todavía se puede trazar una línea divisora entre biología evolutiva y biología funcional. En primer lugar, revisamos las diferencias entre biología evolutiva y biología del desarrollo. En segundo lugar, discutimos la separación entre causa remota y causa próxima. En tercer lugar, examinamos qué se entiende por Evo-Devo. Por último, señalamos que hay una diferencia metodológica y epistemológica entre biología evolutiva y biología funcional.

*Palabras clave:* Biología evolutiva, Biología del desarrollo, Causa remota, Causa próxima, Evo-Devo.

#### Abstract

This article introduces the current debate about philosophy of biology, starting from the difference between ultimate causes and proximate causes. This distinction allows the differentiation between evolutionary biology and developmental biology. Despite the newer knowledge that we have about Evo-Devo, we claim that it is still possible to draw the line between evolutionary biology and functional biology. Firstly, we go through the differences between evolutionary biology and developmental biology. Secondly, we discuss the division between ultimate cause and proximate cause. Thirdly, we examine what is understood as "Evo-Devo". Finally, we point out that there is a methodological and epistemological difference between evolutionary biology and functional biology.

*Key words:* Evolutionary biology, Developmental biology, Ultimate cause, Proximate Cause, Evo-Devo.

*Recibido:* 17.X.2014 *Aceptado:* 30.XII.2014

\* Profesor de la Universidad de Santiago de Chile y Universidad Andrés Bello.  
dinoventuracl@yahoo.com

## 1. Introducción

En 1961 el biólogo evolucionista Ernst Mayr introdujo la distinción entre dos tipos de causas en biología: las causas próximas y las causas remotas. Las causas próximas se presentan en el ámbito de la biología del desarrollo y las causas remotas en la biología evolutiva. Por ejemplo, las causas próximas se presentan durante el transcurso de la vida del organismo. En cambio, las causas últimas ocurren antes de la vida del organismo, es decir, ocurren en su historia evolutiva. Sin embargo, en los últimos años, algunos biólogos y filósofos de la biología han desafiado la distinción de Mayr. Especialmente los teóricos de la Evo-Devo que han propuesto eliminar esta distinción.

Este artículo pretende defender la distinción de Mayr. En particular argumentaremos que a pesar de los nuevos conocimientos de la Evo-Devo, aún es posible hacer una clara diferencia entre biología funcional y biología evolutiva. Sin embargo, la diferencia entre estas dos disciplinas, radica en su carácter epistemológico antes que ontológico. Para ello, en primer lugar, revisamos brevemente las diferencias entre biología evolutiva y biología funcional. En segundo lugar, examinamos la distinción entre causas próximas y causas remotas. En tercer lugar, definimos qué se entiende por Evo-Devo. Y por último, sobre la base de lo anterior, argumentamos a favor de una distinción entre biología evolutiva y biología funcional.

## 2. Biología funcional y biología evolutiva

- a) **Biología funcional:** La biología del desarrollo es la rama de la biología que se encarga del estudio de los procesos mediante los cuales los organismos crecen y se desarrollan. Asimismo, la biología funcional está relacionada con la operación e interacción de elementos estructurales, desde moléculas hasta órganos e individuos completos. Mayr se pregunta qué responde un biólogo funcional frente a la pregunta: ¿Cómo funciona algo?, ¿Cómo se dirige su funcionamiento? Por ejemplo, podríamos sugerir que la fisiología nos dice cómo se componen los organismos para hacer lo que hacen.

Según Mayr, el objetivo del biólogo funcional es aislar el componente específico que estudia, y en un momento particular de su estudio trata con un solo individuo, un solo órgano, una célula, o una parte de la célula. Esto es, intenta eliminar o controlar todas las variables, y su técnica principal es el experimento.

- b) **Biología evolutiva:** La biología evolutiva estudia las causas últimas (evolutivas) del origen y diferenciación de las especies, o en términos generales, de cualquier sistema biológico con capacidad de reproducción, herencia y variación entre generaciones. Además, podemos indicar que el biólogo evolutivo difiere del método anterior, esto es, del método experimental, y en los problemas que le interesan. La pregunta que se hace es: ¿“por qué”? Según Mayr, cuando el evolucionista se pregunta “¿por qué?” siempre tiene en mente lo histórico, es decir, “¿cómo fue?”

La biología evolucionista al ser una ciencia histórica es muy diferente de las ciencias exactas en su marco conceptual y metodológico. Mayr sostiene que la biología evolutiva trata, por regla general, con fenómenos singulares, tales como la extinción de los dinosaurios, el origen de los seres humanos, las novedades evolutivas, la explicación de la diversidad orgánica, entre otros. Como no es posible hacer experimentos de la extinción de los dinosaurios o del origen de la humanidad, el biólogo evolutivo introduce un notable y nuevo método heurístico, el de las narrativas históricas (cf. Mayr 2006, p. 50.) Estas consisten en que el científico tiene que trazar una historia en la cual selecciona eventos relevantes para encontrar las causas –por ejemplo– por qué la hiedra crece hacia la luz del sol. Si esta pregunta la contesta un biólogo funcional la respondería: describiendo como los mecanismos presentes en cada planta que permiten a la misma empeñarse en ir hacia la luz. Sin embargo, también la pregunta se refiere a por qué la hiedra (o sus ancestros) ha desarrollado la capacidad de buscar la luz. El biólogo funcional ve una planta que crece hacia la luz y conecta ese efecto con una causa que existe en el propio tiempo de vida del organismo. Por el contrario, el biólogo evolucionista busca la explicación en el pasado remoto, esto es, intenta dar una explicación filogenética más distal o última de esta planta.

### 3. Causas próximas y causas remotas

Para poder explicar mejor la distinción entre causas próximas y causas remotas, consideremos el propio ejemplo que nos da Mayr en su artículo “Causa y efecto en biología”:

¿Por qué el curruca, que estaba en mi casa de verano en New Hampshire, comenzó su migración hacia el sur en la noche del 25 de agosto?

Nuestro autor alude a cuatro posibles causas:

- a) Causa ecológica: El curruca debe migrar porque si pasa el invierno en New Hampshire morirá de hambre.
- b) Causa genética: El curruca en el curso de la historia evolutiva de su especie ha adquirido una constitución genética que lo induce a responder apropiadamente a un determinado cambio de estímulos del ambiente.
- c) Causa fisiológica intrínseca: El curruca vuela hacia el sur porque su migración está relacionada con la fotopericidad, esto es, responde al decremento de la longitud del día.
- d) Causa fisiológica extrínseca: Finalmente, el curruca migró el 25 de agosto porque una masa de aire frío con vientos del norte pasó sobre nuestra zona ese día.

Las dos primeras causas serían ejemplos de causas remotas o evolutivas, y las dos últimas serían ejemplos de causas próximas. Las causas evolutivas tienen una historia, porque han sido incorporadas al sistema a través de miles de generaciones de selección natural.

A partir de la distinción entre causas próximas y causas evolutivas, podemos decir que los biólogos funcionalistas están interesados en analizar las causas próximas; y los biólogos evolucionistas están interesados en analizar las causas remotas. Las causas remotas, según Mayr, no sólo han actuado durante largos períodos, y más concretamente en el pasado evolutivo de la especie, sino que también presentan la peculiaridad de que sus efectos se registran a nivel poblacional y no individual. De este modo, puede contestar a preguntas como: “¿por qué los animales del desierto suelen tener la misma coloración que en el sustrato?”, o “¿por qué las aves insectívoras de las zonas templadas migran en otoño a regiones subtropicales o tropicales?”

En cambio, la biología funcional, concierne a las estructuras, funciones y actividades por medio de las cuales se integra y se constituye el organismo individual. Las causas próximas que interesan a la biología funcional, siguiendo a Mayr, ocurren aquí y ahora, en un momento concreto, en una fase concreta del ciclo celular de un individuo durante la vida de un individuo: “siendo que, tanto por el carácter actual como por el hecho de que sus efectos se registren en el plano del organismo individual, el tipo de factor que se apunta como causa del fenómeno a explicar se presta a un tipo de manipulación experimental semejante a la que se opera en el campo de la física y la química” (Caponi 2001, p. 27). La finalidad de estas disciplinas consiste en explicar los fenómenos vitales

en términos de la interacción de elementos tales como órganos, tejidos, reacciones químicas y estructuras moleculares. Lo anterior nos permite entender que la biología funcional se interesa en las causas próximas, y que puede reducirse a términos puramente físicos y químicos.

Al llegar a este punto podemos apreciar la diferencia entre la biología evolutiva y la biología funcional. La primera tiene una actitud evolucionista que observa al organismo como miembro de una historia que se trasunta en una biología interesada en explicar y describir. En cambio la segunda, según el autor, tiene una actitud reduccionista, al proponer una biología puramente mecanicista, que tiene como meta explicar los fenómenos vitales en términos puramente físico-químicos.

Una de las características que posee la biología evolutiva es el estudio de la complejidad de los sistemas vivientes. No existen en el universo sistemas inanimados que sean tan complejos como los sistemas biológicos constituidos de macromoléculas y células. Para Mayr estos sistemas son ricos en propiedades emergentes, ya que constantemente aparecen nuevos grupos de propiedades en cada nivel de integración. El dimorfismo sexual es una propiedad emergente, aunque lo podemos explicar en términos puramente físicos. Como sugiere Mayr tendrían que existir otros factores causales, que no son explicados por la física o la química, y éstos serían las causas remotas o evolutivas. En este punto es preciso preguntar por qué sucede semejante dimorfismo sexual. Como sugiere Mayr tendrían que existir otros factores causales, distintos a los puramente físico-químicos.

Otra manera de expresar la diferencia, de acuerdo con Mayr, entre causas próximas y causas remotas, es que las primeras gobiernan las respuestas de los individuos y sus órganos a los factores inmediatos del ambiente, en cambio las segundas son responsables de la evolución del programa de información de ADN, del que todos los individuos están dotados.

#### 4. ¿Qué es la Evo- Devo?

La *Evo-Devo* se desarrolla a partir de los años 30, cuando el neo-darwinismo es relanzado como el paradigma estándar de la Teoría de la Evolución. Uno de sus intereses fundamentales está en la embriología debido a su importancia para la comprensión de la evolución.

La *Evo-Devo*, tal como la define Alessandro Minelli (2010), es el resultado de una unión teórica entre biólogos del desarrollo y biólogos de la evolución. Así, los biólogos de la *Evo-Devo* están interesados en ambos campos, esto es, en la ontogenia y en los cambios que producen los li-

najes o en poblaciones. Además otros autores -como S. Carroll- la consideran como la disciplina que tiene el objeto de entender la evolución de complejas estructuras de organismos mediante la aplicación de los métodos de la genética del desarrollo. Sin embargo, otros autores tales como J.L. Hendrikse, T. E. Parsons y Benedikt Hallgrímsson reconocen a la Evo-Devo como un programa de investigación autónoma que se centra en la evolución del desarrollo, y en innovaciones evolutivas y capacidad de evolución. Esto sugiere entonces que aún ahora los biólogos involucrados no se ponen de acuerdo acerca de una definición precisa de la *Evo-Devo*.

Según Minelli, de acuerdo a la biología evolutiva del desarrollo la evolución es en gran medida una función de la capacidad de los sistemas de desarrollo para generar variación. La variación del desarrollo se traduce en fenotipos conforme a lo que se ha llamado la restricción o constreñimiento del desarrollo. Este término que es usado en biología evolucionaria del desarrollo, lo podemos definir como “un sesgo en la producción de variantes fenotípicas, o una limitación de la variabilidad fenotípica causada por la estructura, carácter, composición, o dinámica del sistema en desarrollo” (Caponi 2012: 52).

Para Minelli, el concepto de capacidad de evolución se puede interpretar como ajeno al programa neo-darwinista, ya que este último identifica variación con variación genética. Según esta teoría el proceso evolutivo está basado en la variabilidad genética de las poblaciones que son causadas por la mutación y la recombinación de los genes en la reproducción sexual.

Todo lo anterior sugiere que las razones para trazar una distinción entre biología evolutiva y biología del desarrollo siguen estando disponibles, en particular debido a que en nuestra opinión de la biología evolutiva y de la biología del desarrollo surgen por necesidades diferentes y responden, si se las examina desde la perspectiva causal, a diferentes tipos de causas. La biología evolutiva, entendida como una ciencia histórica, según nuestro juicio, resulta muy diferente de las ciencias exactas en su marco conceptual y metodológico, porque responde a causas remotas. En cambio, la biología del desarrollo responde a las causas próximas, debido a que se encarga de la operación e interacción de elementos estructurales, desde las moléculas hasta órganos e individuos completos.

## 5. Conclusión

Nosotros sostenemos que la teoría de la evolución y la teoría del desarrollo son diferentes tanto metodológicamente como epistemológi-

camente porque metodológicamente la teoría del desarrollo utiliza experimentos; es decir, intenta acotar, eliminar, o al menos controlar todas las variables. El procedimiento que sigue el biólogo es la observación y el experimento. Su aproximación a los fenómenos biológicos es similar a la del físico o el químico. En cambio, la teoría de la evolución tiene como método la historia. Si consideramos la siguiente pregunta ¿Por qué crece la hiedra hacia la luz del sol? El biólogo funcional señala que los mecanismos presentes en cada planta le permiten empeñarse en ir hacia la luz. La pregunta también se puede referir a por qué la hiedra (o sus ancestros) ha desarrollado la capacidad de buscar la luz. El biólogo funcional observa una planta que crece hacia la luz y conecta ese efecto con una causa que existe en el tiempo de vida del organismo. El biólogo evolucionista, en cambio, busca la explicación en el pasado remoto, porque intenta dar una explicación filogenética más distal o última.

En este punto, algunos biólogos nos podrían replicar que en la teoría de la evolución también hay experimentos semejantes que en la biología del desarrollo. Cuando se almacenan bacterias para su experimento, por ejemplo la bacteria *Escherichia coli*. En estos experimentos podemos observar que estas bacterias siguen creciendo, mutando y evolucionando. Aceptamos este punto, sin embargo defendemos nuestra posición desde la macro evolución. Hasta lo que hemos investigado, no conocemos experimentos del por qué de la extinción de los dinosaurios o de la evolución del ala. Es por ello que creemos que la teoría de la Evolución es diferente metodológicamente de la teoría del desarrollo.

Son diferentes epistemológicamente, ya que en la teoría del desarrollo podemos conocer y aislar el fenómeno de manera directa, por ejemplo, podemos conocer todo el proceso embriogénético desde el cigoto hasta la etapa de adultez. En cambio, en la teoría de la evolución tenemos más dificultad de conocer el fenómeno porque es necesario trazar una historia: las llamadas narrativas históricas. Para explicar lo anterior citaremos el ejemplo que nos da Mayr:

[...] ilustrar este método aplicándolo a la extinción de los dinosaurios, ocurrida a fines del *Cretácico*, hace unos 75 millones de años. Una narrativa explicativa temprana proponía que había sido víctimas de una epidemia especialmente virulenta contra la cual no habían podido adquirir inmunidad. Este argumento, empero, encontró una serie de objeciones serias, y fue sustituido por una nueva propuesta, según la cual la extinción había sido provocada por una catástrofe climática. Sin embargo, ni los climatólogos ni los geólogos pudieron encontrar pruebas de semejante evento climático, y esta hipótesis también tuvo que ser abandonada. No obstante, cuando el físico Álvarez postuló la extinción de los dinosaurios había

sido provocada por las consecuencias del impacto de un asteroide sobre la Tierra, todo lo observado concordó con este argumento. El descubrimiento del cráter del impacto en Yucatán contribuyó a reforzar la teoría de Álvarez. Ninguna observación posterior entró en conflicto con esta teoría (Mayr 2006, p. 51).

En esta extensa cita nos damos cuenta que para explicar la extinción de los dinosaurios fue necesario construir una narrativa histórica y posteriormente es puesta a prueba en cuanto a su valor explicativo.

### Referencias bibliográficas

- Caponi, G. (2001). "Biología funcional vs biología evolutiva". *Episteme* 12: 23-46.
- (2012). *Réquiem por el centauro*. México: Centro de Estudios Filosóficos.
- Mayr, E. (2006). *Por qué es única la biología*. Buenos Aires: Kazt editores.
- (1961). "Causa y efecto en biología", en Martínez, S. y Barahona A. (eds.), *Historia y explicación en biología*. México: FCE, 1998.
- Minelli, A. (2010). "Evolutionary developmental biology does not offer a significant challenge to the Neo-Darwinian paradigm", en Ayala, F. y Arp, R. (eds.), *Contemporary Debates in Philosophy of Biology*. Malden: Wiley- Blackwell, pp. 213-226.
- Sober, E. (1996). *Filosofía de la biología*. Madrid: Alianza Editorial.