

# La filosofía de la biología de Denis Noble. La propuesta de un “darwinismo activo” y la necesidad de una biología más allá de los genes para el siglo XXI\*

Denis Noble’s Philosophy of Biology. The Proposal of an “Active Darwinism” and the Need for a Biology Beyond Genes for the 21st Century

Francisco Javier Navarro Prieto<sup>†</sup>

## Resumen

El siguiente artículo supone una introducción a la filosofía de la biología de Denis Noble. El “darwinismo pasivo” que se desprende de la perspectiva genocéntrica de la evolución considera que la agencia exhibida por los organismos vivos es un fenómeno aparente cuyas causas son moleculares o genéticas. Denis Noble, por el contrario, defenderá un “darwinismo activo” basado en dos principios: (1) el principio antirreduccionista, según el cual los niveles superiores de organización en los sistemas biológicos son capaces de constreñir a los niveles más bajos y su agencia no es, por tanto, reducible a la de estos. (2) El principio relativista de la biología que niega, de manera más general, la existencia de un nivel privilegiado de causación en los sistemas biológicos. Enmarcada en la tradición organicista, la biología “más allá de los genes” de Denis Noble propone una reconceptualización de los sistemas biológicos que desplaza el énfasis explicativo desde la primacía de los genes hacia una concepción dinámica y recíproca de las interacciones causales entre los niveles de organización biológicos.

*Palabras clave:* Denis Noble - darwinismo - genes - antirreduccionismo

## Abstract

This article provides an introduction to Denis Noble’s philosophy of biology. The “passive Darwinism” derived from the gene-centered perspective on evolution considers that the agency exhibited by living organisms is an apparent phenomenon, whose true causes are molecular or genetic. In contrast, Denis Noble defends an “active Darwinism” based on two principles: (1) the anti-reductionist principle, according to which higher levels of organization in biological systems can constrain lower levels, and their agency is therefore not reducible to that of the latter; (2) the relativist principle of biology, which more generally denies the existence of a privileged level of causation in biological systems. Framed within the organicist tradition, Noble’s “biology beyond the genes” offers a reconceptualization of biological systems that shifts the explanatory focus from the primacy of genes to a more dynamic and reciprocal conception of causal interactions between levels of biological organization.

*Keywords:* Denis Noble - Darwinism - genes - antireductionism

---

\* Recibido: 26 de septiembre de 2024. Aceptado con revisiones: 7 de abril de 2025.

<sup>†</sup> Universidad Autónoma de Madrid. Para contactar al autor, por favor, escribir a: franciscoj.navarro@uam.es.

*Metatheoria* 15(2)(2025): 39-55. ISSN 1853-2322. eISSN 1853-2330.

© Editorial de la Universidad Nacional de Tres de Febrero.

© Editorial de la Universidad Nacional de Quilmes.

Publicado en la República Argentina.

## 1. Introducción<sup>1</sup>

A lo largo de su extensa carrera en el departamento de fisiología, anatomía y genética de la Universidad de Oxford, el fisiólogo británico Denis Noble (1936-), hoy en día profesor emérito y codirector de fisiología computacional en la misma institución, ha desarrollado un pensamiento que, por su hondura teórica y por lo transversal de su planteamiento, puede ser legítimamente considerado como una contribución a la filosofía de la biología. Desde sus inicios como fisiólogo cardiaco y su temprana contribución, en los primeros años de la década de los 60, al desarrollo del primer modelo matemático capaz de dar cuenta del movimiento y la excitabilidad eléctrica de las células cardíacas (D. Noble, 1960, 1962), Denis Noble se ha ido interesando progresivamente en la reflexión teórica acerca de los temas tradicionales del pensamiento evolutivo, situándose así en la estela de una larga tradición de biólogos teóricos críticos con el legado reduccionista de la biología del siglo XX que incluye a Ernst Mayr, Lynn Margulis o Stephen Jay Gould. A diferencia de las de estos, sus contribuciones al campo de la biología evolutiva no han sido, sin embargo, objeto de ningún estudio sistemático hasta la fecha.

La obra de Noble se inscribe en la recuperación contemporánea de una perspectiva organicista, en contraste con la hegemonía reduccionista que marcó gran parte del discurso biológico del siglo pasado.<sup>2</sup> El organicismo es una tradición más antigua que la propia teoría evolutiva misma y puede retrotraerse hasta filósofos como Aristóteles o Kant (Nuño de la Rosa 2010), con un especial desarrollo a lo largo del siglo XX (Bertalanffy 1952; Haldane 1931; Johnstone 1914; Needham 1928; Woodger 1929).

Mientras que la década de 1950 es recordada por el descubrimiento de la doble hélice del ADN, durante las décadas de 1960 y 1970 el discurso de la “acción genética” —en palabras de Evelyn Fox Keller (1995)— ocupó el centro de diversas disciplinas, desde la morfología hasta la fisiología, desplazando sus enfoques tradicionales y atribuyendo “agencia, autonomía y responsabilidad causal a los genes” (Keller 1995, p. 11).<sup>3</sup> Frente a esta visión reduccionista, que busca explicar los sistemas vivos a partir de la descomposición de sus partes en componentes físico-químicos fundamentales, el organicismo sostiene que los organismos deben entenderse como totalidades integradas, cuyas propiedades no se agotan en

<sup>1</sup> Este artículo es parte del proyecto N. 101086202 (Speak4Nature), HORIZON-MSCA-2021-SE-01, financiado por la Unión Europea. Sin embargo, los puntos de vista y las opiniones que aquí se expresan pertenecen exclusivamente a su autor y no necesariamente reflejan los de la Unión Europea. Ni la UE ni la autoridad financiadora del proyecto se hacen responsables de tales opiniones.

<sup>2</sup> Agradezco a dos revisores anónimos sus valiosas aportaciones con respecto a la relación entre la obra de Denis Noble y la tradición organicista. Sus observaciones han contribuido a mejorar *sustancialmente* esta primera parte del artículo.

<sup>3</sup> Dada la importancia del concepto de “causalidad” en el discurso de la acción genética es conveniente aclarar cuáles son los posibles usos del término. En su texto *Causal Pluralism* (2010), Peter Godfrey-Smith sostiene que el concepto de “causa” abarca una diversidad de criterios y usos contextuales. En este sentido, Godfrey-Smith distingue, al menos, dos conceptos de causalidad: una basada en la *producción física* (donde un evento causa otro mediante una interacción física directa) y otra en la *producción de diferencias* (donde un evento X causa un evento Y si la presencia o ausencia de X marca una diferencia en el resultado Y). Estas nociones pueden coincidir en muchos casos, pero divergen también en muchas situaciones. Así, Godfrey-Smith habla de “Amiable Jumble” (Mezcla Amistosa) para dar cuenta del modo en que nuestras intuiciones sobre la causalidad se basan en una combinación de criterios como la conexión espaciotemporal, la regularidad, la dependencia contrafactual y la manipulabilidad. Estos criterios suelen coincidir en contextos cotidianos, pero pueden entrar en conflicto en situaciones complejas como las estudiadas por los diferentes discursos científicos. En el caso del concepto de causalidad que subyace al “discurso de la acción genética” al cual nos referimos, Godfrey-Smith hace uso de esta doble distinción terminológica para señalar el hecho de que la acción genética puede ser interpretada desde ambas perspectivas (2014). De una manera intuitiva (Amiable Jungle), el concepto de “acción genética” implica que los genes hacen algo —causan algo— en el desarrollo o funcionamiento de un organismo. Sin embargo, cuando hablamos de que un gen es causa de un rasgo fenotípico cualquiera nos referimos al segundo tipo de causalidad (*difference maker*): un rasgo Y depende de la presencia o ausencia de un gen X que, además, de ser alterado, altera también a Y. En este estricto sentido puede decirse que los genes “causan” los rasgos fenotípicos. Esta idea, sin embargo, no es esencialmente incompatible con el hecho de que los genes son tanto causas como efectos dentro de sistemas dinámicos en los cuales las relaciones causales de carácter físico son distribuidas y altamente contextuales. En efecto, como señala Godfrey-Smith, los genes no operan como agentes autónomos ni como fuerzas unilaterales, sino que participan en redes de interacción en las que también intervienen productos génicos, estructuras celulares, señales extracelulares y condiciones ambientales. Así, un gen puede marcar una diferencia causal (*difference maker*) respecto de un rasgo, pero dicha diferencia sólo se manifiesta dentro de un contexto estructurado y funcional que posibilita —o inhibe— su expresión. El genocentrismo, al privilegiar el rol causal de los genes, tiende a ignorar este entramado complejo, sugiriendo una linealidad explicativa que no se corresponde con la organización real de los sistemas biológicos.

las de sus partes individuales. Desde esta perspectiva, las funciones biológicas no pueden explicarse completamente mediante propiedades moleculares aisladas, sino que deben entenderse en su contexto funcional y estructural dentro del organismo como un todo (Gilbert & Sarkar 2000). De este modo, el organicismo rechaza tanto la idea de una “fuerza vital” extra-material como la de que los organismos sean simplemente sumas de partes, defendiendo así una epistemología relacional y contextual, en la que tanto las explicaciones descendentes (top-down) como ascendentes (bottom-up) son necesarias para dar cuenta de la conformación de los sistemas vivos.

Esta oposición al reduccionismo genético ha cobrado fuerza desde los años ochenta, cuando comenzó a percibirse que los organismos habían desaparecido como dentro de las explicaciones biológicas (Webster & Goodwin 1982), consecuencia directa de la concepción según la cual los organismos serían simples epifenómenos de sus genes, portadores de toda la información necesaria para su desarrollo y funcionamiento (Dawkins 1976, Fisher 1930).

Sin embargo, esta concepción ha sido crecientemente desafiada por una serie de enfoques que, desde distintas disciplinas biológicas y filosóficas, buscan reinstaurar a los organismos como unidades activas, integradas y causalmente eficaces<sup>4</sup> dentro de los procesos biológicos. A partir de la crítica al reduccionismo genético y al adaptacionismo han emergido marcos teóricos como la biología del desarrollo, la biología evolutivo-desarrollista (evo-devo), la teoría de la autoorganización, la teoría autopoietica, los sistemas adaptativos complejos y la biosemiótica, que retoman y reformulan una perspectiva organicista.

En este marco, los organismos no son entidades pasivas moldeadas por fuerzas externas, sino agentes activos en la construcción de sus propias trayectorias de desarrollo y evolución, capaces de intervenir en la imposición de sesgos que influyen tanto en la generación de variación como en la estructuración de sus entornos selectivos. Esta noción de *agencia biológica*<sup>5</sup> ha sido recientemente sostenida desde diversas perspectivas teóricas. Por ejemplo, la teoría de la construcción de nicho (Laland *et al.* 2016, Odling-Smee *et al.* 2003) destaca cómo los organismos modifican activamente su ambiente, generando retroalimentaciones ecológicas que afectan tanto su desarrollo como el rumbo de la selección natural. A su vez, la teoría de la plasticidad fenotípica (West-Eberhard 2003) subraya cómo la capacidad de los organismos para responder diferencialmente a señales ambientales puede canalizar la variación fenotípica hacia trayectorias evolutivas específicas. En campos como la biología evolutiva del desarrollo y la epigenética, también se ha evidenciado que los organismos intervienen en la generación de variabilidad, al modular la regulación génica y los patrones ontogenéticos mediante mecanismos contextuales y heredables no genéticos (Brun-Usan *et al.* 2021, Gerhart & Kirschner 2007, Jablonka & Lamb 1995). Por otro lado, procesos como la simbiogénesis o la especiación híbrida (Agafonov *et al.* 2021, Mallet 2007) muestran que los organismos no sólo intervienen en su adaptación, sino que también pueden desempeñar un papel determinante en la generación de nuevas unidades evolutivas.

---

<sup>4</sup> Utilizando la terminología anterior, diríamos que el organismo actúa como un difference-maker en el sentido de que su presencia o actividad marca una diferencia específica y necesaria en la configuración de la biosfera y sus nichos ecológicos. Es decir, su exclusión alteraría significativamente el curso de los procesos biológicos y ecológicos en los que participa. Al mismo tiempo, el organismo también puede entenderse como una causa productiva, en tanto genera efectos físicos concretos en su entorno —desde la modificación de hábitats hasta la mediación de flujos energéticos y materiales—, cumpliendo así un papel activo en su relación con el entorno.

<sup>5</sup> La agencia es también uno de los temas centrales de la filosofía contemporánea de la biología en los primeros años de la tercera década del siglo XXI (2020-2024). Así lo atestigua, por ejemplo, el reciente número de la revista *Biological Theory* dedicado a los “conceptos de agencia” (enero 2024, número 19) (“Concepts of Agency”) (Moss 2024). A grandes rasgos, se trata de desarrollar una “perspectiva agencial” (Jaeger 2023, Walsh & Rupik 2023) de la teoría de la evolución capaz de contrarrestar la perspectiva genocéntrica dentro de la cual el organismo agente, al ser su comportamiento entendido como un mero efecto con causas moleculares, no juega ningún papel explicativo relevante.

Desde esta perspectiva, el desarrollo deja de ser un simple despliegue de programas genéticos predeterminados<sup>6</sup> para convertirse en un proceso constructivo y contextualizado, donde el organismo se configura como una instancia reguladora y generadora de novedad biológica (Fábregas-Tejeda & Vergara-Silva 2018).

La obra de Denis Noble debe situarse como un precedente relevante dentro de esta corriente de pensamiento que, entre 2010 y 2020, ha insistido en la necesidad de recuperar una concepción del organismo agente dentro de la teoría evolutiva (Bradley 2020, Sultan 2015, Walsh 2015); tendencia que, con Daniel J. Nicholson, podríamos denominar “el retorno del organismo” (2014), y dentro de la cual se enmarcan los principales libros de Denis Noble (Denis Noble 2006, 2017, Raymond Noble & Noble 2023). En línea con lo que Alejandro Fábregas Tejeda ha denominado recientemente “filosofía de la biología organismal” (Fábregas Tejeda & Martín-Villuendas 2023, p. 9), Noble se opone a la caracterización de los organismos como “sistemas vivos pasivos” (Noble & Noble 2023, p. xx) que daría forma a lo que Karl Popper llamaba un “darwinismo pasivo”.

A lo largo de toda su obra, Denis Noble reivindicará la necesidad de un “darwinismo activo” (Noble & Noble 2021, Noble & Noble 2022, p. 365) para el cual la agencia de los organismos es un “elemento creativo” (Niemann 2014, p. 119) e irreductible a la agencia infraorganísmica de los genes.

“Un agente actúa y no simplemente reacciona a la manera de, por ejemplo, una bola de billar que se mueve por la acción de otra”, escribe Noble (Noble & Noble 2018, pp. 106309-2). Este carácter agente del organismo —el ser sujeto de su objeto, podría decirse— es lo que distingue a cualquier teoría biológica de un mero enfoque ingenieril, como el que podría explicar una máquina. Un organismo, a diferencia de una máquina diseñada, es capaz de producir efectos en el mundo, y no puede entenderse exclusivamente como el resultado de causas externas. La capacidad de actuar con poder causal en el mundo”, afirma el neurobiólogo Kevin J. Mitchell, “es la característica fundamental de la vida” (Mitchell 2023, p. 218, Navarro Prieto 2025).

De este modo, la propuesta de un “darwinismo activo” por parte de Noble está basada en la convicción de que “entender a los organismos es entender su agencia” (Noble & Noble 2023, p. xx). Es por este motivo que defender la agencia de los organismos vivos requiere del desarrollo de una biología “más allá de los genes” (Noble 2006) capaz de dar cuenta de los motivos por los cuales el comportamiento de los organismos vivos no puede ser únicamente entendido como un efecto cuyas verdaderas causas se encuentran al nivel molecular de los genes. El pensamiento de Noble puede resumirse en dos principios que sientan las bases para una biología capaz de contemplar el carácter irreductiblemente agente de su objeto de estudio:

(1) El principio antirreduccionista de la biología que, en contra de la imagen genocentrista de la evolución ofrecida por la biología molecular, establece que los niveles de organización biológica no pueden ser causalmente reducidos unos a otros. La agencia del organismo, de este modo, es irreductible a la agencia de sus genes. Noble se centra en él en su libro del año 2006 *The Music of Life. Biology Beyond Genes*.

(2) El principio relativista de la biología que establece que, en consonancia con el primer principio, no existe un nivel privilegiado de causación en los sistemas biológicos. No podría decirse, por ejemplo, que el genotipo es la causa del fenotipo. Fue postulado por primera vez en el año 2012 (Denis Noble

---

<sup>6</sup> Quizás sea François Jacob, ganador en 1965 del premio Nobel de Fisiología y Medicina junto con Jacques Monod y André M. Lwoff por su descubrimiento de los mecanismos que regulan la expresión génica, el que mejor expresa la idea que, para Noble, representa el “callejón sin salida” (Noble) de la biología del siglo XX. En su famoso libro *La lógica de lo viviente. Una historia de la herencia* ([1970]2014), Jacob escribe: “Lo que se transmite de generación en generación son las ‘instrucciones’ que especifican las estructuras moleculares. Son los planos arquitectónicos del futuro organismo [...] El organismo se convierte así en la realización de un programa prescrito por la herencia” (Jacob 2014, p. 16).

2012) y desarrollado en su producción más tardía, principalmente en su libro *Dance to the Tune of Life: Biological Relativity* (2017).

Estos son precisamente los dos apartados en los que aparecerá dividida nuestra exposición.

## 2. El principio antirreduccionista de la biología

### 2.1. ¿Qué es el reduccionismo biológico?

En el contexto de la biología, el reduccionismo es la tesis según la cual el comportamiento y las propiedades de los niveles más altos de organización biológica pueden ser considerados efectos resultantes de las propiedades e interacciones de los niveles inferiores de organización, que serían sus causas (ver figura 1). Se trata, en palabras de la historiadora Evelyn Fox Keller, de la ilusión de “una causalidad unidireccional que supuestamente debe conducirnos desde el genotipo al fenotipo” (Keller 2014, p. 2424). En su libro *Biology and Mechanism* (2020), el filósofo de la biología Alex Rosenberg define el reduccionismo de manera extensa desde tres perspectivas diferentes. El reduccionismo biológico, dice, es:

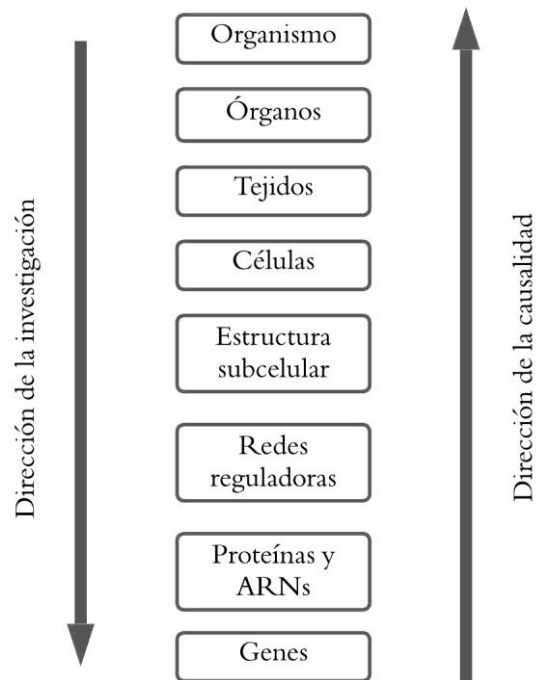
(1) “una tesis metafísica” según la cual la naturaleza última de la realidad biológica es físico-química, de tal modo que la totalidad de los fenómenos biológicos son causados por las propiedades físicas y químicas de las moléculas que los componen.

(2) Una afirmación sobre lo que significa explicar algo, de acuerdo con la cual la explicación de los fenómenos debe hacerse de manera descendente, acudiendo a los fenómenos inferiores que los “fijan” o “respaldan”;

(3) y, en consecuencia, un programa de investigación según el cual todas las explicaciones biológicas deben ser completadas o sustituidas por las explicaciones que ofrece la biología molecular (Rosenberg 2020, p. 8).

Se trata, en palabras del propio Noble, de “romper los sistemas vivos en sus componentes más pequeños, los genes individuales y las moléculas” (Noble 2006, p. ix), de tal modo que el comportamiento y del desarrollo del organismo en su totalidad pueda ser entendido, tal como requería Schrödinger en su profético libro *¿Qué es la vida?*, “al modo de un reloj” ([1944] 2023, p. 126), como el efecto del comportamiento de sus componentes moleculares (Noble 2006, pp. 4-5, 2021, p. 16)

Denis Noble cita frecuentemente a Descartes como el padre del reduccionismo biológico del siglo XX (Noble 2017, pp. 165-168, Noble & Noble 2023. pp.12-13).



**Figura 1. La cadena causal reduccionista.** La causalidad es unidireccional y la idea principal es que el conocimiento y propiedades de los niveles más altos de organización biológica depende del conocimiento de los niveles más bajos. Elaboración propia. Adaptada libremente de Noble (2006, p. 5).

En la segunda parte del *Discurso del método*, Descartes define cuatro reglas a seguir, de entre las cuales, la segunda nos invita a “dividir cada una de las dificultades que yo examinase en tantas parcelas como se pudiera y como fuera exigido para resolverlas mejor” (2023, p. 58), mientras que la tercera exige comenzar “por los objetos más simples y más fáciles de conocer conocidos para remontarme poco a poco, como por grados, hasta el conocimiento de los más compuestos” (2023, p. 58). Es esta “división” de cualquier problema “en tantas partes como sea posible” para luego avanzar desde ese conocimiento simple a todo lo demás en lo que consiste el reduccionismo de Descartes. Para Noble, esta idea cartesiana “prefigura la idea de François Jacob de un ‘programa genético’ que contiene las instrucciones que especifican todas las estructuras del organismo” (2017, p. 166). En ambos casos, el conocimiento de las partes y sus interacciones permite conocer por completo el comportamiento y las propiedades del todo. “La biología moderna”, escribe Jacob, “ambiciona interpretar las propiedades del organismo a través de la estructura de las moléculas que lo constituyen” (2014, p. 22). O, por decirlo con Jaques Monod: “los seres vivos son máquinas químicas” ya que “se puede admitir que toda performance o estructura teleonómica de un ser vivo puede en principio ser analizada en términos de interacciones estereoespecíficas de una, de varias o de numerosas proteínas” (2022, p. 58).

En definitiva, la esencia del reduccionismo biológico consiste en afirmar que el comportamiento del organismo en su totalidad es un fenómeno aparente cuyas verdaderas causas son moleculares (genéticas). Para el biólogo Richard C. Lewontin, el reduccionismo implica “una inequívoca cadena de relaciones causales la cual, a su vez, da como resultado las propiedades del todo” (2000, p. 84).

Conviene en este punto aclarar que el modelo reduccionista tal como es presentado por Noble se apoya en una idea fuerte y lineal de causación: una relación diacrónica y unidireccional, donde un fenómeno antecedente (el gen) produce o determina completamente un fenómeno posterior (la característica del organismo). Para matizar esta imagen, es útil introducir una distinción conceptual entre causación y constitución (Ylikoski 2013). Mientras que la causación implica relaciones temporales, dinámicas y orientadas (por ejemplo, “el gen A causa el rasgo B”), la constitución remite a relaciones

sincrónicas entre elementos que coexisten y se organizan conjuntamente para formar un sistema (por ejemplo, “las interacciones moleculares constituyen el metabolismo celular”).

La falacia del reduccionismo biológico tal como lo presenta Noble consistiría en interpretar ciertas relaciones constitutivas —estructuras organizadas que coexisten dentro del organismo— como si fueran relaciones de causación directa y suficiente. Así, el hecho de que los genes estén presentes en la base estructural del sistema se convierte, en la retórica reduccionista, en la causa primaria de todos los procesos biológicos, ignorando factores contextuales, relacionales y de nivel superior que también participan en la génesis de los fenómenos. Esta confusión conceptual contribuye a reforzar la visión de los genes como agentes privilegiados, cuando en realidad su función solo puede entenderse dentro de redes complejas de interacción biológica.

En este contexto, el principal objetivo de una biología “más allá de los genes” consiste en desarrollar una nueva perspectiva teórica capaz de sustituir la unidireccionalidad de la cadena causal reduccionista (ver figura 1) por una imagen del universo biológico donde los diferentes niveles de organización no pueden ser entendidos como meras manifestaciones de la agencia causal de los genes.

## 2.2. El principio antirreduccionista y la importancia de la causación descendente en los sistemas biológicos

Contrario a esta visión reduccionista de la biología, Noble se sitúa a sí mismo en la estela de Baruch Spinoza, el primer gran filósofo crítico con el paradigma heredado de la filosofía cartesiana (2017, pp. 164-176). De hecho, Noble cita en múltiples lugares una carta de Spinoza al primer secretario de la recién fundada Royal Society, Henry Oldenburg, en la cual Spinoza se opone la idea de que el funcionamiento del todo pueda ser comprendido a través del conocimiento de sus partes componentes:

Imaginemos, con su permiso, un pequeño gusano viviendo en la sangre, capaz de distinguir visualmente las partículas de sangre, linfa, etc., y reflexionar sobre la manera en que cada partícula, al encontrarse con otra, ya sea es repelida o le comunica una parte de su propio movimiento. Este pequeño gusano viviría en la sangre de la misma manera en que nosotros vivimos en una parte del universo, y consideraría cada partícula de sangre no como una parte, sino como un todo. Sería incapaz de determinar cómo todas las partes se modifican por la naturaleza general de la sangre, y se ven obligadas por ella a adaptarse para mantener una relación fija entre sí (citado en Noble 2017, p. 166, Noble & Noble 2022, p. 358).

La idea fundamental de Noble es que ese hipotético gusano que vive en la sangre, tan solo contemplando los glóbulos y las plaquetas, sería incapaz de descubrir el mecanismo de la circulación sanguínea. La circulación sanguínea descubierta por William Harvey en 1628 solo puede ser comprendida cuando se considera el todo del cual las células sanguíneas, e incluso el aparato circulatorio entero, forman parte (Noble & Noble 2022, p. 357). Para Noble, al igual que para Spinoza, el error fundamental del reduccionismo cartesiano que inspira a buena parte de la biología molecular consistiría en no haber comprendido el modo en que el todo es capaz de constreñir a las partes que lo componen: “todos los niveles más altos”, escribe Noble, “constriñen a los niveles más bajos, de modo que las mayores constricciones se encuentran al nivel molecular del ADN, mientras que la mayor apertura se da al nivel del sociotipo” (Noble & Noble 2022, p. 364).

Las propiedades de las escalas mayores tales como las células, los tejidos y los órganos influyen la actividad de elementos como los genes y las proteínas, que se encuentran en los niveles más bajos. Esto es lo que se llama causación descendente<sup>7</sup>, para distinguirlo de la interpretación reduccionista de la causación como causación ascendente (Noble 2017, p. 169).

---

<sup>7</sup> La defensa de la causación descendente que hace Denis Noble debe entenderse en continuidad con la obra de Donald T. Campbell (1974).

Así formuladas, las críticas de Noble a la visión reduccionista podrían situarse en la estela del pensamiento de algunos pensadores organicistas como Ludwig von Bertalanffy, quien defendió la existencia de niveles de organización dotados de regularidades propias no reductibles a los niveles inferiores (Bertalanffy 1933, 1952). Para Bertalanffy, el organismo debía ser comprendido como un todo dinámico e integrado, cuyas propiedades exigen marcos teóricos adecuados a cada escala. Esta intuición fue compartida por Joseph Needham, Michael Polanyi o J. H. Woodger, para quienes los niveles organizativos poseen leyes y principios específicos, comprensibles de manera independiente, pero no reductibles entre sí (Needham 1942),

Sea como fuere, conviene en este punto recordar el que quizás sea el germen que alimenta toda la obra científica de Denis Noble, según él mismo reconoce (2006, p. 56). Denis Noble comenzó su carrera como fisiólogo cardiaco dedicado a encontrar una modelización matemática para dar cuenta del marcapasos cardiaco, es decir, del sistema de conducción eléctrica que genera los impulsos eléctricos necesarios para que el corazón lata de manera coordinada y rítmica. Las corrientes iónicas que tienen lugar en el nodo sinusal y luego se transmiten a los ventrículos son generadas por unos canales proteicos que transportan sodio, calcio y potasio, entre otros iones. Sabemos que, para cada una de esas proteínas que actúan como canal de transporte de los iones existe, al menos, un gen que la codifica. Cuantos más canales proteicos se expresen (por ejemplo: los canales del sodio) más rápido cambiará el potencial eléctrico que causa la excitación a lo largo de la fibra muscular. Estos canales de sodio y potasio se activan y desactivan en total sincronía con la frecuencia del marcapasos cardiaco.

Un biólogo reduccionista, tal como el mismo Noble confiesa haber sido (2017, p. 163), aventuraría la siguiente explicación, muy similar a la caracterización del comportamiento del gusano que hemos referido antes: dado que el impulso eléctrico depende del transporte de iones y dado también que el transporte de iones necesita de la existencia de unos canales proteicos que son especificados por genes, el movimiento cardiaco puede ser explicado genéticamente. Los genes contienen las instrucciones para construir las proteínas que regulan y dirigen el proceso en su totalidad. La funcionalidad del nivel superior sería, según la interpretación reduccionista, generada por los componentes moleculares: en este caso, los canales proteicos que se abren y cierran al compás del marcapasos, permitiendo la entrada y salida de los iones. Esta interpretación es, sin embargo, incorrecta. Sabemos que la rapidez en la conducción de un impulso muscular depende de la activación de los canales de sodio: cuanto mayor sea su densidad, más rápido será el impulso. Sin embargo, a partir de un cierto momento, si la presencia de canales de sodio es demasiado alta, el sistema deja de funcionar: el potencial de la membrana que supuestamente es “causado” por la presencia de los canales proteicos es, a su vez, capaz de controlar la presencia y activación de dichos canales a través de ciertos mecanismos de retroalimentación. La causación no es unidireccional (de abajo arriba) tal como requiere el reduccionismo: la causación es también descendente y, por tanto, circular.

Por lo tanto, la oscilación es una propiedad del sistema en su conjunto, no de los canales individuales ni siquiera de un conjunto de canales a menos que estén dispuestos de una manera particular en el tipo correcto de célula (Noble 2008, p. 21).

La importancia crucial de este experimento es que, para Noble, la causación descendente opera en todos los niveles de organización biológica, haciendo imposible la explicación reduccionista de los fenómenos biológicos. Las células nerviosas, por ejemplo, poseen un mecanismo similar al del corazón a través del cual la célula en su conjunto mantiene un *feedback* con su propio núcleo y es capaz así de regular la expresión génica (Deisseroth *et al.* 2003). Las glándulas endocrinas presentes en diferentes órganos del cuerpo también son capaces de este modo de causación descendente a través de la producción de hormonas capaces de causar reacciones químicas determinadas en células que se encuentran en otra parte del cuerpo.



Algunos ejemplos de causación descendente por parte del propio organismo pueden ser extraídos de Triviño (2024).<sup>8</sup> Por ejemplo, Triviño presenta el caso de la cabra nacida con un defecto congénito que le impedía caminar correctamente con las cuatro patas. Ante esta limitación, la cabra aprendió a caminar sobre sus patas traseras, lo que provocó una reorganización de sus músculos y huesos, permitiéndole funcionar de manera similar a una cabra que pudiera caminar con cuatro patas. En este caso, la aptitud del organismo, al estar orientada a garantizar su supervivencia, le permitió modificar las disposiciones de sus partes funcionales (los miembros) para adaptarse a la nueva condición.

Para ilustrar la causación descendente en relación con la reproducción, Vanesa Triviño menciona el ejemplo del “engaño táctico” en sepias. En algunas especies de sepias como *Sepia plangon*, señala, los machos emplean diversas estrategias para garantizar su reproducción, tales como defender a las hembras de otros machos o desplazar a sus rivales. Sin embargo, en un estudio reciente, se demostró que los machos también emplean una estrategia de engaño táctico. Los machos mimetizan el comportamiento de una hembra en un lado de su cuerpo, mientras que simultáneamente muestran patrones de cortejo masculinos hacia una hembra en el otro lado. De este modo, pueden cortejar a la hembra sin que los machos rivales los interrumpían. Este comportamiento, argumenta Triviño, refleja cómo la aptitud de los machos de sepia influye de manera descendente sobre sus disposiciones conductuales. La aptitud del macho, orientada a la reproducción, permite que éste ajuste su comportamiento de forma estratégica para maximizar sus oportunidades de cortejo. En este caso, la aptitud no solo afecta la biología del organismo en términos de supervivencia, sino que también organiza sus estrategias reproductivas de manera descendente, activando mecanismos de engaño que optimizan sus posibilidades de éxito reproductivo. Así, Noble concluye:

Si los organismos tienen agencia y, dentro de límites evidentes, pueden elegir sus estilos de vida, y si estos estilos de vida resultan en cambios epigenéticos heredables, entonces se sigue que los organismos al menos parcialmente pueden tomar decisiones que pueden tener un impacto evolutivo a largo plazo (Noble & Noble 2017, p. 11).

Además, existen numerosos ejemplos de fenómenos bien conocidos que pueden ser interpretados bajo este esquema de la causación descendente. Tales fenómenos incluyen, por ejemplo, la simbiogénesis gracias a la cual genomas enteros adquieren nuevas funciones dentro del entorno celular de su huésped (Margulis & Sagan 2002), las muchas maneras en que los organismos son capaces de alterar su propio genoma en condiciones de estrés (Shapiro 2013) o los procesos por los cuales ciertos organismos intercambian horizontalmente sus genes entre sí al modo de un recurso de supervivencia (Gogarten *et al.* 2009, Sun *et al.* 2019). Todos estos fenómenos, en efecto, apuntan hacia un determinado modo de causación descendente obviado por el reduccionismo biológico y que implica el poder que las acciones de los organismos ejercen sobre los niveles más bajos de organización biológica, incluyendo a los genes (Noble & Noble 2018). La conclusión es clara: si el organismo es agente y si esa agencia es capaz de establecer las condiciones en las que los componentes moleculares (los genes, por ejemplo) son “expresados”, entonces la agencia del organismo no puede ser reducida a la agencia de sus genes. Si, con François Jacob, hemos dicho que la biología contemporánea ambiciona interpretar el organismo en términos de las relaciones entre sus componentes moleculares, las numerosas formas de causación descendente sugieren que los componentes moleculares pueden ser inversamente interpretados a la luz de las relaciones que los organismos mantienen entre sí y con el medio. Siguiendo las intuiciones de Spinoza, la cadena causal reduccionista quedaría, entonces, invertida del siguiente modo:

Tal como Spinoza adivinó, las partículas más pequeñas, que para nosotros son las moléculas que componen los organismos vivos, están constreñidas por su entorno celular, que a su vez, en los

---

<sup>8</sup> Le agradezco a un revisor anónimo esta referencia al artículo de Vanesa Triviño.

organismos multicelulares, está constreñido por las propiedades fisiológicas de los tejidos, los órganos y los sistemas, mientras que los organismos en su totalidad están constreñidos por su ambiente, incluyendo las interacciones con otros organismos, lo que significa que los factores sociológicos también importan (Noble 2017, p. 172).

Denis Noble extrae todas las consecuencias del famoso *dictum* de Spinoza “nadie sabe lo que puede un cuerpo” (*Ética*, parte III, proposición 2) (Spinoza 2000, pp. 128-129). Interpretada por Noble, lo que la biología contemporánea nos dice es que el comportamiento y las propiedades de un cuerpo (organismo) vivo no son simplemente la consecuencia causal de sus interacciones moleculares: “lo que puede un cuerpo” es establecer limitaciones a las partes que lo componen. Tal como expresa el concepto de “propagación causal” introducido por Philip Ball (2023, 2024, pp. 225-227), la causalidad en los sistemas biológicos complejos aparece diseminada entre los niveles superiores e inferiores de organización. Un sistema biológico complejo, cabe decir, se complejiza precisamente cuando la causalidad es transferida desde los niveles más bajos de organización hasta los niveles más altos de organización. Esta es precisamente “la base de la agencia activa en los organismos” (Noble *et al.* 2019, p. 2). Inspirada en la filosofía spinozista, la biología más allá de los genes (2006) busca reestablecer el concepto de organismo y la importancia causal de su agencia en el lenguaje de la biología. Los organismos no pueden entenderse únicamente aludiendo al privilegiado marco de referencia de sus niveles más bajos de organización (moléculas, genes). Los genes, en lugar de controlar al organismo, “son los prisioneros fisiológicos” (Noble, 2006, p. 14) del mismo, usados con el fin de mantener una gran diversidad de funciones biológicas. En lugar de directores de orquesta, son bailarines de la “danza de la vida” (Noble 2006, 2017); en lugar de arquitectos son una serie de “herramientas” que, tal como observarse gracias al ejemplo de Daniel Dennett, con frecuencia han sido confundidas con la vida misma (Noble & Noble 2023, p. 109).

### 3. El principio relativista de la biología

En su libro *Dance to the Tune of Life: Biological Relativity* (2017), Denis Noble sugiere un paralelismo entre la situación de la biología contemporánea y la de la física de principios del siglo XX. Según dicha analogía, la ciencia de la biología en las últimas décadas del siglo XX se encontraría en una posición similar a la que se hallaba la física clásica a principios de siglo, cuando las teorías de la relatividad especial y general propuestas por Einstein, junto con el desarrollo de la mecánica cuántica por parte de M. Planck, N. Bohr, E. Schrödinger, W. Heisenberg y L. De Broglie, entre otros, vinieron a socavar los pilares de una ciencia física que, con las leyes del movimiento de Newton, las ecuaciones de Maxwell para los fenómenos electromagnéticos y los cuatro principios de la termodinámica, se creía casi terminada. Es famosa, en este sentido, la afirmación atribuida a Lord Kelvin: “en física ya no queda nada nuevo por descubrir. Todo lo que resta por hacer son mediciones más y más precisas”.<sup>9</sup> Jacques Monod se encarga, en el campo de la biología, de expresar esta clase de optimismo cuando, tras el descubrimiento de la estructura del ADN y de su papel en la herencia, afirma que el secreto de la vida “ha sido desvelado” ([1970] 2022, p. 12), y añade: “las interacciones elementales en las que se basa toda la trama [de la vida] son relativamente fáciles de comprender gracias a su carácter mecanicista” (2022, p. 148).

La biología molecular contemporánea ocuparía la misma posición que la hipotética inteligencia omnisciente de Laplace (1814), encarnando un modelo de causación determinista y unidireccional,

---

<sup>9</sup> Aunque no se han encontrado fuentes documentales que aseguren la veracidad de la cita, esta seguramente proviene de la conferencia de 1901 “Nineteenth Century Clouds over the Dynamical Theory of Heat and Light”, en la cual Kelvin afirmó que “la física estaba terminada” para a continuación añadir (proféticamente) que “dos nubes negras se encontraban en su horizonte” (Kelvin 1901). Hoy, claro está, diríamos que esas dos “nubes negras” eran la teoría de la relatividad y la mecánica cuántica.

donde cada estado del sistema está completamente determinado por el anterior sin intervención causal de niveles superiores

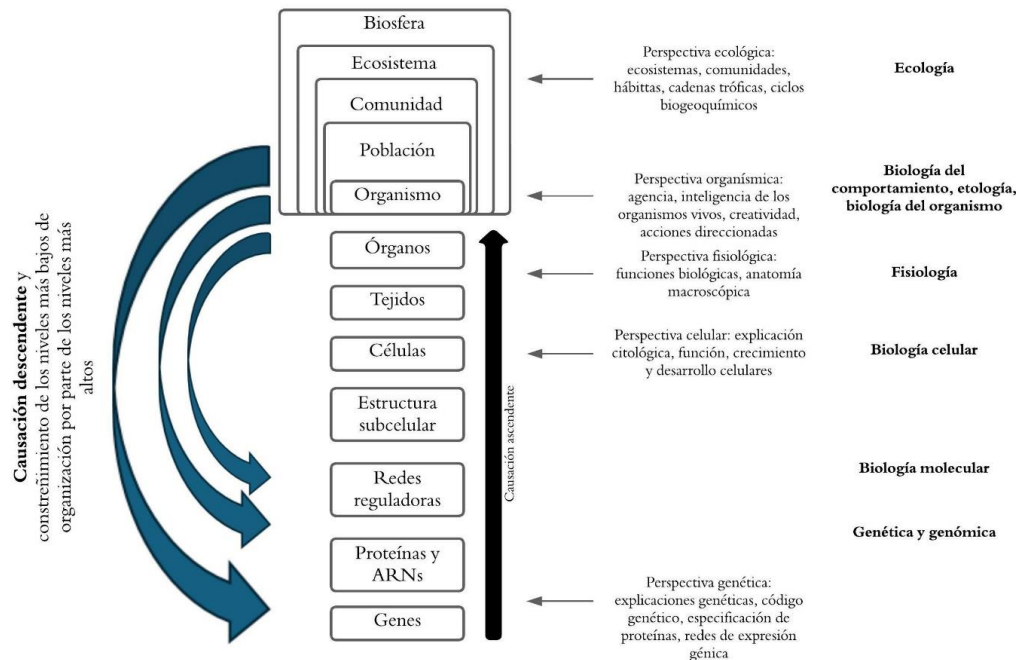
Y he aquí la razón de ser del paralelismo de Noble: del mismo modo que W. Heisenberg acabó por demoler el determinismo de la física clásica al proponer el “principio de incertidumbre” según el cual es imposible medir de forma precisa y de manera simultánea la posición y el momento lineal de una partícula, obligándonos así a abandonar la idea de que “el universo es una vasta pieza de relojería determinista” (Noble 2017, p. 25), la biología del siglo XXI nos obliga a dejar de lado una imagen de la causación como completamente predecible, local y lineal, en favor de una comprensión más contextual y no reductible a estados elementales de sus partículas.

A diferencia de las leyes físicas de Newton que, en la línea de Descartes, consideran a sus objetos de aplicación como mera materia extensa, el objeto de la biología es un sujeto agente capaz de intervenir en su propia evolución.

En contraposición a la unidireccionalidad causal que caracteriza al reduccionismo genético de corte cartesiano (ver figura 1), y según la cual las funciones y estructuras biológicas del organismo supondrían la manifestación (causal) de la agencia de los genes, Denis Noble propone un “principio de relatividad biológico” (ver figura 2) que permite contemplar a los organismos como sistemas complejos que deben ser entendidos desde una perspectiva multiescalar y, por tanto, relativista, que presupone una noción de causación distribuida y bidireccional entre niveles jerárquicos, en la que tanto los componentes como el todo pueden ejercer influencia causal.

No existe, para Noble, un marco de referencia causal privilegiado en los organismos vivos que, lejos de ser máquinas químicas creadas por la implementación de un “programa genético” (Jacob), y determinadas, por tanto, por las complejas interacciones entre sus moléculas (Laplace), son capaces de constreñir y limitar sus componentes moleculares con el fin de ponerlos al servicio de la totalidad del organismo y de su contexto ecosocial (principio antirreduccionista). La biología en la senda de F. Jacob y J. Monod, sugiere Noble, habita el mundo determinista newtoniano. Su lenguaje genético conduce a un “callejón sin salida”, a “una versión de la biología cuya ilusión principal es que existe un centro en el universo: ese centro ilusorio se supone que es la molécula ADN como depositaria de los genes” (Noble 2017, p. 35). Noble, por el contrario, propone una imagen “einsteniana” del universo biológico para la cual “no hay un nivel privilegiado de causación en biología” (2017, p. 160). Dentro de este esquema, las moléculas, por supuesto, “son importantes, pero no están vivas. Fuera de un organismo el ADN no puede hacer nada. Es mejor contemplarlo como formando plantillas en una base de datos que el organismo mismo y su descendencia pueden utilizar” (Noble 2017, p. 217), lo cual implica una forma de causación descendente contextual, donde el sistema vivo determina el marco en que operan sus componentes.

En definitiva, toda la aversión por parte de la biología reduccionista al lenguaje de la agencia está basada en la siguiente asunción: dado que no puede decirse que las partículas fundamentales que componen a los seres vivos tengan objetivos o intenciones, los seres vivos compuestos por dichas partículas tampoco pueden tenerlos (Noble 2017, p. 249). El principio antirreduccionista de la biología muestra, sin embargo, que este razonamiento es incorrecto. Efectivamente, es solo focalizándonos en el nivel molecular que podemos justificar que no existe propósito alguno en los organismos vivos.



**Figura 2.** El relativismo biológico: perspectiva multiescalar de la causación en los sistemas biológicos. A la izquierda, las flechas azules simbolizan los procesos de causación descendente. En el centro, los diferentes niveles de organización biológica. A la derecha, las diferentes disciplinas del campo de la biología con sus diferentes perspectivas y lenguajes.

La ausencia de un nivel de causación privilegiado en los sistemas biológicos hace que sus lenguajes y perspectivas también sean irreductibles unas a otras. Elaboración propia.

Pero una importante consecuencia de la teoría biológica de la relatividad biológica es que, dado que los niveles de organización biológica son irreductibles, sus lenguajes también deben serlo, de tal modo que hablar de agencia y propósito puede tener sentido a nivel del organismo, aunque no lo tenga a nivel molecular. Utilizando de nuevo el ejemplo del ritmo cardiaco, Noble expresa este principio del siguiente modo: “A nivel de las moléculas no tienen sentido hablar del ritmo cardiaco. A nivel celular sí lo tiene. Y a nivel del organismo es una hipótesis perfectamente válida el identificar el propósito de ese ritmo” (Noble 2017, p. 249). Denis Noble llama a este principio “relativismo epistemológico” (2017, p. 247) y lo concibe como un corolario que se desprende de manera necesaria del principio de relatividad biológico. De nuevo, Noble se sirve del ejemplo del corazón para ilustrar su relativismo epistemológico:

Es imposible para un fisiólogo comprender los roles del oxígeno, del dióxido de carbono y de los nutrientes que requieren las células para sobrevivir sin invocar el propósito de la circulación. Todas las moléculas implicadas están constreñidas a hacer lo que hacen por el todo del sistema cardiovascular. Es a este sistema al que debemos adscribir un propósito [...]. Se trata de pensar qué tipo de teoría tiene sentido en cada nivel. Es solo centrándonos en el nivel molecular que podemos defender que no existe un propósito en los organismos vivos. Pero una importante consecuencia de la teoría de la relatividad biológica es el que debemos atribuir funciones y propósitos a los niveles a los que tiene sentido hacerlo, que son aquellos que constriñen las interacciones que suceden en los niveles inferiores (Noble 2017, p. 250).

De nuevo, el principio de relatividad biológico que propone Noble puede ser entendido como una ampliación de las ideas de la tradición organicista presentes, por ejemplo, en la obra de R. G. Harrison, que desde muy pronto señaló la existencia de niveles de organización en el embrión irreductibles entre

sí. En la misma línea, J. Needham (1942) escribió: “cada nivel de organización tiene sus propias regularidades y principios, que no se reducen a los adecuados para los niveles inferiores de organización, ni se aplican a niveles superiores, pero que al mismo tiempo no son en absoluto inescrutables ni inmunes al análisis y la comprensión científica” (citado en Gilbert & Sarkar 2000, p. 3)

En este sentido, la filosofía de la biología de Denis Noble supondría una ampliación de las ideas organicistas previas que serviría a modo de correctivo para los lenguajes reduccionistas derivados de la perspectiva genocéntrica de la evolución. Para el genocentrismo, observa Noble, el lenguaje teleológico no ha desaparecido “simplemente ha sido erróneamente sustituido al gen en lugar de al organismo” (2017, p. 190). La propuesta de un darwinismo activo por parte de Denis Noble busca instaurar un esquema en que los fenómenos bioquímicos tienen lugar, son “sucesos”, pero el lenguaje de la agencia solo tiene sentido cuando se aplica a los niveles más altos de organización biológica. El “animismo molecular” (Nicholson 2014, p. 353) que alienta la perspectiva genocéntrica de la evolución con términos como “programa genético”, “vehículo” o “replicador” no tiene cabida dentro del esquema de Noble: sí la tienen los genes y las moléculas que los organismos necesitan para su funcionamiento y que, por supuesto, son capaces de establecer las condiciones materiales en las que se basa la vida en la Tierra.

Para Noble, como sabemos, la agencia del organismo no es reductible a la agencia de sus componentes moleculares (principio de irreductibilidad); además, tiene sentido hablar de agencia al nivel del organismo aunque no al nivel de las partículas que lo componen (relativismo biológico). Gracias a este ejercicio obstinado que, con toda justicia, debe ser calificado como un ejercicio de diplomacia dentro del campo de la biología, los diferentes campos de la biología pueden convivir en paz sin arrogarse la primacía causal u ontológica de sus objetos de estudio.

Si la perspectiva genocéntrica de la evolución dependía de una cadena de relaciones causales unívocas que unían el genotipo y el fenotipo, el principio de relatividad biológico defendido por Noble hace que sea imposible pensar que existen relaciones causalmente unívocas entre cada uno de los eslabones de esa cadena. Es únicamente desde este punto de vista desde el cual puede defenderse que, a nivel del organismo, la agencia es un hecho biológico irreductible que no puede ser entendido como un fenómeno aparente cuyas causas son únicamente moleculares o genéticas. El darwinismo activo ofrece, en este sentido, una imagen de los organismos vivos incompatible con la idea de que estos son máquinas moleculares cuyos “libros de instrucciones” están codificados en los genes. Los organismos, por el contrario, son agentes causales, capaces de ejercer causación descendente a través de restricciones que organizan y limitan las posibilidades dinámicas de sus componentes moleculares.

#### 4. Conclusiones: una biología más allá de los genes para el siglo XXI

A través de los principios de irreductibilidad y de relativismo biológico, Denis Noble ofrece “una nueva biología para un nuevo siglo” (Woese 2004), tal como reclamaba el gran biólogo Carl Woese. Se trata de una biología que, debido al carácter agente de su objeto de estudio, es mucho más que una “química complicada” (Woese 2004, p. 185). El propio Carl Woese expresaba así las limitaciones del reduccionismo de la biología molecular:

Una biología vista a través de los ojos del reduccionismo fundamentalista es una biología incompleta. Conocer las partes de entidades aisladas no es suficiente. Una metáfora musical lo expresa mejor: la biología molecular podía leer las notas en la partitura, pero no podía escuchar la música (Woese 2004, p. 175)

Denis Noble toma el relevo de la reflexión de Woese de una manera casi literal. Sus dos libros fundamentales *La música de la vida. Biología más allá de los genes* (2006) y *Dance to the Tune of Life: Biological*

*Relativity* (2017) hacen precisamente uso de esta hermosa metáfora musical para comprender el carácter agente de los organismos vivos:

La música como metáfora de los procesos de la vida surgió cuando, espontáneamente, comparé el genoma con un enorme órgano de tubos. El punto es que los tubos en sí no tocan la música. Son agentes pasivos. El organista es el agente activo. [...] Las secuencias de ADN también son pasivas. Es el organismo el que las "toca" activamente (2017, p. 187).

Así, retomando los tres puntos con los que Rosenberg (2020) caracteriza al reduccionismo cabe concluir que, para la biología antirreduccionista de Denis Noble:

(1) Los fenómenos biológicos no son causados unidireccionalmente por las propiedades físicas y químicas de las moléculas que los componen y, en este sentido, no cabe concluir, al menos sin ciertas precauciones, que la “naturaleza última” de la realidad biológica sea físico-química. Los organismos, que duda cabe, son sistemas físicos compuestos por moléculas. Sin embargo, estas moléculas no son el único elemento causal para tener en cuenta a la hora de explicar el comportamiento complejo de los sistemas biológicos. El hecho de que algo esté compuesto de moléculas no conduce necesariamente a la conclusión de que esas moléculas posean el monopolio causal de todos los niveles de organización que componen ese algo. Muy por el contrario, existen diferentes niveles de causación (principio relativista de la biología) irreductibles unos a otros (principio antirreduccionista de la biología). La vida no es, como advertía Woese, una “química complicada”.

(2) La explicación biológica no puede únicamente ser descendente, avanzado de los niveles más altos a los niveles más bajos que los “respaldan”. Las moléculas no pueden explicar todo en biología. La explicación descendente debe ser complementada con las explicaciones ascendentes gracias a las cuales los niveles más altos de organización biológica actúan causalmente sobre los niveles más bajos (genes, moléculas). No existe una cadena causal de sentido único que va desde los genes hasta el organismo a modo de “plano arquitectónico”.

(3) Todas las explicaciones biológicas no pueden reducirse a las explicaciones ofrecidas por la biología molecular. Con frecuencia, las moléculas y sus roles son solo comprensibles atendiendo a las propiedades de los niveles más altos de organización biológica que constriñen a esas moléculas. La biología ofrece una pluralidad de lenguajes y, en tanto que los comportamientos y el desarrollo de los organismos no pueden ser reducidos a las interacciones entre sus componentes moleculares, dichos lenguajes tampoco pueden ser reducidos unos a otros.

La “biología más allá de los genes” desarrollada por Noble considera a los organismos como sistemas causalmente complejos y multiescalares, a la par que ofrece una visión de la biología como un campo de investigación dentro del cual conviven diferentes saberes y lenguajes irreductibles. El darwinismo activo es precisamente esto: un darwinismo para el cual el comportamiento que los organismos exhiben en su lucha por la supervivencia no es el mero efecto de los procesos que suceden a nivel molecular. En definitiva, se trata un darwinismo para el cual la lucha por la existencia es un fenómeno real y no un mero teatro bajo el cual lo único que realmente sucede es una lucha entre “libros de instrucciones”.

“Es momento”, escribe Noble, “de que el lenguaje reduccionista que ha servido para generar ideas y modelos en campos tan diversos como la filosofía, la psicología o la política deje paso a un nuevo lenguaje capaz de encontrar nuevas estrategias que nos conduzcan más allá del impasse genocéntrico” (Noble & Noble 2023, p. 367). Una adecuada comprensión de la “lucha por la supervivencia” entre las muchas “formas innumerables y más hermosas” que prendieron la curiosidad de Darwin así lo requiere.

## Bibliografía

- Agafonov, V. A., Negrobov, V. V. y A. U. Igamberdiev (2021), “Symbiogenesis as a Driving Force of Evolution: The Legacy of Boris Kozo-Polyansky”, *Biosystems* 199: 104302. <https://doi.org/10.1016/j.biosystems.2020.104302>
- Ball, P. (2023), “What Distinguishes the Elephant from E. Coli: Causal Spreading and the Biological Principles of Metazoan Complexity”, *Journal of Biosciences* 48(2): 14. <https://doi.org/10.1007/s12038-023-00344-4>
- Ball, P. (2024), *How Life Works: A User's Guide to The New Biology*, London: Picador.
- Bertalanffy, L. (1933), *Modern Theories of Development: An Introduction to Theoretical Biology*, New York: Humphrey Milford.
- Bertalanffy, L. (1952), *Problems of Life: An Evaluation of Modern Biological Thought and Scientific Thought*, London: Watts & Co.
- Brun-Usan, M., Rago, A., Thies, C., Uller, T. y R. A. Watson (2021), “Development and Selective Grain Make Plasticity ‘Take the Lead’ in Adaptive Evolution”, *BMC Ecology and Evolution* 21(1): 205. <https://doi.org/10.1186/s12862-021-01936-0>
- Campbell, D. T. (1974), “‘Downward Causation’ in Hierarchically Organised Biological Systems”, *Studies in the Philosophy of Biology* 179-186. [https://doi.org/10.1007/978-1-349-01892-5\\_11](https://doi.org/10.1007/978-1-349-01892-5_11)
- Dawkins, R. (1976), *The Selfish Gene*, Oxford: Oxford University Press.
- Deisseroth, K., Mermelstein, P. G., Xia, H. y R. W. Tsien (2003), “Signaling from Synapse to Nucleus: The Logic Behind the Mechanisms”, *Current Opinion in Neurobiology* 13(3): 354-365. [https://doi.org/10.1016/S0959-4388\(03\)00076-X](https://doi.org/10.1016/S0959-4388(03)00076-X)
- Fábregas Tejada, A. y M. Martín-Villuendas (2023), “¿Qué es la filosofía de la biología organismal?”, *Artefactos* 12(1): 5-25. <https://doi.org/10.14201/art2023121525>
- Fábregas-Tejada, A. y F. Vergara-Silva (2018), “The Emerging Structure of the Extended Evolutionary Synthesis: Where Does Evo-Devo Fit In?”, *Theory in Biosciences* 137(2): 169-184. <https://doi.org/10.1007/s12064-018-0269-2>
- Fisher, R. A. (1930), *The Genetical Theory of Natural Selection*, Oxford: Clarendon Press. <https://doi.org/10.5962/bhl.title.27468>
- Gerhart, J. y M. Kirschner (2007), “Theory of Facilitated Variation”, *Proceedings of the National Academy of Sciences - PNAS* 104 (Suppl. 1): 8582-8589. <https://doi.org/10.1073/pnas.0701035104>
- Gilbert, S. F. y S. Sarkar (2000), “Embracing Complexity: Organicism for the 21st Century”, *Developmental Dynamics* 219(1): 1-9. [https://doi.org/10.1002/1097-0177\(2000\)9999:9999::AID-DVDY1036>3.0.CO](https://doi.org/10.1002/1097-0177(2000)9999:9999::AID-DVDY1036>3.0.CO)
- Godfrey-Smith, P. (2014), *Philosophy of Biology*, Princeton: Princeton University Press.
- Godfrey-Smith, P. (2010), “Causal Pluralism”, en Hitchcock, C., Menzies, P. C. y H. Beebe (eds.), *The Oxford Handbook of Causation*, Oxford: Oxford University Press, pp. 326-337. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199279739.003.0017>
- Gogarten, M. B., Gogarten, J. P. y L. Olendzenski (2009) (eds.), *Horizontal Gene Transfer: Genomes in Flux*, Totowa, NJ: Humana Press.
- Haldane, J. S. (1931), *The Philosophical Basis of Biology: Donnellan Lectures*, London: Hodder and Stoughton.
- Jablonka, E. y M. J. Lamb (1995) (eds.), *Epigenetic Inheritance and Evolution: The Lamarckian Dimension*, Oxford: Oxford University Press.
- Jacob, F. (2014), *La lógica de lo viviente: una historia de la herencia*, Barcelona: Tusquets Editores.
- Jaeger, J. (2023), *The Fourth Perspective: Evolution and Organismal Agency*, en Mossio, M. (ed.), *Organization in Biology. History, Philosophy and Theory of the Life Sciences*, vol. 33, Cham: Springer, pp. 159-186.
- Johnstone, J. (1914), *The Philosophy of Biology*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Keller, E. F. (1995), *Refiguring Life: Metaphors of Twentieth-Century Biology*, New York: Columbia University Press.

- Keller, E. F. (2014), “From Gene Action to Reactive Genomes”, *The Journal of Physiology* 592(11): 2423-2429. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2014.270991>
- Kelvin, L. (1901), “Nineteenth Century Clouds over the Dynamical Theory of Heat and Light”, *The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science* 2(7): 1-40. <https://doi.org/10.1080/14786440109462664>
- Laland, K., Matthews, B. y M. W. Feldman (2016), “Introduction to Niche Construction Theory”, *Evolutionary Ecology* 30(2): 191-202. <https://doi.org/10.1007/s10682-016-9821-z>
- Laplace, P. S. (1814), *Essai philosophique sur les probabilités*, Paris: Bachelier, successeur de M<sup>me</sup> V<sup>e</sup> Courcier. <https://doi.org/10.3931/e-rara-54889>
- Lewontin, R. C. (2000), *Genes, organismo y ambiente: Las relaciones de causa y efecto en biología*, Barcelona: Gedisa.
- Mallet, J. (2007), “Hybrid Speciation”, *Nature* 446(7133): 279-283. <https://doi.org/10.1038/nature05706>
- Margulis, L. y D. Sagan (2002), *Acquiring Genomes: A Theory of the Origins of Species*, New York: Basic Books.
- Mitchell, K. J. (2023), *Free Agents: How Evolution Gave Us Free Will*, New Jersey: Princeton University Press.
- Monod, J. (2022), *El azar y la necesidad. Ensayo sobre la filosofía natural de la biología moderna*, Barcelona: Tusquets Editores.
- Moss, L. (2024), “Concepts of Agency: Introduction to the Thematic Section”, *Biological Theory* 19(1): 3-5. <https://doi.org/10.1007/s13752-023-00454-0>
- Navarro Prieto, F. J. (2025), “NOTA CRÍTICA El libre albedrío es una función biológica evolucionada. Free Agents. How Evolution Gave Us Free Will Mitchell, K. J. (2023) New Jersey: Princeton University Press, 333 págs. (ISBN: 978-0691226231)”, *Teorema* 44(1): 1-4.
- Needham, J. (1928), “Recent Developments in the Philosophy of Biology”, *The Quarterly Review of Biology* 3(1): 77-91. <https://doi.org/10.1086/394294>
- Needham, J. (1942), *Biochemistry and Morphogenesis*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Nicholson, D. J. (2014), “The Return of the Organism as a Fundamental Explanatory Concept in Biology: The Return of the Organism”, *Philosophy Compass* 9(5): 347-359. <https://doi.org/10.1111/phc3.12128>
- Niemann, H.-J. (2014), *Karl Popper and the Two New Secrets of Life: Including Karl Popper's Medawar Lecture 1986 and Three Related Texts*, Tübingen: Mohr Siebeck.
- Noble, D. (1960), “Cardiac Action and Pacemaker Potentials based on the Hodgkin-Huxley Equations”, *Nature* 188(4749): 495-497. <https://doi.org/10.1038/188495b0>
- Noble, D. (1962), “A Modification of the Hodgkin–Huxley Equations Applicable to Purkinje Fibre Action and Pacemaker Potentials”, *The Journal of Physiology* 160(2): 317-352. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.1962.sp006849>
- Noble, D. (2006), *The Music of Life: Biology Beyond the Genes*, Oxford: Oxford University Press.
- Noble, D. (2008), “Claude Bernard, The First Systems Biologist, and the Future of Physiology”, *Experimental Physiology* 93(1): 16-26. <https://doi.org/10.1113/expphysiol.2007.038695>
- Noble, D. (2017), *Dance to the Tune of Life: Biological Relativity*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Noble, D. (2021), “The Illusions of the Modern Synthesis”, *Biosemitotics* 14(1): 5-24. <https://doi.org/10.1007/s12304-021-09405-3>
- Noble, R. y D. Noble (2017), “Was the Watchmaker Blind? Or Was She One-Eyed?”, *Biology (Basel)* 6(4): 47. <https://doi.org/10.3390/biology6040047>
- Noble, R. y D. Noble (2018), “Harnessing Stochasticity: How do Organisms Make Choices?”, *Chaos* 28(10): 106309. <https://doi.org/10.1063/1.5039668>
- Noble, R. y D. Noble (2022), “Physiology Restores Purpose to Evolutionary Biology”, *Biological Journal of the Linnean Society* 139(4): 357-369. <https://doi.org/10.1093/biolinnean/blac049>
- Noble, R. y D. Noble (2023), *Understanding Living Systems*, Cambridge: Cambridge University Press.



- Noble, R., Tasaki, K., Noble, P. J. y D. Noble (2019), "Biological Relativity Requires Circular Causality but Not Symmetry of Causation: So, Where, What and When Are the Boundaries?", *Frontiers in Physiology* 10: 827. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00827>
- Nuño de la Rosa, L. (2010), "Becoming Organisms: The Organisation of Development and the Development of Organisation", *History and Philosophy of the Life Sciences* 32(2/3): 289-315.
- Odling-Smee, F., Laland, K. N. y M. W. Feldman (2003), *Niche Construction: The Neglected Process in Evolution*, New Jersey: Princeton University Press.
- Rosenberg, A. (2020), *Reduction and Mechanism*, Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781108592949>
- Schrödinger, E. (2023), *¿Qué es la vida?*, Barcelona: Tusquets Editores.
- Shapiro, J. A. (2013), "How Life Changes Itself: The Read-Write (RW) Genome", *Physics of Life Reviews* 10(3): 287-323. <https://doi.org/10.1016/j.plrev.2013.07.001>
- Spinoza, B. (2000), *Ética demostrada según el orden geométrico*, Madrid: Trotta.
- Sultan, S. E. (2015), *Organism and Environment: Ecological Development, Niche Construction, and Adaptation*, Oxford: Oxford University Press.
- Sun, D., Jeannot, K., Xiao, Y. y C.W. Knapp (2019), "Horizontal Gene Transfer Mediated Bacterial Antibiotic Resistance", *Frontiers in Microbiology* 10(12): 1933. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.01933>
- Triviño, V. (2024), "Emergentism in the Biological Framework: The Case of Fitness", *Biology & Philosophy* 39(2): 9. <https://doi.org/10.1007/s10539-024-09945-1>
- Walsh, D. M. (2015), *Organisms, Agency, and Evolution*, Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781316402719>
- Walsh, D. M. y G. Rupik (2023), "The Agential Perspective: Countermapping the Modern Synthesis", *Evolution & Development* 25(6): 335-352. <https://doi.org/10.1111/ede.12448>
- Webster, G. y B. C. Goodwin (1982), "The Origin of Species: A Structuralist Approach", *Journal of Social and Biological Structures* 5(1): 15-47. [https://doi.org/10.1016/S0140-1750\(82\)91390-2](https://doi.org/10.1016/S0140-1750(82)91390-2)
- West-Eberhard, M. (2003), *Developmental Plasticity and Evolution*, Oxford: Oxford University Press.
- Woese, C. R. (2004), "A New Biology for a New Century", *Microbiology and Molecular Biology Reviews* 68(2): 173-186. <https://doi.org/10.1128/MMBR.68.2.173-186.2004>
- Woodger, J. H. (1929), *Biological Principles: A Critical Study*, London: Kegan Paul and Co.
- Ylikoski, P. (2013), "Causal and Constitutive Explanation Compared", *Erkenntnis* 78(Suppl. 2): 277-297. <https://doi.org/10.1007/s10670-013-9513-9>