

Organismo

Marta Bertolaso

Modo de citar:

Bertolaso, Marta. 2017. "Organismo". En *Diccionario Interdisciplinar Austral*, editado por Claudia E. Vanney, Ignacio Silva y Juan F. Franck. URL=<http://dia.austral.edu.ar/Organismo>

La variedad de especies que habitan la Tierra en la actualidad es difícil de imaginar. El limitado muestreo de la biodiversidad mundial ha dificultado una cuantificación directa de dicho número, a la vez que estimaciones indirectas permanecen aún inciertas debido a la utilización de controvertidos enfoques. Globalmente, nuestra mejor aproximación al número total de especies se basa en la opinión de expertos taxonómicos, cuyas estimaciones se extienden desde los 3 hasta los 100 millones de especies (May 1988; Stork 1993; Mora et al. 2011). El recuento de especies y la categorización de los taxones es una tarea desafiante. No obstante, los miembros de esos taxones -los organismos individuales- deberían resultar fáciles de reconocer. Nosotros, los seres humanos, somos organismos, y nos vemos tentados a colocarnos como ejemplo para explicar qué significa ser un organismo. Pero la naturaleza nos brinda una sorprendente diversidad de ejemplos de presuntos organismos. Se estima que el organismo simple de mayor tamaño en el mundo es *Pando*: una colonia clonal de un álamo individual con un sistema de enraizamiento interconectado que se encuentra en Utah, USA. La especie de bacteria de mayor tamaño conocida es *Thiomargarita namibiensis* (Schulz 1999), que llega a medir 0,75 mm de diámetro, haciéndose, por ende, visible al ojo humano con un tamaño mil veces mayor al de una bacteria más tradicional. Los microorganismos son, de hecho, organismos, pero no podemos verlos a simple vista, y viven de manera distinta a los organismos de nuestra clase (los organismos multicelulares). Por ejemplo, los microorganismos se adhieren a las superficies y desarrollan biofilms, es decir, conjuntos de células microbianas asociadas a una superficie insertas en una matriz de sustancia polimérica extracelular, dentro de la cual se comunican e interactúan químicamente en conjunto (Donlan 2002). Retomando el tema de nuestra escala espacial, algunos organismos como las hormigas o las abejas se agrupan para formar *superorganismos*. Estos ejemplos hacen tambalear las ideas intuitivas que podamos poseer acerca de qué es exactamente un organismo. Y, de hecho, a medida que las ciencias biológicas avanzan en su descubrimiento del mundo vivo, nos vemos forzados a esclarecer y modificar nuestras ideas y definiciones de organismo (Ramellini 2006b; Ramellini 2006a; Longo y Montévil 2014; Ruizmirazo 2000).

El origen del término *organismo* y el concepto que abarca este término deben remontarse hasta el nacimiento de la biología como ciencia, entre los siglos XVIII y XIX. No obstante, Aristóteles se erige como un referente fundamental para el estudio empírico y la comprensión filosófica de los seres vivos en el mundo occidental (Moya 2000). Para Aristóteles, los seres vivos -en particular los de mediano tamaño- son los más activos y organizados, aunque no constituyen el componente material más común del universo. Por definición, estos seres vivos son "sustancias naturales paradigmáticas" (Lennox 2001, 108-109). La *organización* es una propiedad fundamental de esas sustancias, tanto es así que la *ubicación* de una parte del cuerpo en el cuerpo mismo es de mayor importancia que su constitución material: "La sangre no será sangre, ni la carne será carne, en cualquier y en todo estado" (*La generación de los animales* I.18, 722b34); una mano solo puede considerarse como tal en tanto pertenezca a un cuerpo con alma, es decir, materia animada por una forma: una mano que se separa del cuerpo ya no constituye una mano (*Metafísica* Z 11, 1036b32).

Immanuel Kant (1724-1804) es otro pensador occidental pionero cuyas ideas sobre los organismos deben considerarse un punto de referencia. Según Huneman (Huneman 2014, 276), la caracterización kantiana de un organismo fue "compartida por aquellos desarrollistas del siglo XIX (i.e. von Baer, Gegenbaur, Owen) que han influido en la reciente teorización sobre el desarrollo". Kant pone de relieve características empíricas como la autoorganización: "los seres organizados son seres que se auto-organizan", pero la mayoría de las veces él expresa una visión más proyectiva, que no es una apelación a una realidad intrínseca, sino a ciertas características epistémicas de cómo construimos el mundo a través de formas inteligibles. De hecho, Kant insistió en que, en lo que respecta a los organismos, la *idea de un todo* está presente como un *principio de conocimiento*, que no constituye una característica empírica sino "una

condición para que entendamos los órganos y los rasgos como partes de un solo organismo” (Kant 1790 cit. en Wolfe 2014, 155). El concepto de organismo de Kant comprendía dos criterios: un criterio de diseño y un criterio de epigénesis. El criterio de diseño postula que en los organismos cada parte debe entenderse en relación con un todo. El criterio de epigénesis destaca que “los organismos son entes que se reproducen continuamente a sí mismos durante la embriogénesis y a través de su normal funcionamiento, en una forma causalmente circular” (Huneman 2014) Los organismos comparten el criterio de diseño con complejos artefactos, mientras que la epigenética diferencia los organismos de los artefactos porque el armado de las partes de un organismo no se logra a través de un agente externo poseedor de un diseño, sino que se construye a través de las partes mismas.

1 Organismo, mecanismo y biología en el siglo XVIII [↑](#)

Se estima que el término *organismo* surge por primera vez en la edición de 1706 de la obra de John Evelyn Sylva, un trabajo originalmente publicado en 1664 (Cheung 2006). Para ubicar temporalmente la aparición de este término, Ramellini (2009) se remonta a la disertación doctoral de Georg Ernst Stahl (1684) y señala un cambio en su utilización: con anterioridad a la decisión de adoptar el término *organismo* para designar a un ser vivo individual, en los autores antiguos era usual encontrar la expresión *organismo* de un cuerpo animado o inanimado, dado que organismo significaba un principio de orden (Cheung 2006). En poco tiempo, el concepto se convirtió en el centro de un debate emblemático y fundamental entre Gottfried Wilhelm Leibniz y Georg Ernst Stahl. Comenzando con la respuesta de Leibniz a la obra de Stahl, *Theoria medica vera* (1707), el debate se centró en un tema fundamental: la posible existencia de un “principio vital extra-causal”, separado del cuerpo en su conjunto, que incide sobre el organismo (Wolfe 2014, 155). Según Leibniz, “todo en la naturaleza ha de ser explicado mecánicamente” y esto convierte a los organismos en “máquinas de la naturaleza”. Ambos pensadores consideraron el mecanicismo de Leibniz en total oposición con la idea de *anima* de Stahl, una hipotética fuerza motora o un controlador en el cuerpo. Mientras que para Stahl un organismo es algo único en la naturaleza como un todo, Leibniz rechaza por completo ontologizar el concepto, de manera que la oposición aparece fundamentalmente irreconciliable.

Aunque organismo y mecanismo no son opuestos lógicos, como aparecen en el debate entre Leibniz y Stahl, esta oposición fue propuesta una y otra vez, y también fue aceptada por la historiografía de la biología. Si, por un lado, encontramos un discurso retórico persistente que contrasta organismo y mecanismo, también, por otro lado, observamos, una interacción terminológica y fáctica entre las diferentes posturas filosóficas y metodológicas. Durante el siglo XVIII, el significado de *organismo* y, particularmente, su relación con el mecanicismo permaneció inestable por un largo período. Por ejemplo, hasta la publicación de la *Encyclopédie* de Diderot y D’Alembert (publicada por primera vez en 1751), ambos términos eran utilizados indistintamente. Mientras tanto, en el oscilante movimiento de definiciones entre cuerpos vivos y máquinas, el vitalismo no siempre advocó por la existencia de una fuerza vital invisible, sino que con frecuencia apuntó a una organización funcional. En 1865, Claude Bernard, entre muchos otros, propuso una visión dual, en la cual los niveles mecanicistas y organicistas se entremezclaban, describiendo al organismo no solamente como una *máquina admirable* sino también como una *máquina viva*, poniendo un énfasis mayor en la auto-organización: “Lo que distingue a una máquina viva no es la naturaleza de sus propiedades físico-químicas, tan complejas como puedan serlo, sino más bien, la creación de una máquina que se desarrolla ante nuestros ojos en condiciones propias a sí misma y de acuerdo a una idea definida que expresa la naturaleza del ser vivo y la esencia misma de la vida” (Bernard 1865 cit. en Wolfe 2014, 157). El mecanismo surge, por otra parte, como un intento de hacer justicia al objetivo de explicación: las propiedades funcionales de los sistemas vivos (Wolfe 2014, 6-7).

Más aún, la especificidad ontológica del organismo se presenta más como una cuestión de grado que como una cuestión de irreducible singularidad. Según diferentes autores (Caron 1988, McLaughlin 2002), la visión consolidada de un organismo como un conjunto complejo y específico de materia que admite grados se entremezcló con el origen de la biología como ciencia. La *biología* surge en 1766 (McLaughlin 2002), junto con una posterior fluctuación terminológica por algunas décadas, en competencia con otros términos como, por ejemplo, *zoonomia*. La afirmación de la biología es paralela a la afirmación del organismo en general como un objeto de estudio científico (Perlman 2000), del mismo modo que cuando Caspar Friedrich Wolff (1764) buscó redefinir la embriología como una *teoría de generación*, una ciencia de causas y efectos específicos para la formación de *cuerpos organizados* (Wolfe 2014, 156).

2 Organismos, máquinas y autonomía [↑](#)

Hasta este momento, hemos tratado la introducción del *organismo* como término y como concepto a comienzos del siglo XIX. Algunos autores anteriores, especialmente René Descartes, deben recibir el crédito de haber creado modos pioneros para pensar los seres vivos, modos que fueron luego heredados por la sucesiva noción de organismo. La filosofía natural de Descartes es la fuente más fidedigna de la concepción de organismos como máquinas (Nicholson 2013, Nicholson 2014a). Como señala Dan Nicholson, la idea de máquina impregna la cosmovisión de Descartes sobre el universo, de modo que “entender un organismo como una máquina es entenderlo lo suficientemente bien como para que no sea necesario ningún requisito extra de claridad o de certeza demostrativa” (Nicholson 2013, 670). Si bien a través de los siglos, los compromisos metafísicos de Descartes se perdieron y modificaron, y si bien el rol de máquina paradigmática fue reemplazado por relojes, máquinas de vapor, computadoras y demás, la concepción de organismos como máquinas sobrevivió como una poderosa metáfora heurística. Según Nicholson, esto fue posible gracias a la constante profusión de investigaciones científicas que trataron sobre partes de los organismos en lugar de sobre organismos completos. Las partes de los organismos tienen más elementos en común con las máquinas que los organismos completos y si “el acercarnos al estudio de los organismos como si fueran máquinas puede ser muy rentable y hasta un cierto punto necesario”, los organismos y las máquinas son fundamentalmente diferentes y una inflación retórica de la metáfora puede impedir el progreso científico.

Entonces, Nicholson pregunta: ¿cuáles son las similitudes y las diferencias entre los seres vivos y las máquinas? Tanto los organismos como las máquinas: (1) son sistemas físicos unidos que actúan de acuerdo a las leyes físicas; (2) utilizan o modifican energía y transforman parte de ella en trabajo; (3) están estructurados jerárquicamente y se diferencian internamente; (4) admiten descripciones relacionales; y (5) pueden ser caracterizados en términos funcionales o teleológicos dado que se hallan organizados de manera tal que operan en sincronía hacia la concreción de fines específicos.

Pero más allá de las similitudes, hay importantes diferencias que separan a los organismos de las máquinas. Según Nicholson, la diferencia más habitual refiere al distinto significado de su orientación a un objetivo o propósito. Tal diferencia puede comprenderse con mayor facilidad al considerar otras diferencias más específicas. En una máquina, las partes “son causalmente independientes de y temporalmente anteriores al todo que conforman”: adquieren su función por virtud de estar presentes en la máquina como un todo. El todo solo cobra existencia una vez que todas las partes han sido adecuadamente ensambladas y los componentes materiales -si no han sido reemplazados por un agente externo- generalmente permanecen inalterables durante todo el proceso. Más aún, resulta “difícil concebir una máquina que pudiera dividirse un número indefinido de veces y aun así ser capaz de conservar su unidad y funcionalidad en la forma que aun el más simple de los organismos lo hace” (Nicholson 2013, 672). En un organismo, en cambio, tenemos *metabolismo*: el organismo “se mantiene naturalmente a sí mismo en un estado de flujo constante en el cual existe una división y un continuo reemplazo de sus materiales constitutivos” (Nicholson 2013, 672). En realidad, las partes existen en una relación de interdependencia colectiva, dado que cada parte es necesaria para la generación y operación de las otras; no son ni causalmente independientes de o temporariamente anteriores al conjunto. Las partes “solo adquieren sus respectivas identidades *qua partes* a medida que el todo se desarrolla progresivamente a partir de un sistema originalmente indiferenciado, aunque ya integrado” (Ibídem); las actividades fisiológicas de un organismo, de hecho, deben tener lugar durante el crecimiento mientras que una máquina no puede realizar sus funciones previstas durante su construcción. La dimensión tiempo adquiere una peculiar importancia estructural en los organismos, convirtiéndolos en entes profundamente históricos (Longo y Montévil 2014). A esta dinámica auto-organizadora y auto-regeneradora de los organismos se relaciona su objetivo. Según Nicholson, los organismos son *intrínsecamente* útiles dado que poseen una identidad autónoma: los fenómenos de auto formación, autopreservación, autoreproducción, y auto-restitución son todas características de la dinámica organizativa de los sistemas vivos. Por el contrario, las máquinas son *extrínsecamente* útiles dado que carecen de identidad autónoma -su medio causal de producción reside fuera de sí mismas- y exigen una intervención externa no solamente para su construcción sino también para su mantenimiento. La utilidad de los organismos y las máquinas es, por ende, radicalmente diferente: “las máquinas poseen funciones, los organismos carecen de ellas. Son únicamente las partes (o rasgos) de los organismos las que poseen funciones” (Nicholson 2013, 671). Y es por esto que, según Nicholson, la fuerza de la metáfora de la máquina en biología está enraizada en un constante foco en las partes.

Si la autonomía es considerada con frecuencia el criterio para diferenciar organismos de máquinas, también se la

evoca como criterio para distinguir los organismos de otros seres vivos (Mahner y Bunge 1997). A modo de ilustración, Ramellini (2009, 195) dirige nuestra atención a la comparación entre un hepatocito (una célula hepática) en un ser humano y una bacteria cultivada. En tanto las dos células estén vivas, Ramellini explica que la bacteria es también un organismo dado que es un ser libre en el medio e independiente de cualquier otro ser vivo, mientras que el hepatocito forma parte de un cuerpo vivo mayor y es parte activa del mismo y esto, a su vez, le permite al hepatocito vivir. Moreno y Mossio (2015) asocian esta idea de falta de autonomía con la noción de control: para estos autores, los sistemas multicelulares ejercen un *control funcional* sobre el desarrollo de los componentes unicelulares, para así poder inducir su diferenciación la cual, a su vez, los vuelve aptos para vivir solamente en el entorno específico compuesto por el sistema multicelular. Por lo tanto, para Moreno y Mossio, los organismos multicelulares son presuntos organismos de gran importancia, gracias a esta característica constitutiva de control funcional.

Autonomía, libertad e independencia son, por ende, características distintivas de los organismos respecto a todos los cuerpos que pueden considerarse vivos. Pero dado que la autonomía no es un criterio *sí-no*, existen diversos casos que, indefectiblemente, caen en la ambigüedad: no sólo los cuerpos parcialmente autónomos, sino también los cuerpos con sistemas parcialmente autónomos dentro de ellos. Aquí Ramellini indica el problema de la no-coincidencia entre organismo y cuerpo biológico señalando ejemplos como los gemelos siameses o las serpientes con dos cabezas. Si un organismo se caracteriza por no ser parte de o estar subordinado a otro sistema viviente, el problema filosófico más profundo se transforma, según Ramellini, en la noción misma de *subordinación biológica*: de partes a un todo, de un todo a sí mismo, de partes a otras partes, y a la coordinación entre partes (Ramellini 2009, 212). En realidad, si el organismo es una red de partes que se regulan recíprocamente, los factores bióticos y abióticos son partícipes de dicha regulación. Aunque las influencias ambientales pueden verse mejor como disparadoras en lugar de como partes en la regulación, los límites permeables de los organismos generan desafíos conceptuales sumamente interesantes.

La autonomía también es una característica de los organismos que no se contradice -de hecho, se encuentra íntimamente ligada- con la *interacción* y el *cambio*. Según perspectivas recientes sobre la autonomía biológica, los organismos son "entes conectados cohesiva y espacialmente", donde encontramos la expresión de "complejidad organizada", la cual es, a su vez, una característica de lo biológico (Moreno y Mossio 2015, xxiii). Según Moreno y Mossio, "desde la perspectiva de su relación con su entorno, los organismos individuales son sistemas capaces de actuar en su propio beneficio, de construir una identidad que los distinga de su entorno (al mismo tiempo que continúan interactuando con el mismo como sistemas abiertos y fuera de equilibrio). Esta capacidad de los seres vivos de actuar en su propio beneficio se desprende de su particular forma de organización" (Ibídem). Los autores también distinguen entre autonomía constitutiva e interactiva. La autonomía *constitutiva* determina la identidad del sistema. La autonomía *interactiva* trata con las interacciones funcionales que el organismo sostiene con el entorno (Torres y Trainor 2008; Pearce 2014). Dado que tales interacciones son inherentes y obligatorias, la autonomía interactiva no constituye un mero efecto secundario de la dimensión constitutiva: las dos dimensiones están íntimamente ligadas y son igualmente necesarias (Moreno y Mossio 2015, xviii). El cierre organizativo es otro criterio relacionado con la individualización de un organismo (Juarrero 2015; Mossio y Moreno 2010). La preservación a largo plazo de organismos biológicos supone la capacidad de auto mantenerse no sólo en condiciones estables sino también, y de forma crucial, a través de perturbaciones internas y externas potencialmente nocivas. En tales circunstancias, las capacidades regulatorias gobiernan la transición hacia una nueva situación viable, ya sea contrarrestando las perturbaciones o estableciendo una nueva organización constitutiva (Moreno y Mossio 2015, xxx).

3 Darwin, Mendel, genética biométrica y biología molecular: la descomposición metodológica del organismo [↑](#)

Diversas líneas de trabajo de la biología moderna pueden considerarse como convergentes en lo que refieren a la descomposición metodológica del organismo en sus rasgos constitutivos, caracteres y partes. Si bien podemos afirmar que el organismo individual constituye la unidad en el proceso de evolución por selección natural, el resultado de la teoría de la evolución por selección natural de Darwin es la posibilidad de considerar caracteres como reales y compitiendo unos con otros por su prevalencia en las especies biológicas a lo largo del tiempo evolutivo. Los caracteres de los organismos fueron centrales en los esfuerzos sistemáticos pre-darwinianos -principalmente en el

Systema Naturae de Linnaeus- y en la anatomía comparativa, donde las partes de los organismos se generalizan y se aíslan del organismo portador individual. Por otra parte, estas áreas de investigación proporcionaron ricas confirmaciones de la especificidad ontológica y reforzaron la idea de un organismo individual. Georges Cuvier (1769-1832), por ejemplo, uno de los fundadores y líderes de la anatomía comparativa, consideró a los organismos como un todo integrado, en el cual la forma y la función de todas sus partes se encuentran integradas en el cuerpo entero. Este principio permitió a Cuvier reconstruir organismos a partir de restos fragmentados y su habilidad para reconstruir organismos desde fósiles fragmentados se convirtió en legendaria. La integración funcional de los organismos significó que cada parte de un organismo, sin importar cuán pequeña sea, esboza signos del todo. Estas convicciones vincularon a Cuvier con la visión clásica de la teología natural, y le impidieron creer en la evolución orgánica, dado que cualquier cambio en la anatomía de un organismo habría hecho que no pudiera sobrevivir. Si los organismos fueran todos funcionales, cualquier cambio en una parte destruiría su delicado balance. La *Teología natural* de William Paley (1802) había expresado una idea similar, resaltando el perfecto encastre entre las diferentes partes de los organismos entre sí y con el medio, comparando los organismos vivos con los relojes mecánicos e infiriendo la presencia de un Diseñador trascendente, Dios creador.

En Darwin, la idea de *carácter* se relacionó estrechamente con la herencia, y se convirtió en fundamento de las teorías de descendencia común y selección natural. En *El origen de las especies*, por ejemplo, Darwin señala que “cualquier variación que no se hereda carece de importancia para nosotros” (Darwin 1859, 12), y escribió: “Quizá el modo más ecuánime de ver todo este tema sería considerar la herencia de todo carácter como regla, y la no herencia, como excepción” (Darwin 1859, 13). Debido a esta ley de la selección natural, los caracteres son tan importantes que se convierten en fenómenos casi autónomos en el proceso evolutivo. “Aun cuando la selección natural puede obrar sólo a través de y para el bien de cada ser, los caracteres y las estructuras, que consideramos de importancia muy insignificante, pueden así ser actuados. Cuando vemos de color verde los insectos que se alimentan de hojas, y grises moteados los que se alimentan de cortezas, blanca en invierno la perdiz alpina, y del color del brezo la perdiz de Escocia, hemos de creer que estos colores están al servicio de estas aves e insectos para preservarlos del peligro” (Darwin 1859, 84). La selección natural *influye* sobre los caracteres en forma completamente metafórica, pero los caracteres, la herencia y la selección natural, junto con los organismos naturales constituyen aspectos inseparables del mismo fenómeno. El color es algo real: una determinada gama de verde protege a especies de animales que se alimentan de hojas, y de este modo prevalece sobre otras gamas de verde y otras tonalidades. Según Darwin, también vemos presagiada la idea de la genética de poblaciones que un carácter tiene una aptitud: “No encuentro razón alguna para dudar de que una variación accidental en el tamaño y forma del cuerpo, o en la curvatura y largo de la probóscide, desviaciones, demasiado pequeñas para que las apreciemos, pueden beneficiar a una abeja o a algún otro insecto, para que un individuo así caracterizado pueda obtener su alimento más rápidamente, y, por ende, tener mejores chances de vivir y dejar descendientes” (Darwin 1859, 94).

Un punto débil del marco darwiniano era su teoría de la herencia, es decir, la *pangénesis* (1869). Así, una vez que Darwin abrió el camino para definir las características de los organismos como heredadas y variables, sus posteriores estudios sobre la herencia estuvieron destinados a dar pasos significativos hacia la descomposición metodológica de los organismos en caracteres y rasgos. Francis Galton, por ejemplo, se embarcó en la tarea de modelar la dinámica transgeneracional de los rasgos como el tamaño en los guisantes y la estatura, el color de los ojos, el temperamento, las cualidades artísticas y las enfermedades en los humanos. Estos constituían rasgos *cuantitativos*, en oposición a discretos. Si nos referimos a los rasgos, Galton inventó el análisis de regresión y otros métodos matemáticos centrados en el carácter, y sentó ciertas bases para una ciencia que haría su aparición en el siglo siguiente: la genética de poblaciones (Serrelli 2016). Tiempo más tarde, en 1900, los botánicos europeos DeVries, Correns y Tschermak descubrieron el trabajo de Gregor Mendel (1822-1884).

Mendel había estudiado siete caracteres diferentes de la arveja de jardín (*Pisum sativum*). La palabra *carácter* en este contexto alude a una propiedad específica de un organismo, una característica o rasgo. Para cada uno de los caracteres que eligió, Mendel obtuvo líneas de plantas, que él mismo cultivó por dos años para asegurarse de que serían puras. Una línea pura es una población que, al reproducirse, conserva sus caracteres individuales de una a otra generación, es decir, no muestra variaciones en el carácter particular que se está estudiando; sino que toda descendencia producida por autofertilización o cruzamiento dentro de la población son idénticas en lo referente a este carácter. Asegurándose que sus líneas conservaban sus caracteres de una generación a otra, Mendel abrió un inteligente camino: había establecido una base fija para sus futuros estudios, de modo que cualquier cambio

observado con posterioridad a la manipulación deliberada en su investigación sería científicamente significativo. Pudo establecer así un experimento controlado. A través de experimentos de cruzamiento a gran escala, Mendel infirió que las plantas en la primera generación reciben de sus progenitores la habilidad de producir caracteres alternativos, por ejemplo, tanto la flor púrpura como la flor blanca, y que estas habilidades se retienen y se pasan a futuras generaciones en lugar de combinarse. Mendel utilizó los términos dominante y recesivo para describir el fenómeno de uno de los caracteres (por ejemplo, la flor blanca) que no era *expresado*, y postuló la existencia de pares de factores hereditarios para justificar los patrones observados. Mendel pudo demostrar que los factores se separan en forma idéntica en su descendencia.

El redescubrimiento del trabajo de Mendel en 1900 impulsó una batalla intelectual en Gran Bretaña entre los denominados Mendelianos y los Biométricos; un debate, que, a su vez, recuerda las anteriores discusiones sobre los patrones de variación discretos o continuos en los caracteres de los organismos (Porvine 1971, 38). Los discontinuistas como William Bateson, convencidos ya de la postura dicotómica de Galton sobre la variación, la combinaron con la naturaleza discreta de los caracteres estudiados por Mendel: aunque la variación continua estaba realmente allí, la mayor fuente de innovación en la evolución debía ser algo totalmente distinto. Para Bateson, la fuente de innovación se debe a que la hibridación entre variantes distintas crea nuevas variantes. Los mendelianos, por su parte, trabajaron sobre la idea de Mendel de que los caracteres dependen de *factores* que se transmiten de alguna manera de padres a hijos. Mientras la información y los hallazgos experimentales -junto a sus respectivas interpretaciones- se acumulaban, los métodos matemáticos se incluyeron dentro de una nueva corriente en formación, que daría luego origen a la genética evolutiva. Como sostiene Provine, “para 1918, principalmente como resultado del análisis de los exitosos experimentos de selección, muchos genetistas habían descubierto que la herencia mendeliana y la selección darwiniana eran complementarias” (Provine 1971, 130), y que los caracteres mendelianos, en su mayoría muy pequeños y preservados a través de cruzamientos, proveían la variabilidad para la selección.

Más allá de asumir este supuesto, la fundación de la ciencia de la herencia estableció una serie de reglas metodológicas dirigidas a minimizar la epistasia. Es decir, para posibilitar el estudio experimental y su modelización matemática fueron necesarias algunas decisiones para asegurar el aislamiento de los factores y los genes estudiados. Con el fin de obtener datos y modelos confiables, sólo se permitieron interacciones aditivas, aquellas en las que el efecto de cada factor y gen es claramente reconocible y no es perturbado por los demás. De acuerdo con Bateson (2015), por ejemplo, la recomendación biométrica de la genética del comportamiento consistió en reescalar los datos hasta encontrar un modo que minimice las interacciones no-aditivas. Después de todo, el mismo Mendel había actuado de un modo tal que le permitió obtener un sistema modelo desde el cual extraer las leyes de la segregación. Mendel empezó con la elección de sus plantas. Los guisantes pueden tanto auto-polinizarse (*self-pollinate*) como tener una polinización cruzada. La autopolinización de los guisantes ocurre porque las partes masculinas de la flor (anteras) y las partes femeninas de la flor (ovarios) -que producen el polen que contiene el esperma y los óvulos que contienen los huevos, respectivamente- se encuentran encerrados en un compartimento formado por dos pétalos fundidos. A su vez, el jardinero o el experimentador puede cruzar (*cross-pollinate*) cualquier par de plantas de guisantes a voluntad. En este caso, las anteras de una planta son retiradas antes de que se abran para arrojar el polen, operación que se llama emasculación, previniendo así la autofecundación. El polen de una segunda planta es entonces transferido al estigma receptivo de la primera con un pincel o con las mismas anteras.

La genética de poblaciones -teoría matemática que se basa en los diferentes caracteres y rasgos- guió exitosamente la investigación experimental sobre la herencia biológica por varias décadas, hasta el advenimiento de la biología molecular, y también luego. En años posteriores, las investigaciones en la intersección entre la biología, la química y la física abrieron nuevos campos, como la química coloidal, la biología biofísica y de radiación y la cristalografía, que culminaron con importantes descubrimientos que modificaron las reglas de juego y con el nacimiento de la biología molecular (Weaver 1970; Morange 1994; Sarkar 2007). En 1940 George Beadle y Edward Tatum probaron la existencia de una relación precisa entre genes y proteínas (Beadle y Tatum 1941). En 1944 Oswald Avery demostró que los genes están compuestos por ADN (Avery et al. 1944); en 1952 Alfred Hershey y Martha Chase confirmaron que el material genético del bacteriófago, el virus que infecta las bacterias, está compuesto por ADN (Hershey y Chase 1952). En 1953, James Watson y Francis Crick descubrieron la estructura doble helicoidal de la molécula de ADN (Watson y Crick 1953). En 1961, Francois Jacob y Jacques Monod demostraron que el producto de ciertos genes regula la expresión de otros genes al actuar sobre sitios específicos en el borde de estos genes. Propusieron la hipótesis de la existencia de un intermediario entre el ADN y sus productos proteicos, que denominaron ARN mensajero (Jacob y

Monod 1961). Entre 1961 y 1965, fue determinada la relación entre la información del ADN y la estructura de las proteínas. Existe un código, el código genético, que crea una correspondencia entre la sucesión de nucleótidos en la secuencia de ADN y una serie de aminoácidos en las proteínas. El éxito de la biología molecular derivó de la exploración de mundos desconocidos mediante nuevas tecnologías desarrolladas por químicos y físicos: la difracción de rayos X, la microscopía del electrón, la ultra centrifugación y la electroforesis. Pues estos estudios revelaron la estructura y la función de las macromoléculas. Un hito en este proceso fue el trabajo de Pauling y Benjamin en 1949, el cual, por primera vez, relacionó la mutación genética específica en pacientes con enfermedades celulares con un cambio demostrado en una proteína individual (Pauling y Itano 1949; cf. Eaton 2003). Así, el desarrollo de la biología molecular fue el resultado del encuentro entre la genética y otra disciplina que también había logrado un progreso considerable en el mismo período de tiempo: la bioquímica, la ciencia de la estructura y la función de las moléculas que constituyen los seres vivos. Entre 1900 y 1940, el principal proceso de metabolismo ya había sido descrito: la digestión y la absorción de los elementos nutritivos como los azúcares. Uno de los principales objetivos de los bioquímicos se había convertido en el estudio de la estructura y síntesis de las proteínas. Entre las proteínas, las enzimas disfrutaban de particular atención debido al rol que juegan en la catalización de reacciones metabólicas.

4 El debate sobre el reduccionismo ontológico, el eliminativismo y el holismo



Desde el comienzo, la biología molecular fue conducida por la idea de una explicación física y química de la vida. Luego del advenimiento de la teoría de la herencia cromosómica mendeliana en la primera década del siglo XX, y la maduración de la teoría atómica y la mecánica cuántica, esta explicación parecía asequible. Independientemente del grado de cumplimiento de este proyecto, varias evaluaciones filosóficas de la historia de la biología contemporánea han afirmado que las explicaciones moleculares disminuyeron o incluso minaron la importancia científica del organismo. Contraria a esta posición siempre existió otra perspectiva clásica: el organicismo, que postula la existencia de una realidad irreducible de organismos.

La reducción, eliminación o incluso el *borrado* del organismo (Wolfe 2014, 154) suele presentarse en términos neutrales, pero existe un aspecto normativo, acompañado de un ataque explícito o implícito a aquellos biólogos y pensadores que aún sostienen la relevancia del organismo. Genetistas como J.B.S. Haldane, y bioquímicos como Emil Du Bois-Reymond y Jacques Loeb afirmaron que “la vida es una cuestión de bioquímica” y que no existe “nada más” que las reacciones físicas y químicas (Wolfe 2010). Loeb, en particular, insistió en el espectro ilimitado de las explicaciones bioquímicas: “no podemos permitir que ninguna barrera se interponga en el camino de nuestro completo control y la consiguiente comprensión de los fenómenos vitales” (Loeb, cit. en Allen 2005). No sólo, por tanto, el organismo sería un concepto superfluo para el estudio científico de la vida, sino que constituiría una barrera real para su investigación y entendimiento. Para los más fervientes reduccionistas y eliminativistas biológicos moleculares, este concepto se asocia a una misteriosa ontología *vitalista* de las fuerzas no-causales u otro tipo de doctrina *pre* o *pseudo* científica, o, al menos, se lo considera “una noción altamente discutible” (Sterelny y Griffiths 1999, 173).

A la luz de este reduccionismo ontológico eliminativista, los conceptos modernos de organismo se suelen acoplar al holismo, invocando un tipo de *esencia* del organismo que no puede ser alcanzada por la metáfora mecanicista. El holismo suele considerarse a sí mismo en oposición al *mero mecanicismo*, al atomismo, a la reducción y a otras instancias de explicación en términos de su descomposición en partes (Nicholson 2014b). El objetivo del organicismo y del holismo sería, por ende, producir un modelo de la vida que sea no-mecánico, o no completamente mecánico. Pero hay características mecanicistas en la mayoría de las definiciones de organismo, de manera que para la realidad histórica la *máquina* y el *organismo* no son independientes uno del otro (Elhani 2000). Tomemos como ejemplo a Francisco Varela quien, entre los años 70 hasta su muerte en 2001, buscó formular *leyes* o regularidades sistémicas que definirían al organismo utilizando modelos derivados de la física o de la teoría de los sistemas dinámicos.

Algunos autores consideran el organicismo como una perspectiva, más que una teoría. Para Joseph Needham, por ejemplo, “todas las cosas son organismos y todas las cosas son también sistemas atómicos. Usted elige su punto de vista” (Needham 1930, 84-86). Ludwig von Bertalanffy (1934) invoca el holismo como un punto de vista sistémico total

sin referencia a ningún estatus especial de las entidades vivientes. En el mismo texto incluso también sostiene que esta postura echa una particular luz sobre la embriología y sobre cómo los organismos *no son* meras máquinas, particularmente debido a su carácter teleológico e *histórico*.

Otros organicistas -en palabras de D'Arcy Thompson- se contentan con postular *algo* que “interfiere y guía las reacciones físicas y químicas” (D'Arcy Thompson 1918, cit. en Wolfe, 154). El trabajo de Kurt Goldstein (1934) fue uno de los estudios más influyentes sobre las capacidades *holísticas* de los organismos. En el curso del tratamiento realizado a soldados con daño cerebral durante la Primera Guerra Mundial, Goldstein observó que el organismo se reajusta a sí mismo para enfrentar los daños devastadores mediante una redistribución adecuada de su reducida energía, replegándose a rangos de actividad más limitados que podía manejar. Cuando son confrontados con la enfermedad o con las heridas, los organismos tienen una flexibilidad inherente para reconocer sus partes hasta un grado considerable, para recobrar la funcionalidad de sus funciones vitales. Para Goldstein, esta característica de los organismos refuta sobre bases empíricas la suposición de que las partes determinan el conjunto. Por el contrario, ésta sugiere un enfoque constructivista, enfatizando el carácter inherentemente construido de los organismos y su actividad dinámica en el mundo. La garrapata de Von Uexküll (1940) es otro caso empírico que busca justificar una teoría holística del organismo, según la cual cada organismo vive en un *Umwelt* (mundo circundante) dinámicamente constituido que es único a ese organismo: las garrapatas perciben solamente lo que es relevante para ellas. Lo mismo sucede con los perros y los caballitos de mar. Para esta perspectiva, los organismos son *unidades cerradas*, como lo son sus *Umwelten* (mundos circundantes): “Cada entorno forma una unidad autolimitada, que rige en todas sus partes por su significado para el sujeto” (cit. en Wolfe 2014). El énfasis organicista adicional de Von Uexküll es que deberíamos entender la garrapata, como cualquier otro organismo, como un *sujeto* y no como una *máquina*.

El organismo puede ser también objeto de inversiones teóricas cuasi-afectivas que lo presentan como algo esencial, incluso como el eje de una ciencia o un enfoque particular de la naturaleza. Con frecuencia, este tipo de reacciones anti reduccionistas señalan la amenaza ontológica a los organismos en términos negativos, como una pérdida de significado, una deshumanización, una distorsión tecnocrática de la vida (Rehmannsutter 2000; Wolfe 2014). Algunos organicistas parecen dejar el campo de las ciencias biológicas por la metafísica. Éste fue el caso de Hans Driesch a principios del siglo veinte. Comenzando con una reflexión sobre la equipotencialidad de los huevos de los erizos de mar, Driesch pasó a teorizar las *entelequias* que, en su opinión, explican estas propiedades, llegando a una posición que suele denominarse *neovitalismo*. Raymond Ruyer, un prominente pensador francés de la posguerra cercano a la tradición de una biofilosofía fundamentalmente romántica alemana, defendió un explícito concepto anti-naturalista de organismo: insistió en la no-espacialidad del organismo, su pura potencialidad, sobre y contra el destino reduccionista que él temía que la ciencia moderna traería consigo, de un universo compuesto de materia inanimada, con choques y desplazamientos exhaustivamente explicados por las leyes de la mecánica.

Más allá de la dimensión normativa, evaluativa pero también polémica del concepto de organismo, las perspectivas actuales sostienen que las formas de organización y el organismo en particular tienen al menos alguna realidad, y que el concepto de organismo es particularmente fecundo en la investigación científica. Además, actualmente muchas voces enfatizan el rol del organismo como una noción específica y necesaria para entender la naturaleza y la evolución del mundo viviente (Laubichler 2000b; Laubichler 2009a). Volveremos a estas perspectivas después de dar una mirada a los campos científicos que más han subrayado la noción de organismo, aquellos que han exigido con más vehemencia un *retorno* del concepto de organismo.

5 ¿El eclipse o la desaparición del organismo? [↑](#)

La inmensa escala de tiempo de evolución ha estimulado largamente una reflexión sobre el rol de los organismos y de las *unidades reales* de la evolución, conduciendo -en lo que respecta a la biología evolutiva- a un “eclipse del organismo” (Nicholson 2014b; Walsh 2015). David Hull y Richard Dawkins, por ejemplo, introducen de modo independiente la distinción original entre *replicador* e *interactor* o *vehículo*. Un replicador es cualquier cosa que transmite su estructura en su mayor parte intacta, mientras que un interactor es una unidad cohesiva -como un organismo- cuya acción en el entorno hace una diferencia en la replicación de los replicadores que lleva. Richard Dawkins (1976), interpretando el trabajo de William Hamilton y George C. Williams (1966), desarrolló su famosa teoría

del punto de vista del gen (*gene's eye view*), una visión general de la evolución donde se considera que la selección a largo plazo opera principalmente sobre los genes, y los organismos son vistos como sus vehículos.

La selección de parentesco (Maynard-Smith 1964) se basa en la herencia compartida entre parientes: es esperable que los rasgos del "donante social" se difundan en la población si aumentan la idoneidad de los parientes cercanos del donante, quienes probablemente son portadores de los mismos rasgos. La aptitud inclusiva (Hamilton 1963; Hamilton 1964) es la aptitud de un rasgo derivado de la supervivencia y reproducción del portador, sumado a la supervivencia y a la reproducción de sus parientes (proporcionalmente a la cantidad genética compartida). La metáfora del *gen egoísta* de Dawkins, basada en estos hallazgos matemáticos, fue recibida por muchos biólogos como una herramienta clarificadora en su trabajo diario. Algunos filósofos de la biología se involucraron en esta metáfora, ya sea para desarrollarla (v.gr. Dennett 1995) o, en su mayoría, para criticarla (v.gr. Oyama 1998). Pero el trabajo de Dawkins (y el de Hull) introdujeron de un modo irreversible la idea de que el organismo, debido a su fugacidad evolutiva, podría ser una unidad engañosa de selección y evolución (Dawkins 1982; Turner 2004). La pregunta interesante en términos evolutivos continúa siendo el origen de la complejidad del organismo (Michod 1999; McShea 2000; Lynch 2007).

El énfasis en la herencia genética y en la *transmisión vertical* (padre a hijo) encontró serios desafíos en los últimos años, cuando varios filósofos se interesaron en la evidencia de una variedad de mecanismos de intercambio genético presentes en hongos, plantas y animales, no sólo en los procariotas (organismos unicelulares conocidos desde hace mucho tiempo por su amplia capacidad de transformación, conjugación y adquisición de ADN por transducción). Siguiendo a algunos biólogos como W. Ford Doolittle, los filósofos comenzaron a cuestionar varias suposiciones indiscutidas de la biología, tales como el árbol genealógico. Para O'Malley (O'Malley 2010), hoy en día, la idea de un árbol genealógico universal ha llegado a ser una opción inaceptable dada la abundancia de reticulación y transferencia lateral de genes (LGT, por su sigla en inglés) en toda clase de organismos, incluyendo animales. O'Malley propuso renunciar a la idea de "una filosofía de la evolución centrada en los animales. Sus principios básicos son que el concepto biológico de especies (BSC, por su sigla en inglés) es *universal* a organismos formadores de especies, que las líneas de bifurcación de la descendencia es lo único relevante en la reconstrucción de nuestros ancestros, y que el resto de la vida (no-animal) es más simple, menos diversa y menos *verdadera* evolutivamente. Las consecuencias de [tal] filosofía evolutiva centrada en los animales son que puede incluir en el mejor de los casos una historia severamente truncada de eventos evolutivos" (O'Malley 2010, 544).

Más problemas para la noción de organismo provinieron de la caída de todas las suposiciones y distinciones tradicionales que apoyaban la idea de un *individuo biológico* (Santelices 1999; Pradeu 2010). De hecho, por una parte, varias corrientes de investigación empírica y reflexiones conceptuales llegaron a la conclusión de que las entidades que normalmente conocemos como organismos no son individuos biológicos o, mejor, que la noción tradicional de un individuo debe actualizarse si necesitamos capturar qué es un organismo.

Por otra parte, algunas áreas de investigación han reconocido criterios de la individualidad biológica en entidades más inclusivas (colonias, superorganismos) disipando la concreta especificidad ontológica intuitiva del organismo. Al mismo tiempo, influyentes publicaciones han criticado una filosofía de la biología centrada en el animal, señalando que la mayoría de las nociones biológicas -incluyendo la de organismo- realmente están moldeadas a partir de los animales, los seres vivos más atractivos y más similares a nosotros, pero que su preeminencia no es justificable: los microbios no se ajustan a muchas ideas desarrolladas para los animales, y aun así dominan el mundo vivo, de manera que necesitamos actualizar nuestra filosofía de la biología.

Como observó Wolfe (2014, 3), la naturaleza desafía la individualidad de los organismos. John Dupré provocativamente argumentó que "existen buenas razones para negar la suposición casi universal de que todas las células en un individuo deben pertenecer a la misma especie" (Dupré 2010, 27). Se refiere al siguiente hecho: "un organismo humano en funcionamiento es un sistema simbiótico que contiene una multitud de células microbianas - bacterias, arqueas y hongos- sin los cuales el conjunto sería seriamente disfuncional y, en última instancia, inviable. La mayoría de estas se encuentran en el abdomen, pero también se hallan en la piel y en todas las cavidades corporales. De hecho, alrededor del 90% de las células que componen el cuerpo humano pertenecen a dichos simbiontes microbianos y debido a su gran diversidad, aportan alrededor del 99 % de los genes en el cuerpo humano". En otro texto, Dupré ofrece otra afirmación radical sobre la posibilidad de identificar organismos: "la omnipresencia de la simbiosis debe verse como socavando el proyecto de dividir los sistemas vivos inequívocamente en organismos

únicos” (Dupré 2012, 8). Existen, a su vez, casos en los que los individuos simbióticos no son lo que Godfrey-Smith recientemente denominó *individuos darwinianos*. Dado que no forman linajes padre-hijo, como la simbiosis discutida por Godfrey-Smith entre el calamar hawaiano (*Eurpymna scolopes*) y la bacteria *Vibrio fischeri*, que crecen en colonias en *criptas* especializadas dentro del calamar, formando parte del *órgano liviano* del calamar. Él sugiere llamarlo *squibrio*, combinando calamar (squid en inglés) y vibrio (Godfrey-Smith 2009). Como nuevamente observa Wolfe, “las colonias de termitas con sus propiedades homeostáticas, bacterias, arrecifes de coral y *squibrios* desafían nuestra intuición monolítica de la individualidad de los organismos” (Wolfe 2014, 159). Dada la insuficiencia de la noción de organismo, nuevos términos fueron acuñados para referir, por ejemplo, a la totalidad de un animal coral, su zooxantela endosimbiótica, y la comunidad asociada de microorganismos que incluye bacterias, archaea, virus, hongos y algas endolíticas. El término *holobionte*, por ejemplo, captura la compleja simbiosis entre el animal coral, el alga endobiótica y un conjunto de microorganismos (Bourne et al. 2009; Queller y Strassmann 2016).

La idea intuitiva de organismo suele ser cuestionada con frecuencia por observaciones sencillas o ejemplos de la naturaleza (Ramellini 2009, Wilson 1999). Tomemos como ejemplo la siguiente observación: por un lado, las partes de un organismo son capaces de actuar sobre otras partes en beneficio del organismo, y normalmente lo hacen así y, por otro lado, cualquier parte es capaz de ayudar otras partes a realizar ciertas tareas, lo que normalmente sucede. ¿Cómo entonces deberíamos considerar las partes patológicas? ¿No son en realidad parte del organismo? Esta cuestión se vuelve particularmente relevante en el cáncer. Otra perspectiva considera el *destino común* de todas las partes de un organismo. Aquí podemos citar la distinción germen-soma, siendo el destino del primero potencialmente intergeneracional o, en el contexto del organismo, particularmente efímero. Uno de los organismos más paradójicos para el problema de la individualidad es el moho mucilaginoso celular *Dictyostelium* (Bonner 2009; Folse y Roughgarden 2010). Este moho comienza su vida como una ameba unicelular libre que vive en el suelo y se reproduce asexualmente por división celular. Cuando escasea la comida, estas amebas se unen para formar un organismo multicelular similar a la babosa que está compuesto por entre cien mil y un millón de amebas envueltas en una vaina de limo. La babosa, morfológicamente indiferenciada, aun así, despliega un impactante comportamiento emergente que incluye la habilidad de moverse mucho más rápidamente que la ameba individual y atravesar superficies heterogéneas que resultaría una tarea imposible para una sola ameba, y también incluye la habilidad de orientar sus movimientos a gradientes de luz, oxígeno, amoníaco y calor. La babosa también muestra división de tareas entre las funciones somáticas y reproductivas que se evidencia cuando la babosa llega a la superficie, donde libera esporas. La compleja biología de la babosa la torna pasible de ser utilizada para identificar organismos individuales, ejerciendo presión sobre el concepto.

Los organismos multicelulares son, en ciertos aspectos, entidades colectivas (Bouchar y Huneman 2013). Pero las colonias de determinados organismos evidencian muchas de las propiedades que nosotros usualmente reservamos a organismos individuales. El término *superorganismo* se utiliza frecuentemente para describir a una unidad social de animales donde la división del trabajo está altamente especializada y donde los individuos no son capaces de sobrevivir por sí mismos por largos periodos de tiempo (Gardner y Grafen 2009). Las hormigas son el mejor ejemplo de superorganismo, mientras que la rata topo lampiña o rata topo desnuda (*Heterocephalus glaber*) es un famoso ejemplo en lo que respecta a mamíferos. Un superorganismo puede en general definirse como un organismo que está compuesto por muchos organismos. Kelly (1994, 98) define un superorganismo como “un grupo de agentes que pueden actuar conjuntamente para producir fenómenos gobernados por el colectivo”, fenómenos que apuntan a cualquier actividad que “la colmena quiera” como las hormigas cuando colectan comida y evitan el peligro, la evasión de predadores, o las abejas que eligen un nuevo lugar para anidar. Esta visión se relaciona con la teoría de los sistemas y las dinámicas de un sistema complejo. Los superorganismos tienden a exhibir los comportamientos de la homeostasis, de la escala de la ley potencial, del desequilibrio persistente y de los comportamientos emergentes. Ellos exhiben una forma de *inteligencia distribuida*, un sistema donde muchos agentes individuales con una inteligencia e información limitadas son capaces de aunar recursos para lograr un objetivo más allá de las capacidades de los individuos. E. O. Wilson (1974, 54) describe el problema postulado por estos fenómenos sociales: “¿Sobre qué bases distinguimos a los miembros de una colonia de invertebrados sustancialmente modificados de los órganos de un animal metazoo?”. En otras palabras, la posible existencia de *superorganismos* pone a prueba nuestra más aguda intuición sobre lo que puede computarse y actuar como individuos biológicamente genuinos y cómo deberíamos estudiarlos (Bouchar 2009). Además, el desafío puede proponerse a sí mismo una y otra vez a diferentes escalas, si consideramos que el término *superorganismo* fue acuñado en 1789 por James Hutton, el *Padre de la geología*, para denominar a la Tierra en el contexto de la geofisiología. La hipótesis Gaia de James Lovelock y Lynn Margulis, como así

también el trabajo de Hutton, Vladimir Vernadsky y Guy Murchie, han sugerido que la biósfera en sí misma puede considerarse un superorganismo, aunque esto ha sido fuertemente cuestionado (Debernardi y Serrelli 2013; Serrelli 2013).

Luego de varios años de *zoocentrismo* -al menos desde el punto de vista de la biología evolutiva- la biología actual está llegando a considerar seriamente que los microbios son “la forma de vida dominante en el planeta, tanto ahora como a través de la historia evolutiva” (O’Malley y Dupré 2007, 155). Más aún, una profusa literatura discute que los microbios, difiriendo de los *macrobios* (O’Malley y Dupré, cit.) por un número crucial de aspectos -desde la biogeografía (Finlay y Clarke 1999) hasta el modo de reproducción e intercambio genético (Ochman et al. 2000)-, tienen la potencialidad de revolucionar la biología.

Finalmente, también la línea divisoria aparentemente clara entre los seres vivos y los sistemas no vivos es continuamente cuestionada, por ejemplo, por las ideas de *organismo artificial* y de *máquinas vivas* que acompañan el progreso en la tecnología, en la crianza, y en la hibridación orgánico-tecnológica (Deplazes y Huppenbauer 2009).

6 Llamados a un “regreso del organismo” [↑](#)

La literatura reciente en biología y filosofía ha evidenciado un fuerte y creciente movimiento para el *regreso del organismo*. Gran parte de esta urgencia proviene del área de la biología evolutiva, con un foco especial en el desarrollo del organismo. Al criticar al neo-darwinismo con diversos argumentos, los evolucionistas proponen una reconsideración del desarrollo del organismo como ambos *explanans* y *explanandum* en la teoría evolutiva (Nicholson 2014b). La agencia y el comportamiento del organismo son otros aspectos que, según diferentes pensadores, deberían tenerse en cuenta en una adecuada consideración evolutiva. También encontramos otros campos de investigación que exponen la importancia de tomar en consideración al organismo en la práctica científica. Las formas de realizar investigación científica centrada en el organismo, así como la práctica creciente de la utilización de organismos modelo, se están volviendo cada vez más institucionalizadas y complejas. En formas tradicionales de investigación tales como la genética molecular, encontramos una centralidad cada vez más patente del organismo. Finalmente, enfermedades complejas como el cáncer están desafiando los enfoques centrados en los genes y en las células, exigiendo perspectivas centradas en el organismo. Nuevas prácticas experimentales, llamadas *órganos en chips* (*‘on chip’*) tratan de imitar más dimensiones del entorno intra-organismo, destacando la importancia de las interacciones espaciales y biofísicas. Los órganos en chip son culturas de micro ingeniería de células en tres dimensiones (3D). Sus infraestructuras microscópica y microfluídica imitan la arquitectura en 3D de los órganos y tejidos, y las fuerzas mecánicas aplicadas en estas microestructuras generan “un flujo constante de datos fisiológicos” (Bhatia y Ingber 2014). Con respecto a las culturas tradicionales en dos dimensiones (2D), varios autores (Pampaloni et al. 2007, De Ninno et al. 2010) han subrayado la importancia de modelar el microambiente con una resolución a nivel celular. Se pasa desde una macro escala a una micro escala, yendo de conjuntos que pueden ser evaluados sobre la media de varemos fisiológicos a una manipulación de la célula y a un control de los factores micro ambientales. Al mismo tiempo, el éxito de estos modelos experimentales, enseña la importancia fundamental que tienen los tejidos de los órganos y, en última instancia, la importancia del organismo para definir y mantener la identidad de las células y de los patrones de expresión génica.

Un importante desarrollo de la biología comenzó en los años 80, cuando los avances técnicos y teóricos permitieron el estudio molecular del desarrollo, abriendo la posibilidad de relacionar el desarrollo con la evolución de diversas maneras (Gilbert et al. 1996, Minelli 2010; Olson 2012). Había nacido la evo-devo, o biología evolutiva del desarrollo. Este contacto fue tanto más significativo cuanto que la embriología, una disciplina de antigua tradición, había sido vista desde hacía tiempo como muy alejada de la biología evolutiva. Muchos protagonistas y observadores de la evo-devo la enmarcaron dentro de la insuficiencia del estudio matemático de la transmisión intergeneracional de genes. Este campo hegemónico, la genética de poblaciones, considerando el desarrollo como una *caja negra*, y asumiendo una relación lineal entre el genotipo y el fenotipo (Laubichler 2010), estaría ignorando los tipos fundamentales de innovación evolutiva, siendo incapaz de abordar el cambio macroevolutivo (Minelli 2010) y, más profundamente, el no-mecanicismo, basado en las *abstracciones conceptuales* (Laubichler, cit.). Sin embargo, muchos académicos están buscando una integración pluralista.

Señalan que “negar la consistencia interna y el poder explicativo de [el programa de investigación desarrollado a partir de la genética de poblaciones] sería obviamente descabellado [...]. La objeción es que puede (y debe) haber más biología evolutiva que un programa de investigación restringido a los conceptos y herramientas de la genética de las poblaciones” (Minelli 2010, 216). Algunos científicos y filósofos se focalizan en un polémico objetivo más amplio: la Síntesis Moderna, es decir, los fundamentos de la biología evolutiva como se la practica hoy, formulada entre las décadas de 1910 y 1940. Los críticos analizan de qué manera la Síntesis Moderna excluyó líneas de investigación como ilegítimas o irrelevantes respecto a la evolución, mientras amalgamaba con éxito la teoría de la selección natural de Darwin, la teoría de la herencia de Mendel, los modelos matemáticos de genética de poblaciones y el trabajo en diversos campos en biología. Así, algunos filósofos y científicos proponen la idea de una Síntesis Evolutiva Extendida (SEE o EES en sus siglas en inglés) (Pigliucci y Mueller 2010). Es interesante notar que la EES se encuentra muy bien centrada en el organismo: se focaliza en fenómenos como la *evolutividad*, dependiendo de la modularidad y robustez de los sistemas desarrollados; la *plasticidad fenotípica* y la posibilidad de modos de evolución como la acomodación genética; la *epigenética* y *herencia múltiple*, la teoría de la complejidad, que revela principios de organización diferentes a los de la selección natural (Pigliucci 2007) con diferentes enfoques (Vanspeybroeck 2000). La SEE se concentra en el origen de la organización fenotípica (i.e., *the observable developing body, physiology and behavior of organisms*), extendiéndose más allá de la genética y la regulación de los genes para incluir “la dinámica de las interacciones epigenéticas, las propiedades químico-físicas de las células en crecimiento y las masas de tejido, y las influencias de parámetros ambientales” (Müller 2007, 944).

Como argumenta el ecologista del comportamiento Patrick Bateson, la historia de la vida del organismo es una acumulación de problemas: una vez que el fenotipo está completamente formado, puede ser difícil cambiar a otro fenotipo, incluso si se ha vuelto más beneficioso en las condiciones locales cambiadas. Un cuerpo, una vez construido, es difícil de modificar. Lo mismo puede decirse de los patrones del comportamiento o de los rasgos de personalidad: los adultos tienen tareas importantes que llevar a cabo, como la alimentación y el cuidado de su familia y no pueden disolverse a sí mismos y reconstruir su comportamiento sin que otros los cuiden durante la fase de transición (Bateson 2005, 34). Por el contrario, en el desarrollo encontramos *períodos sensibles*, es decir, fases del ciclo de vida donde un determinado estímulo del entorno es mucho más efectivo para desencadenar diferentes fenotipos. Uno de los ejemplos más impactantes proviene de los saltamontes, donde cada organismo individual comienza su vida con la capacidad de tomar una de dos rutas de desarrollo completamente distintas -volviéndose negro o verde. Una característica particular del entorno -a saber, la cantidad de luz reflejada por el terreno- determina el camino tomado por el individuo para el resto de su vida. Una vez comprometido, el individuo no puede cambiar a la otra ruta. Una vez negro como adulto, el saltamontes no puede cambiar su color a verde. Esta *inducción ambiental* implica una predicción sobre las condiciones del mundo que el individuo habitará posteriormente. El color del saltamontes hace una gran diferencia con respecto al riesgo que correrá de ser visto y comido por un pájaro, y el pastizal chamuscado puede permanecer negro por varios meses luego de un fuego. El organismo individual -no el gen, y mucho menos el *gen del color*- es el contexto relevante donde se localizan estos mecanismos que son relevantes para la evolución. Y muchos mecanismos también van más allá de los límites físicos del organismo único: en mamíferos, por ejemplo, el menor camino para pronosticar el medioambiente es con frecuencia a través de la madre.

La relevancia explicativa de los organismos en la evolución va aún más allá del rol del desarrollo del organismo. El pensamiento moderno sobre la importancia de la plasticidad del comportamiento en la evolución se remonta al siglo XVIII. Por lo general se piensa que proviene de Baldwin (cf. el efecto Baldwin), pero, por un lado, Morgan y Osborn desarrollaron estas ideas de forma independiente y, por otro lado, Spalding ya las había traído a colación más de veinte años antes que Baldwin (Bateson 2005). Así, se va acumulando evidencia de que el comportamiento del organismo puede ser un disparador de la evolución (Meyer 2004; Crispo 2007; West-Eberhard 2008; West Eberhard 2005; Walsh 2015). Los organismos -especialmente los animales- hacen elecciones activas cuyos resultados tienen consecuencias para la evolución posterior. Por su comportamiento, los animales cambian las condiciones físicas o sociales con las que ellos y sus descendientes tienen que lidiar, afectando por ende el curso posterior de la evolución. Los animales son capaces de modificar su comportamiento como respuesta a condiciones que han cambiado; esto permite el cambio evolutivo que, de otro modo, probablemente se habría evitado por la muerte de los animales expuestos a esas condiciones. Finalmente, por su comportamiento, los animales se exponen con frecuencia a nuevas condiciones que pueden revelar variabilidad hereditaria y abren posibilidades para cambios evolutivos que no hubieran sido posibles de otro modo. En general, las modificaciones plásticas dentro de los individuos podrían conducir el proceso y un cambio en los genes, influyendo así en el carácter correspondiente: “uno prepara el camino

para el otro” (Bateson 2005, 35). Pero ¿el comportamiento del organismo debe ser considerado como una simple expresión modular del genoma del organismo? A medida que crece la comprensión neural, la importancia y la autonomía del nivel de comportamiento se ve fortalecida: los estudios reduccionistas de los módulos y mecanismos deben ser reensamblados, y hay un necesario “flujo de retorno de ideas necesario desde los más bajos hasta los más altos niveles de análisis” (Bateson 2005, 33).

Los organismos modelo siempre fueron una importante práctica científica (Love 2009; Meunier 2012). Solo mencionemos la *Drosophila melanogaster*, la mosca del vinagre o de la fruta que fue el pilar en el desarrollo de la genética de poblaciones, y cuya importancia se mantiene hoy en evo-devo (Baguñà y Fernandez 2003; Carroll 2008; Nunes et al. 2013). Uno de los movimientos cruciales de Beadle y Tatum (1940), en el curso de sus experimentos conectando la genética con la bioquímica, fue el cambio desde la *Drosophila* hacia un organismo modelo más apropiado, el hongo *Neurospora*; la construcción y explotación de un organismo modelo nuevo se convertiría en un tema recurrente en el desarrollo de la biología molecular. El término *organismo modelo*, sin embargo, fue introducido sólo a fines de los años 90 y está siendo cada vez más usado. Las listas oficiales de organismos modelos incluyen especies como el ratón, el pez cebra, la mosca de la fruta, el gusano nematodo, el berro. Los ratones y otros animales son extremadamente importantes en la investigación biomédica debido a las posibles extrapolaciones al *Homo sapiens* en algunas condiciones (Potrowska 2012). En la filosofía de la biología, hubo interés por comprender qué son los *organismos modelos*, y en demarcarlos respecto a un conjunto más grande de organismos experimentales. Uno de los aspectos más importantes es el nuevo tipo de comunidades científicas estructuradas que mantienen un organismo modelo estable en el espacio y el tiempo (Ankeny y Leonelli 2011). La comunidad de investigación de un organismo modelo realiza una investigación intensiva con un “fuerte ethos de compartir materiales, técnicas y datos” (317). Aunque inicialmente el organismo puede ser elegido por ventajas experimentales (por ejemplo, ser fácil de reproducir), el establecimiento acumulativo de técnicas, prácticas y los resultados -por ejemplo, a través de bases de datos y centros de almacenamiento- conduce a la estandarización auto-reforzante, comparabilidad y estabilidad: “...cuanto más se estudia el sistema modelo, y mayor es el número de perspectivas desde las cuales se lo comprende, más se erige como sistema modelo” (Creager et al. 2007, 6). De igual manera, Ankeny y Leonelli definen los organismos modelo como “especies no-humanas que son extensivamente estudiadas para entender un rango de fenómenos biológicos, con la esperanza de que los datos y las teorías que se generen a través de ese modelo serán aplicables a otros organismos, particularmente a aquellos que son de alguna manera más complejos que el modelo original” (313). La importancia de los organismos mostrada por este tipo de investigaciones se deriva de la base de conocimiento estrechamente interconectada y epistemológicamente *local*, justificada por las posibles generalizaciones que pueden surgir a partir de este trabajo con el tiempo.

Griesemer (2007) sugiere una revisión de las narrativas convencionales que describen la evo-devo como una *unión* entre la genética y el desarrollo, cuyo estudio fue supuestamente abandonado desde los años 30 (Gilbert et al. 1996). Para Griesemer, esta separación entre campos es artificial: la embriología y la genética han sido siempre “como los segmentos de un ciempiés: se mueven juntos con autonomía limitada” (376). Griesemer construye la idea de que la genética y la embriología son nada más que estilos de investigación. En este sentido, la separación entre genes y desarrollo deja de ser considerada como una división ontológica: “No se sigue de la divergencia de estilos de investigación y prácticas representacionales en genética y embriología que la naturaleza está dividida en procesos separados de herencia y desarrollo” (414). Griesemer analiza los experimentos de Mendel, y describe a Mendel - universalmente considerado como el padre fundador de la genética- como un desarrollista. Las diferentes y sucesivas notas que aparecen en los escritos de Mendel son representaciones secuencialmente ideadas por Mendel para seguir lo que le interesaba, es decir, el proceso de desarrollo de los híbridos. Por lo tanto, desde esta óptica, Mendel fue un desarrollista que ofreció representaciones duraderas que, a su vez, ayudaron a algunos de sus seguidores a centrarse en los patrones de transmisión intergeneracional, antecedentes del desarrollo. La consolidación de estilos de investigación ocultó directamente su unidad: “las teorías de la herencia implican metodologías de desarrollo, y viceversa” (414); “la genética trae aparejado un relato idealizado y abstracto del desarrollo y el desarrollo conlleva un recuento idealizado y abstracto de la herencia” (417); y “la teoría de los genes no sólo tenía un origen embriológico, sino que nunca realmente dejó la embriología” (414). Por lo tanto, el progreso lineal sugerido desde la embriología a la genética hasta la evo-devo sería una construcción histórica: no existe una “progresión histórica de campos o líneas de trabajo que adopten a su vez el centro de la atención científica” (417).

La relevancia explicativa del organismo como contexto para sus células y partes es innegable en la investigación del

cáncer (Bertolaso 2016). Por mucho tiempo, las culturas *in vitro* continuaron siendo un sistema experimental privilegiado, en cierta medida favorecido por la imposibilidad de estudiar largamente las células individuales y por las dificultades para tratar con el organismo entero. Posteriormente, se acumuló evidencia de que las líneas celulares, establecidas *in vitro*, no ofrecen un modelo experimental adecuado, ya que reducen la complejidad de los fenómenos observados *in vivo*. La equivalencia entre los resultados del cultivo celular y los obtenidos en los animales en crecimiento resultó en gran medida incorrecta. Por el contrario, la *dependencia contextual* del fenotipo de las células tumorales forzó una consideración de la relevancia de algunas dinámicas establecidas que asumen el control del comportamiento de las células tumorales. Se hizo evidente que la reconstrucción del contexto funcional del microambiente del tejido constituye una condición clave para el estudio de cualquier especificidad causal. Progresivamente, los factores contextuales -que incluyen interacciones a largo alcance y factores topológicos- fueron reconocidos en su función de estabilizar las propiedades estructurales y funcionales de las partes moleculares. Por el contrario, la destrucción de gradientes morfogenéticos fue suficiente para proporcionar el fenotipo celular aberrante en muchos casos. La posibilidad de que la célula se libere del control basado en el gradiente es independiente de la presencia (o ausencia) de mutaciones genéticas durante el proceso neoplásico inicial. La arquitectura de un tejido normal es un sistema de organización tridimensional que, como los campos morfogenéticos, lleva información posicional e histórica. Es importante destacar que, a medida que se forman tejidos y órganos, cambian tanto los patrones de asociación como los tipos de células.

La importancia de volver a crear, en la investigación experimental, más dimensiones del entorno interno del organismo se ejemplifica por el actual desarrollo de la micro-ingeniería de cultivos celulares (De Ninno et al. 2010; Huh et al. 2011; Kim et al. 2012; Pampaloni et al. 2007). Los cultivos convencionales de células bidimensionales (2D) se desarrollaron hace casi un siglo, en la primera década del siglo XIX (Maienschein 2010). Una de las principales deficiencias de los cultivos 2D es que en ellos las células no mantienen su identidad funcional (la diferenciación, así como otras habilidades como la biosíntesis enzimática, es crucial para los ensayos de toxicidad). Esto se debe a que carecen de señales 3D necesarias para inducir y estabilizar los fenotipos. Diferentes autores (De Ninno et al. 2010) destacan la importancia de adaptar el microambiente celular a la resolución celular: pasando de la macro-escala a cultivos de micro-escala, nos movemos de conjuntos promedios a la manipulación de células individuales y un control fino de señales microambientales.

Los cultivos celulares 3D se desarrollaron en la década del 50, y un paso adicional posterior fue la micro-ingeniería de cultivos celulares 3D, que combina la biología celular y la microingeniería utilizando estrategias ascendentes (*bottom-up*) y descendentes (*top-down*). Ésta consiste en el cultivo de células en dispositivos microfabricados con estructura tridimensional, imitando la microarquitectura de órganos y tejidos mediante microambientes estructurados de arriba hacia abajo, que pueden manipularse con estimulaciones físicas y espaciales, además de químicas. Los cultivos 3D con micro-ingeniería son diferentes incluso del cultivo tridimensional convencional de células cultivadas en geles (Huh et al. 2011): los organoides 3D convencionales son altamente variables en tamaño y forma, resultando difícil mantener en estas estructuras células en posiciones consistentes para análisis prolongados; también es difícil recolectar componentes celulares para análisis bioquímicos y genéticos y para realizar análisis funcionales de células atrapadas; y aún no se tiene señales mecánicas normales. La microingeniería, en cambio, permite un rendimiento significativamente mejor que el posible con otras técnicas como el colágeno flotante (Emerman y Pitelka 1977). Los geles flotantes de colágenos permitieron que las células se polarizaran y expresaran genes específicos del tejido (Bissessell 1981). Los cultivos 3D de microingeniería también permiten un pasaje del cultivo estático a plataformas dinámicas, "generando un flujo constante de datos fisiológicos" (Bhatia e Ingber 2014). Es interesante seguir e interpretar estos avances de investigación biomédica integrada con la bioingeniería, ya que se ven forzados (y a su vez nos fuerzan) a pensar y volver a pensar los rasgos que caracterizan a los organismos *in vivo*, considerando que estos últimos son esenciales para crear todos los fenómenos más importantes que se asocian con la vida.

7 Perspectivas contemporáneas [↑](#)

Como observó Nicholson, "a pesar de todos sus éxitos, la ciencia biológica moderna ha colaborado muy poco en el tratamiento de la cuestión fundamental que descansa en su propio centro, a saber "¿cuál es la naturaleza del organismo?" (Nicholson 2013, 669). Por otro lado, como señala Walsh, la individualización de los organismos "es un

tema difícil, que ha generado una impresionante cantidad de literatura filosófica, pero no un gran consenso” (Walsh 2015, xiii).

De hecho, si bien la biología evolutiva de vanguardia está comenzando a incorporar la centralidad de los organismos, el intento de actualizar nuestras posturas con respecto al organismo se encuentra todavía en sus primeros estadios, como buscando permanentemente una “teoría del desarrollo” (Minelli y Pradeu 2014). La biología contemporánea se encuentra así tomando un nuevo rumbo, acudiendo a la filosofía para redefinir el organismo como un productivo concepto científico, aunque multifacético y complejo (Gutmann 2000b; Gutmann 2000a; Nicholson 2014b; Pradeu 2010).

Según la *perspectiva de la doble jerarquía* elaborada desde los años 80 y actualizada recientemente (Eldredge et al. 2016; Autzen 2016), los organismos se deben ver como máquinas de energía y como entidades reproductivas. Superando la simple dicotomía replicador-vehículo, esta perspectiva exige una mejor integración entre la biología de las poblaciones y la ecología. La distinción lógica entre ecología y genealogía, que da lugar a dos jerarquías biológicas diferentes e interactuantes, es clave para entender muchos fenómenos biológicos relacionados con los organismos, como las interacciones de los insectos sociales y los rasgos emergentes que esto trae aparejado (Bouchard 2009).

Muchos investigadores piensan que el concepto de organismo es central en la biología y no debe abandonarse. Ellos también sostienen que tanto los conceptos de organismo como las definiciones operacionales son útiles. Finalmente, están convencidos de que estas definiciones deben hoy actualizarse. Según Queller y Strassmann (2009), por ejemplo, eventualmente deberíamos aceptar como organismos algunos organismos no convencionales, incluyendo algunas colonias de insectos sociales, algunos grupos microbiales y virus, ciertas asociaciones sexuales y un número de asociaciones mutualistas. Su argumentación se funda en una visión de la evolución del organismo como un proceso social: todos los organismos provienen de grupos de unidades más simples que ahora muestran una alta cooperación entre las partes y están casi libres de conflictos. Esta cooperación casi unánime debe tomarse, según Queller y Strassmann, como el rasgo definitorio de los organismos. Otros rasgos que comúnmente se utilizan para definir los organismos no son esenciales; incluyen contigüidad física, indivisibilidad, clonalidad o alta relacionalidad, desarrollo desde una célula única, co-transmisión a corto y a largo plazo, la distinción gemen-soma y la membresía en la misma especie. Pepper y Herron (2008) revieron estos criterios que se utilizan para reconocer a los organismos y concluyeron que no son categóricos sino más bien continuamente variables (ver también West y Kiers 2009). La homogeneidad y lo discreto, por ejemplo, son los extremos de un continuo. El grado de variación genética dentro de una entidad biológica es casi continuamente variable: un pequeño organismo multicelular que se desarrolla de un propágulo unicelular (una espora o clon, como las que forman por ejemplo los hongos) puede tener variabilidad cero, pero en organismos más grandes las mutaciones somáticas son proclives a interrumpir la identidad genética perfecta. Una gran población asexual originaria de un solo fundador puede alejarse de este ideal, y la variación dentro de tal población eventualmente se hará sustancial. Más allá de que una perfecta identidad genética sería un agregado en el cual los componentes individuales preferencialmente se unen con los de su misma clase, los componentes pueden no ser genéticamente idénticos, pero pueden estar más estrechamente relacionados entre sí, en promedio, que con otros miembros de la población. Dado un rango de circunstancias ecológicas y de mecanismos de reconocimiento de parentesco, un conjunto podría abarcar un espectro desde una variación genética casi nula hasta una asociación aleatoria de miembros que en promedio no se encuentran relacionados entre sí más que los miembros aleatorios de la población. De manera similar, el grado de integración fisiológica en una entidad biológica puede variar de un modo casi continuo. Las bacterias individuales pueden ser consideradas fisiológicamente completamente integradas, pero también dentro de una eucariota unicelular, podemos hablar de la fisiología de los organelos como distintos del núcleo (los eucariotas están caracterizados por una diferenciación en compartimentos internos, núcleo, citoplasma con membrana, citoesqueletos y organelos, etc.). Ciertamente las células en un organismo multicelular tienen alguna independencia fisiológica. Más cercano al otro extremo del espectro, las entidades que están físicamente separadas pueden aun estar de algún modo fisiológicamente integradas en unidades mayores. Con todas estas dimensiones disponibles, los diferentes conceptos de organismos son útiles para tratar diferentes cuestiones, y es importante ser explícito sobre cuál está siendo utilizado.

De acuerdo a “la ontología del proceso” (Dupré 2012), las entidades familiares que nuestras teorías científicas describen y cuantifican no son más que procesos particularmente estables, cuya persistencia temporal (y nuestra capacidad subsecuente de rastrearlas) consiste en su repetido comportamiento basado en patrones. La ontología del

proceso parece estar apoyada por la naturaleza dinámica de los organismos: según una perspectiva del proceso pura, los organismos *son solamente* un conjunto de procesos interrelacionados y siempre fluctuantes, y las partes y las piezas de los mecanismos que nosotros habitualmente individualizamos dentro de ellos no son más que instancias interrelacionadas de patrones particulares de actividad. No está claro, sin embargo, qué implica la naturaleza del proceso de los organismos para la ontología, y especialmente si una ontología mecanicista (básicamente compuesta de entidades y actividades) está comprometida. Austin (2016), por ejemplo, sugiere que una ontología mecanicista actualizada y más dinámica podrá explicar la transitoriedad y la robustez de los organismos.

En la práctica científica, la célula es tratada como un “objeto”. Desde el origen de la teoría celular (Schleiden y Schwann) la célula se erigió como la unidad fundamental de la vida. El subsiguiente enfoque mecanicista de la biología molecular trajo aparejado una estrategia de descomposición que hizo de la célula un locus de diferentes mecanismos, “máquinas moleculares” simples (Alberts 1998). En otro sentido, también se han venido realizando intentos de recomponer a la célula como objeto de investigación en otro sentido (desde Varela y Maturana, al quimiotón de Ganti, hasta Ruiz-Morazo, Moreno et al. 2004), considerándola un sistema integrado caracterizado por su autonomía e integración funcional (Moreno y Mossio 2015; Bich et al. 2016). Bechtel (2010) destaca una circularidad en la historia de la biología celular. El rol del cultivo celular 3D con microingeniería podría ser visto como un logro de esta tendencia, en la medida en que combina aproximaciones teóricas de la célula-como-objeto (modelos matemáticos), con un paradigma experimental viable más allá del mero modelado computacional, proporcionando nuevas herramientas para investigar la organización en el nivel del sistema. Los logros de la investigación de la autonomía celular ofrecen perspectivas nuevas sobre la naturaleza -y especialmente la autonomía- de los organismos en general (Arnellos et al. 2014; Moreno y Mossio 2015).

A partir de deducciones desde un análisis comprensivo de las investigaciones sobre el cáncer en las pasadas décadas, Bertolaso (2016) hipotetizó que un ente biológico actúa como una “multi-unidad” dinámica más que como partes de un todo en la organización. Para Bertolaso, el mantenimiento y la persistencia de la constitución de un ser vivo requiere dos modos diferentes de causalidad: (1) una dinámica causal de diferenciación (multi-) y (2) una causalidad poseedora del estado (-unity). El principio de diferenciación causal se relaciona principalmente con cómo el todo se organiza a través de elementos funcionalmente heterogéneos. En cambio, la causalidad del estado está ligada a la estabilidad dinámica unitaria del todo a diferentes niveles de organización. La unidad es una característica esencial de cualquier sistema biológico, de naturaleza procedual, que se revela a través de la integración de su organización y crecimiento. Como hemos visto, la adaptación de los sistemas biológicos toma selectivamente las señales ambientales. El crecimiento, o historia de vida, intrínsecamente depende de una orientación constitutiva y continua de las partes entre sí y dependientes de las señales del contexto. La asimetría así generada es vital en el sentido de que garantiza un crecimiento adecuado del organismo, como lo demuestran los efectos de los cambios en la forma de las células o tejidos. La constante orientación de los dinamismos biológicos implica una tensión que también toma la forma de fuerzas y restricciones físicas. Es una orientación dinámica tan intrínseca que mantiene la tensión. Esto está de acuerdo con el hecho práctico de que la identificación del sistema (por ejemplo, del organismo) no es obvia, y se subordina a cuestionar qué dinámicas son relevantes en los cambios constitutivos de un sistema biológico, es decir, cómo un sistema constituido puede cambiar y cómo se pueden intercambiar sus partes sin perder su unidad funcional y de comportamiento. De hecho, la unidad de la que estamos hablando es una unidad de acción. Una unidad de acción excede otras categorías que pueden parecer similares, como la unidad de un sistema o la individualidad del organismo en sentido tradicional. A diferencia de estas categorías -enraizadas en un entorno (mereológico) parte-todo- la unidad de acción admite grados. Mientras que las consideraciones partes-todo se focalizan en la caracterización de los sistemas desde el punto de vista de su estructura funcional, la consideración multi-unidad propuesta por Bertolaso se focaliza en cambio en cómo se pueden caracterizar las estructuras y funciones de un sistema desde su dinámica recíproca y regulación causal. Las relaciones partes-todo se explican desde el punto de vista del tipo de regulación que mantienen estas dinámicas. En efecto, la relación parte-todo se podría considerar como una instanciación de la multiplicidad de dimensiones que conlleva la consideración multi-unidad. La biología del cáncer muestra que la estabilidad de los elementos constitutivos depende de la organización y que existe una fuente de regulación en el contexto biológico. Las células cambian su comportamiento dependiendo de su integración funcional en el tejido. La alteración en la comunicación celular modifica la expresión genética, y la pérdida de la integración celular dentro de un tejido funcional conduce a la inestabilidad y apoptosis genética. El colapso de los niveles, que se evidencia en el cáncer, resulta de la pérdida de la integración funcional general de una entidad biológica. Esto significa que una vez constituida la estructura misma determina la relación entre las partes y la

estabilidad de las partes mismas (aunque no su supervivencia final). En términos más generales, la relación multi-unidad no se describe adecuadamente mediante una causalidad lineal (incluyendo un control de retroalimentación de ida y vuelta): en cambio, vemos una dependencia sincrónica de la estabilidad de los elementos constitutivos en el mantenimiento de la organización. La definición misma de partes e interacciones depende de las propiedades de la dinámica de multi-unidad. La heterogeneidad de las células tumorales puede estar relacionada con la interrupción de los principios relacionales de integración que mantienen los procesos normales de desarrollo a diferentes escalas de la organización biológica y a la capacidad intrínseca de un sistema orgánico y de sus partes para encontrar nuevos estados funcionales estables.

La consideración multi-unidad de las entidades vivas y de los organismos es un ejemplo de perspectiva actual que, emergiendo de campos de investigación vitales, podría conducir la investigación biológica de los años venideros, impactando eventualmente en nuestro pensamiento común (no sólo técnico) sobre los organismos.

8 Bibliografía [↑](#)

Alberts, B., 1998. The cell as a collection of protein machines: Preparing the next generation of molecular biologists. *Cell*, 92(3), pp.291-294.

Allen, G.E., 2005. Mechanism, vitalism and organicism in late nineteenth and twentieth-century biology: The importance of historical context. *Studies in History and Philosophy of Science Part C: Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences*, 36(2 SPEC. ISS.), pp.261-283.

Ankeny, R. a. & Leonelli, S., 2011. What's so special about model organisms? *Studies In History and Philosophy of Science Part A*, 42(2), pp.313-323.

Arnellos, A., Moreno, A. & Ruiz-Mirazo, K., 2014. Organizational requirements for multicellular autonomy: insights from a comparative case study. *Biology and Philosophy*, 29(6), pp.851-884.

Austin, C.J., 2016. The ontology of organisms: Mechanistic modules or patterned processes? *Biology and Philosophy*, 31(5), pp.639-662.

Autzen, B., 2016. Leveling up. *Science*, 353(6307), pp.1505-1505.

Avery, O.T., Macleod, C.M. & McCarty, M., 1944. Studies on the chemical nature of the substance inducing transformation of pneumococcal types: induction of transformation by a desoxyribonucleic acid fraction isolated from pneumococcus type III. *The Journal of experimental medicine*, 79(2), pp.137-58.

Baguñà, J. & Fernandez, J., 2003. Evo-Devo: the long and winding road. *International Journal of Developmental Biology*, 713, pp.705-713.

Bateson, P., 2005. The return of the whole organism. *Journal of biosciences*, 30(1), pp.31-39.

Beadle, G.W. & Tatum, E.L., 1941. Genetic Control of Biochemical Reactions in *Neurospora*. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 27(11), pp.499-506.

Bechtel, W., 2010. The cell: Locus or object of inquiry? *Studies in History and Philosophy of Science Part C: Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences*, 41(3), pp.172-182.

Bernard, C., 1865. *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale*, Paris: J.B. Baillière & Fils.

von Bertalanffy, L., 1934. *Modern theories of development: An introduction to theoretical biology*, Oxford: Oxford University Press.

Bertolaso, M., 2016. *Philosophy of Cancer: A Dynamic and Relational View*, Springer.

- Bhatia, S.N. & Ingber, D.E., 2014. Microfluidic organs-on-chips. *Nature Biotechnology*, 32(8), pp.760-772.
- Bich, L. et al., 2016. Biological regulation: controlling the system from within. *Biology & Philosophy*, 31(2), pp.237-265.
- Bissell, M.J., 1981. The differentiated state of normal and malignant cells or how to define a "normal" cell in culture. *International review of cytology*, 70, pp.27-100.
- Bonner, J.T., 2009. *The Social Amoebae: The Biology of Cellular Slime Molds*, Princeton (NJ): Princeton University Press.
- Bouchard, F., 2009. Understanding Colonial Traits Using Symbiosis Research and Ecosystem Ecology. *Biological Theory*, 4(3), pp.240-246.
- Bouchard, F. & Huneman, P. eds., 2013. *From groups to individuals: Evolution and emerging individuality*, Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Bourne, D.G. et al., 2009. Microbial disease and the coral holobiont. *Trends in microbiology*, 17(12), pp.554-62.
- Caron, J.A., 1988. "Biology" in the Life Sciences: A Historiographical Contribution. *History of Science*, 26(3), pp.223-268.
- Carroll, S.B., 2008. Evo-devo and an expanding evolutionary synthesis: a genetic theory of morphological evolution. *Cell*, 134(1), pp.25-36.
- Cheung, T., 2006. From the organism of a body to the body of an organism: occurrence and meaning of the word "organism" from the seventeenth to the nineteenth centuries. *The British Journal for the History of Science*, 39(3), p.319.
- Crispo, E., 2007. The Baldwin effect and genetic assimilation: revisiting two mechanisms of evolutionary change mediated by phenotypic plasticity. *Evolution; international journal of organic evolution*, 61(11), pp.2469-79.
- Darwin, C.R., 1859. *On the origin of species* 1st ed., London: John Murray.
- Dawkins, R., 1982. *The Extended Phenotype*, Oxford: Oxford University Press.
- Dawkins, R., 1976. *The selfish gene*, Oxford: Oxford University Press.
- Debernardi, M. & Serrelli, E., 2013. From bacteria to Saint Francis to Gaia in the symbiotic view of evolution. *Evolution: Education and Outreach*, 6(1), p.17.
- De Ninno, A. et al., 2010. Top-Down approach to nanotechnology for cell-on-chip applications. *Biophysics and Bioengineering Letters*, 3(2).
- Dennett, D.C., 1995. *Darwin's Dangerous Idea: Evolution and the Meanings of Life*, New York: Simon & Schuster.
- Deplazes, A. & Huppenbauer, M., 2009. Synthetic organisms and living machines: Positioning the products of synthetic biology at the borderline between living and non-living matter. *Systems and Synthetic Biology*, 3(1), pp.55-63.
- Donlan, R.M., 2002. Biofilms: microbial life on surfaces. *Emerging infectious diseases*, 8(9), pp.881-90.
- Dupré, J., 2012. *Processes of Life: Essays in the Philosophy of Biology*, Oxford: Oxford University Press.
- Dupré, J., 2010. The polygenomic organism. *The Sociological Review*, 58, pp.19-31.
- Eaton, W.A., 2003. Linus Pauling and sickle cell disease. *Biophysical Chemistry*, 100(1-3), pp.109-116.
- Eldredge, N. et al., 2016. *Evolutionary Theory*, University of Chicago Press.

- El Hani, C., 2000. On Some Theoretical Grounds for an Organism-centered Biology: Property Emergence, Supervenience, and Downward Causation. *Theory in Biosciences*, 119(3-4), pp.234-275.
- Emerman, J.T. & Pitelka, D.R., 1977. Maintenance and induction of morphological differentiation in dissociated mammary epithelium on floating collagen membranes. *In vitro*, 13(5), pp.316-28.
- Finlay, B.J. & Clarke, K.J., 1999. Ubiquitous dispersal of microbial species. *Nature*, 200, p.828.
- Folse, H.J. & Roughgarden, J., 2010. What is an individual organism? A multilevel selection perspective. *The Quarterly review of biology*, 85(4), pp.447-72.
- Gardner, A. & Grafen, A., 2009. Capturing the superorganism: A formal theory of group adaptation. *Journal of Evolutionary Biology*, 22(4), pp.659-671.
- Gilbert, S.F., Opitz, J.M. & Raff, R.A., 1996. Resynthesizing evolutionary and developmental biology. *Developmental biology*, 173(2), pp.357-372.
- Godfrey-Smith, P., 2009. *Darwinian Populations and Natural Selection*, Oxford: Oxford University Press.
- Goldstein, K., 1934. *Der Aufbau des Organismus*,
- Griesemer, J.R., 2007. Tracking organic processes: representations and research styles in classical embryology and genetics. In M. D. Laubichler & J. Mannenschein, eds. *From Embryology to Evo-Devo: A History of Developmental Evolution*. Cambridge: MIT Press, pp. 375-433.
- Gutmann, M., 2000a. Guest-Editorial: Organism? Historical and Philosophical Issues. *Theory in Biosciences*, 119(3-4), pp.171-173.
- Gutmann, M., 2000b. The Theory of Organism and the Culturalist Foundation of Biology. *Theory in Biosciences*, 119(3-4), pp.276-317.
- Hamilton, W., 1963. The evolution of altruistic behavior. *American Naturalist*, 97, pp.354-356.
- Hamilton, W., 1964. The genetical evolution of social behavior. *Journal of Theoretical Biology*, 7(1), pp.1-52.
- Hershey, A.D. & Chase, M., 1952. Independent functions of viral protein and nucleic acid in growth of bacteriophage. *The Journal of general physiology*, 36(1), pp.39-56.
- Huh, D., Hamilton, G.A. & Ingber, D.E., 2011. From 3D cell culture to organs-on-chips. *Trends in Cell Biology*, 21(12), pp.745-754.
- Huneman, P., 2014. Formal Darwinism as a tool for understanding the status of organisms in evolutionary biology. *Biology and Philosophy*, 29(2), pp.271-279.
- Jacob, F. & Monod, J., 1961. On the Regulation of Gene Activity. *Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology*, 26, pp.193-211.
- Juarrero, A., 2015. What does the closure of context-sensitive constraints mean for determinism, autonomy, self-determination, and agency? *Progress in Biophysics and Molecular Biology*, 119(3), pp.510-521.
- Kant, I., 1790. *Kritik der Urteilstkraft*,
- Kelly, K., 1994. *Out of control: the new biology of machines, social systems and the economic world*, Boston, MA: Addison-Wesley.
- Kim, H.J. et al., 2012. Human gut-on-a-chip inhabited by microbial flora that experiences intestinal peristalsis-like motions and flow. *Lab on a Chip*, 12(12), p.2165.

- Laubichler, M.D., 2010. Evolutionary developmental biology offers a significant challenge to the neo-Darwinian paradigm. In F. J. Ayala & R. Arp, eds. *Contemporary Debates in Philosophy of Biology*. Malden, MA, pp. 199-212.
- Laubichler, M.D., 2000a. Symposium "The Organism in Philosophical Focus" -An Introduction. *Philosophy of Science*, 67, pp. S256-S259.
- Laubichler, M.D., 2000b. The Organism is dead. Long live the organism! 1. *Perspectives on Science*, 8(3), pp.286-315.
- Lennox, J.G., 2001. *Aristotle's philosophy of biology: Studies in the origins of life science*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Longo, G. & Montévil, M., 2014. *Perspectives on Organisms*, Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Love, A.C., 2009. Marine invertebrates, model organisms, and the modern synthesis: epistemic values, evo-devo, and exclusion. *Theory in biosciences = Theorie in den Biowissenschaften*, 128(1), pp.19-42.
- Lynch, M., 2007. The frailty of adaptive hypotheses for the origins of organismal complexity. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 104 Suppl(Table 1), pp.8597-604.
- Mahner, M. & Bunge, M., 1997. *Foundations of Biophilosophy*, Springer, Berlin-Heidelberg-New York: Springer.
- Maienschein, J., 2010. Ross Granville Harrison (1870-1959) and perspectives on regeneration. *Journal of Experimental Zoology Part B: Molecular and Developmental Evolution*, 314 B(8), pp.607-615.
- May, R.M., 1988. How Many Species Are There on Earth? *Science*, 241(4872), pp.1441-1449.
- Maynard-Smith, J., 1964. Group selection and kin selection. *Nature*, 201(4924), pp.1145-1147.
- McLaughlin, P., 2002. Naming Biology. *Journal of the History of Biology*, 35(1), pp.1-4.
- McShea, D.W., 2000. Functional complexity in organisms: Parts as proxies. *Biology and Philosophy*, 15(5), pp.641-668.
- Meunier, R., 2012. Stages in the development of a model organism as a platform for mechanistic models in developmental biology: Zebrafish, 1970-2000. *Studies in history and philosophy of biological and biomedical sciences*, 43(2), pp.522-31.
- Meyers, L.A., 2004. Evolution and learning: The Baldwin effect reconsidered. *American Journal of Human Biology*, 16(4), pp.495-496.
- Michod, R.E., 1999. *Darwinian dynamics: evolutionary transitions in fitness and individuality*, Princeton (NJ): Princeton University Press.
- Minelli, A., 2010. Evolutionary developmental biology does not offer a significant challenge to the neo-Darwinian paradigm. In F. R. Ayala & R. Arp, eds. *Contemporary Debates in Philosophy of Biology*. Malden, MA: Wiley-Blackwell, pp. 211-226.
- Minelli, A. & Pradeu, T. eds., 2014. *Towards a Theory of Development*, Oxford: Oxford University Press.
- Mora, C. et al., 2011. How many species are there on earth and in the ocean? *PLoS Biology*, 9(8), pp.1-8.
- Morange, M., 1994. *A History of Molecular Biology 1998th ed.*, Harvard University Press.
- Moreno, A. & Mossio, M., 2015. *Biological Autonomy: a philosophical and theoretical enquiry*,
- Mossio, M. & Moreno, A., 2010. Organisational closure in biological organisms. *History and philosophy of the life sciences*, 32(2-3), pp.269-88.

- Moya, F., 2000. Epistemology of Living Organisms in Aristotle's Philosophy. *Theory in Biosciences*, 119(3-4), pp.318-333.
- Müller, G.B., 2007. Evo-devo: extending the evolutionary synthesis. *Nature reviews. Genetics*, 8(12), pp.943-9.
- Needham, J., 1930. *The Sceptical Biologist*, New York: W.W. Norton.
- Nicholson, D.J., 2013. Organisms ≠ Machines. *Studies in history and philosophy of biological and biomedical sciences*, 44(4 Pt B), pp.669-78.
- Nicholson, D.J., 2014a. The machine conception of the organism in development and evolution: A critical analysis. *Studies in History and Philosophy of Science Part C: Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences*, 48(PB), pp.162-174.
- Nicholson, D.J., 2014b. The return of the organism as a fundamental explanatory concept in biology. *Philosophy Compass*, 9(5), pp.347-359.
- De Ninno, A. et al., 2010. Top-Down approach to nanotechnology for cell-on-chip applications. *Biophysics and Bioengineering Letters*, 3(2).
- Nunes, M.D.S. et al., 2013. A Perspective on Micro-Evo-Devo: Progress and Potential. *Genetics*, 195(3), pp.625-634.
- O'Malley, M.A., 2010. Ernst Mayr, the tree of life, and philosophy of biology. *Biology & Philosophy*, 25(4), pp.529-552.
- O'Malley, M.A. & Dupré, J., 2007. Size doesn't matter: towards a more inclusive philosophy of biology. *Biology & Philosophy*, 22(2), pp.155-191.
- Ochman, H., Lawrence, J.G. & Groisman, E.A., 2000. Lateral gene transfer and the nature of bacterial innovation. *Nature*, 405, pp.299-304.
- Olson, M.E., 2012. The developmental renaissance in adaptationism. *Trends in ecology & evolution*, 27(5), pp.278-87.
- Oyama, S., 1998. *Evolution's Eye*, Durham (NC): Duke University Press.
- Pampaloni, F., Reynaud, E.G. & Stelzer, E.H.K., 2007. The third dimension bridges the gap between cell culture and live tissue. *Nature reviews. Molecular cell biology*, 8(10), pp.839-845.
- Pauling, L. & Itano, H.A., 1949. Sickle cell anemia a molecular disease. *Science (New York, N.Y.)*, 110(2865), pp.543-8.
- Pearce, T., 2014. The Origins and Development of the Idea of Organism-Environment Interaction. In G. Barker, E. Desjardins, & T. Pearce, eds. *Entangled Life. History, Philosophy and Theory of the Life Sciences*. Dordrecht: Springer Netherlands, pp. 13-32.
- Pepper, J.W. & Herron, M.D., 2008. Does biology need an organism concept? *Biological Reviews*, 83(4), pp.621-627.
- Perlman, R., 2000. The Concept of the Organism in Physiology. *Theory in Biosciences*, 119(3-4), pp.174-186.
- Pigliucci, M., 2007. Do we need an extended evolutionary synthesis? *Evolution; international journal of organic evolution*, 61(12), pp.2743-9.
- Pigliucci, M. & Mueller, G.B. eds., 2010. *Evolution: The Extended Synthesis*, Boston, MA: MIT Press.
- Piotrowska, M., 2012. From humanized mice to human disease: guiding extrapolation from model to target. *Biology & Philosophy*, 28(3), pp.439-455.
- Pradeu, T., 2010. What is an organism? An immunological answer. *History and philosophy of the life sciences*, 32(2-3), pp.247-67.

- Provine, W.B., 1971. *The origins of theoretical population genetics*, Chicago and London: University of Chicago Press.
- Queller, D.C. & Strassmann, J.E., 2009. Beyond society: the evolution of organismality. *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences*, 364(October), pp.3143-3155.
- Queller, D.C. & Strassmann, J.E., 2016. Problems of multi-species organisms: endosymbionts to holobionts. *Biology & Philosophy*.
- Ramellini, P., 2009. L'organismo in biologia. *Verifiche: Rivista Trimestrale di Scienze Umane*, 38(1), pp.189-216.
- Ramellini, P., 2006a. *Life and Organisms*, Vatican City: Libreria Editrice Vaticana.
- Ramellini, P. ed., 2006b. *The Organism in Interdisciplinary Context*, Vatican City: Libreria Editrice Vaticana.
- Rehmannsutter, C., 2000. Biological Organicism and the Ethics of the Human-Nature Relationship. *Theory in Biosciences*, 119(3-4), pp.334-354.
- Ruiz-Mirazo, K., 2000. Organisms and their place in biology. *Theory in Biosciences*, 119(3-4), pp.209-233.
- Santelices, B., 1999. How many kinds of individual are there? *Trends in ecology & evolution*, 14(4), pp.152-155.
- Sarkar, S., 2007. *Molecular Models of Life Philosophical Papers on Molecular Biology*, Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Schulz, H.N., 1999. Dense Populations of a Giant Sulfur Bacterium in Namibian Shelf Sediments. *Science*, 284(5413), pp.493-495.
- Serrelli, E., 2016. Evolutionary Genetics and Cultural Traits in a "Body of Theory" Perspective. In *Understanding Cultural Traits*. Cham: Springer International Publishing, pp. 179-199.
- Serrelli, E., 2013. The Gaia narrative and its links with symbiosis and symbiogenesis,
- Sterelny, K. & Griffiths, P.E., 1999. *Sex and death: An introduction to philosophy of biology*, Chicago: University Of Chicago Press.
- Stork, N.E., 1993. How many species are there? *Biodiversity and Conservation*, 2, pp.215-232.
- Torres, J.-L. & Trainor, L., 2008. On organism: environment buffers and their ecological significance. *Biology & Philosophy*, 23(3), pp.403-416.
- Turner, J.S., 2004. Extended phenotypes and extended organisms. *Biology and Philosophy*, 19(3), pp.327-352.
- Von Uexkull, J., 1940. The theory of meaning. *Semiotica*, 42(1), pp.25-82.
- Van Speybroeck, L., 2000. The Organism: A Crucial Genomic Context in Molecular Epigenetics? *Theory in Biosciences*, 119(3-4), pp.187-208.
- Walsh, D., 2015. *Organisms, Agency, and Evolution*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Watson, J.D. & Crick, F.H., 1953. Molecular structure of nucleic acids; a structure for deoxyribose nucleic acid. *Nature*, 171(4356), pp.737-8.
- Weaver, W., 1970. Molecular Biology: Origin of the Term. *Science*, 170(3958), pp.581-582.
- West-Eberhard, M.J., 2005. Developmental plasticity and the origin of species differences. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 102 Suppl (2), pp.6543-9.
- West-Eberhard, M.J., 2008. Toward a Modern Revival of Darwin's Theory of Evolutionary Novelty. *Philosophy of*

Science, 75(5), pp.899-908.

West, S.A. & Kiers, E.T., 2009. Evolution: What Is an Organism? *Current Biology*, 19(23), pp. R1080-R1082.

Williams, G.C., 1966. *Adaptation and Natural Selection: A Critique of Some Current Evolutionary Thought*, Princeton (NJ): Princeton University Press.

Wilson, E.O., 1974. The perfect societies. *Science*, 184, pp.54-55.

Wilson, J.A., 1999. *Biological Individuality*, Cambridge: Cambridge University Press.

Wolfe, C.T., 2010. Do organisms have an ontological status? *History and philosophy of the life sciences*, 32(2-3), pp.195-231.

Wolfe, C.T., 2014. The organism as ontological go-between: Hybridity, boundaries and degrees of reality in its conceptual history. *Studies in History and Philosophy of Science Part C: Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences*, 48(PB), pp.151-161.

9 Cómo Citar [↑](#)

Bertolaso, Marta. 2017. "Organismo". En *Diccionario Interdisciplinar Austral*, editado por Claudia E. Vanney, Ignacio Silva y Juan F. Franck. URL=<http://dia.austral.edu.ar/Organismo>

10 Derechos de autor [↑](#)

DERECHOS RESERVADOS Diccionario Interdisciplinar Austral © Instituto de Filosofía - Universidad Austral - Claudia E. Vanney - 2017.

ISSN: 2524-941X