



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE FILOSOFÍA Y HUMANIDADES
DEPARTAMENTO DE FILOSOFÍA

EL PROBLEMA DE LA INDIVIDUALIDAD EN FILOSOFÍA DE LA BIOLOGÍA:
UNA APROXIMACIÓN PLURALISTA

FRANCISCO JAVIER NAVARRO CÁRDENAS

TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE MAGÍSTER EN FILOSOFÍA

PROFESOR GUÍA:

DR. CRISTIAN SOTO HERRERA

SANTIAGO DE CHILE

MARZO 2021

EL PROBLEMA DE LA INDIVIDUALIDAD EN FILOSOFÍA DE LA BIOLOGÍA:
UNA APROXIMACIÓN PLURALISTA

FRANCISCO JAVIER NAVARRO CÁRDENAS

Agradecimientos

Esta sección será inevitablemente incompleta. Son muchas las personas que han contribuido a mi bienestar emocional y a mi proceso reflexivo durante el período de este programa de magister. Mis sinceros agradecimientos a todas ellas.

A mi familia y mis amigos, la columna vertebral de mi vida. Gracias por su compañía y conversaciones afectuosas. Son quienes hicieron de la elaboración de este manuscrito un proceso menos solitario.

A mis papás, Gladys y Francisco. Muchas gracias por respetar mi espacio personal durante este período y por entregarme tanto amor. Gran parte de lo que soy como persona es gracias a ustedes. En particular, mi vida académica no habría sido posible sin su apoyo y preocupación constante. Agradezco profundamente todo lo que han hecho por mí a lo largo de mi vida. Los amo mucho.

A mi amigo Nacho, con quien he forjado mi identidad a lo largo de tantos años. Muchas gracias por tu cariño y por acoger la parte más reflexiva de mi personalidad. He crecido mucho contigo. Mi vida en Santiago no habría sido la misma sin tu compañía y apoyo constante. Simplemente gracias.

A mi amigo Martín, por esas necesarias conversaciones para renovar el ánimo y olvidarse de las frustraciones y el cansancio. Eres una persona que me ha enseñado mucho sobre el valor de la amistad. Muchas gracias por todo tu cariño.

A Cristian, quién se ha convertido para mí en un verdadero padre académico. Gracias por tus enseñanzas; por incentivar en mí el espíritu crítico de una manera que nadie había hecho. Gracias por guiarme en el camino de la filosofía de las ciencias y por preocuparte afectuosamente de mi progreso filosófico. Lo que haya de rigurosidad en este trabajo debe mucho a lo que he aprendido de ti.

A mis amigos y colegas Daniel y Omar. Muchas gracias por darme su opinión como científicos cuando lo necesité. Su experiencia fue de gran ayuda en mi proceso reflexivo y agradezco que hayan ocupado parte de su tiempo en escucharme con tanta amabilidad. Los admiro mucho como profesionales y personas.

Finalmente, quiero agradecer a la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo de Chile (ANID) por financiar mis estudios durante el año 2020. Su apoyo económico fue de gran ayuda durante mi investigación.

Tabla de contenidos

Resumen.....	6
Introducción	10
1. Una propuesta pluralista: aspectos epistémicos y metafísicos.....	14
1.1. Distinciones preliminares	14
1.2. Pregunta empírica: pluralismo epistémico y poder explicativo.....	18
1.3. Pregunta ontológica: pluralismo como máxima metodológica	23
1.3.1. Perspectivismo e individualidad biológica	30
1.3.2. Realismo activo e individualidad biológica	34
2. Pluralidad biológica: monismo versus pluralismo	42
2.1. Criterios de individuación.....	42
2.2. Prácticas de individuación: muchos objetivos, muchos individuos	52
3. La motivación profunda del monismo biológico	58
3.1. Evolución de la individualidad	60
3.2. La parcialidad de las representaciones.....	62
3.3. Consideraciones pragmáticas.....	67
Conclusiones	71
Referencias bibliográficas.....	72

Resumen¹

Existen múltiples criterios para individuar entidades biológicas. Frente a esta diversidad, los enfoques monistas proponen criterios fundamentales para el reconocimiento unívoco de individuos. El pluralismo, por otro lado, argumenta que no deberíamos restringir el estudio de la individualidad a concepciones únicas, reconociendo, en su lugar, diferentes tipos de individuos. Esta investigación aborda el problema de la individualidad biológica como dos preguntas centrales. Primero, una pregunta empírica destinada a explicar *cómo y por qué una colección de entidades biológicas puede conformar un individuo*, o, dicho de otro modo, *qué propiedades y procesos causales hacen de un sistema físico un individuo biológico y no (o no solamente) una parte o colección de otros individuos*. En segundo lugar, una pregunta ontológica que pretende responder *qué es un individuo biológico en la realidad*. Sugeriré que un enfoque pluralista es adecuado para abordar ambas interrogantes.

Respecto a la pregunta empírica, argumentaré que no es posible concebir una representación única y completa que explique la formación de individuos biológicos, y que la pluralidad de criterios y prácticas de individuación utilizados por la biología no es un estado transitorio (pluralismo epistémico). Una entidad biológica puede considerarse *individual* (i.e., no una mera parte o colección de otras entidades) de acuerdo con diversos criterios (capacidad de reproducción sexual, presencia de genotipo único, presencia de límites espaciales y división de

¹ A lo largo del manuscrito, utilizaré los sustantivos masculinos para designar a personas indeterminadas, evitando expresiones como “los biólogos y las biólogas”. Esto tiene como único propósito facilitar la lectura del texto y no pretende reflejar un sesgo de género.

labores fisiológicas, etc. Véase Lidgard y Nyhart 2017). Argumentaré que el alto nivel de abstracción de los enfoques monistas impide explicar la formación de individuos concretos en nuestro mundo material (Love y Brigandt 2017). Por ejemplo, para la teoría informacional de la individualidad, los individuos biológicos son “agregados...que propagan información de su pasado a su futuro” (Krakauer et al. 2020, 209). La información, sin embargo, es un término abstracto que puede aplicarse a innumerables procesos físicos (no solo biológicos). Contrario al monismo, sugeriré que la pluralidad de criterios y prácticas de individuación es necesaria porque nos entrega los detalles empíricos para explicar de manera refinada la formación de individuos en diferentes contextos de investigación (e.g., colonias de insectos, agrupaciones microbianas, plantas clonales, animales vertebrados). En breve, la pluralidad de individuaciones permite responder eficazmente a la pregunta empírica. Adicionalmente, argumentaré que conviene adoptar un pluralismo epistémico cuando consideramos dos aspectos centrales de la biología y la actividad científica. Primero, la evolución siempre cambiante e impredecible a largo plazo de las interacciones biológicas (Gould 1989, Losos 2017). Esta nos muestra que no existe un estado finito de maneras en las cuales las entidades biológicas puedan agruparse y, por tanto, un estado finito de tipos de individuos por descubrir y explicar. Segundo, la parcialidad de las representaciones científicas. La ciencia siempre abstrae o idealiza aspectos de un fenómeno para producir explicaciones adecuadas en contextos específicos (véase Mitchell 2003, 2009). Nuestras representaciones no son completas acerca de un fenómeno en el sentido de que no incluyen la totalidad de factores causales que lo producen. Esta parcialidad genera una pluralidad de representaciones locales adecuadas para explicar la formación de diversos tipos de individuos en contextos específicos.

Respecto a la pregunta ontológica, sugeriré que la existencia de un mundo con muchos tipos de individuos es una visión metafísica científicamente informada que no obstaculiza y puede promover nuestro conocimiento sobre la realidad (pluralismo ontológico). En particular, argumentaré que el valor de la reflexión metafísica no reside en su poder explicativo (i.e., en su capacidad para responder a la pregunta empírica) sino en su interpretación como máxima metodológica (Giere 2006b). La máxima que propongo es: *procede como si existiera un mundo con procesos causales que conforman muchos tipos de individuos biológicos*. Al hacerlo, creo que la biología puede ampliar su conocimiento del mundo externo y no restringir innecesariamente su mirada a individuaciones únicas de la naturaleza.

Adoptaré una ontología procesual donde los individuos biológicos no son sustancias de algún tipo sino “nexos temporalmente estables” en un flujo de interacciones causales (Dupré 2012, 202). Los procesos bioquímicos, celulares, simbióticos u otros estudiados por la biología, conformarían la diversidad de individuos en la naturaleza. Adicionalmente, mi compromiso metafísico es perspectivista y operacional respecto a la realidad y el conocimiento. Creo que nuestras limitaciones perceptuales nos impiden afirmar que las representaciones de la individualidad son el fiel reflejo de individuos en el mundo externo; algo así como un mapeo exhaustivo entre los individuos teorizados y los individuos reales. Argumentaré que deberíamos considerar individuos reales a todas aquellas individuaciones que contribuyan al conocimiento del mundo biológico bajo diferentes perspectivas científicas. Basándome principalmente en el perspectivismo de Ronald Giere (2006a, 2006b) y el realismo activo de Hasok Chang (2012), planteo que cualquier criterio y práctica de individuación biológica es exitosa cuando evita la

resistencia de la realidad a nuestros intentos por conocerla, entregándonos sitios de contacto con el mundo externo que merecen un estatus de individualidad ontológica.

Palabras clave: individualidad biológica · pluralismo · monismo · criterios de individuación · prácticas de individuación.

Introducción

La biología utiliza diversos criterios para dividir la naturaleza en entidades individuales². Genes, cromosomas, células, virus, organismos y especies son algunas de las categorías que han generado mayor discusión científica y filosófica en torno al concepto de *individualidad biológica*³. Los enfoques que han sido catalogados como *monistas* defienden la necesidad de arbitrar entre la pluralidad de criterios de individuación para poder establecer una única concepción de individualidad biológica, vale decir, una única manera de contar individuos en biología (Clarke 2010, 2013; Queller y Strassmann 2009). En los años recientes, el monismo ha sido desafiado de varias maneras. Existe en filosofía de la biología un consenso creciente respecto a la importancia de reconocer *tipos de individuos biológicos*, cada uno de los cuales destacaría ciertas propiedades (e.g., genotipo único) o procesos causales (e.g., inmunológicos, evolutivos) de relevancia en distintos contextos de investigación. En general, estos enfoques suelen catalogarse como *pluralistas*. En un extremo, podríamos llamar pluralistas moderados a aquellos que establecen categorías acotadas de tipos de individuos. Por ejemplo, Jack Wilson (1999) habla de individuos genéticos, funcionales y de desarrollo y Peter Godfrey-Smith (2013) clasifica individuos darwinianos y organismos. Para tener una imagen inicial de estas categorías podemos decir, laxamente, que un genetista podría trabajar con individuos genéticos, un biólogo evolutivo con

² Véase Clarke 2010 y Lidgard y Nyhart 2017 para un listado de diversos criterios de individuación biológica disponibles en la literatura.

³ En adelante, utilizaré indistintamente las expresiones *individualidad* e *individualidad biológica* o *individuo* e *individuo biológico*.

individuos darwinianos y un fisiólogo con individuos funcionales. Describiremos algunos ejemplos a lo largo del texto. En el extremo opuesto, encontramos a pluralistas radicales como John Dupré, para quien “trazar límites alrededor de los objetos biológicos es, en gran medida, una cuestión de decisión humana” (Dupré 2012, 241), defendiendo un *individualismo promiscuo* que acepta la legitimidad de tantas divisiones del mundo biológico como lo requieran nuestros intereses (véase también Dupré 1993).

En esta investigación argumentaré a favor de un enfoque pluralista. Al igual que el individualismo promiscuo de Dupré, acepto la legitimidad de múltiples individuaciones biológicas. Difiero, sin embargo, en dos aspectos sustanciales. No afirmo (ni niego) que existan *incontables* formas de dividir el mundo en individuos, esto es, permanezco agnóstico respecto a si la realidad es susceptible o no a individuaciones *inagotables* por parte de la biología. Por otro lado, mi énfasis está puesto en el valor de las individuaciones científicas epistémicamente exitosas (i.e., que permiten cumplir objetivos específicos para nuestro conocimiento científico del mundo) y no en *cualquier* individuación concebible.

El capítulo 1 introduce los diferentes aspectos de mi propuesta. Comienzo con algunas distinciones preliminares entre los conceptos de individuo biológico, organismo y ser vivo, e introduzco las dos preguntas que definirán el problema de la individualidad a lo largo de mi investigación, a saber, *cómo y por qué una colección de entidades biológicas puede conformar un individuo y qué es un individuo biológico* (sección 1.1). La primera es abordada como una pregunta empírica que pretende *explicar* fenómenos particulares de individuación en la naturaleza. Conocer las diversas maneras en que células y organismos conforman entidades individuales requiere el uso de múltiples criterios y prácticas de individuación, lo cual justificará mi defensa de un

pluralismo epistémico (sección 1.2). La segunda es una pregunta metafísica destinada a responder cómo el mundo externo se divide en individuos. Sugeriré que deberíamos adoptar una ontología pluralista interpretada como máxima metodológica, vale decir, como una proposición general capaz de promover el conocimiento científico sobre la individualidad (Giere 2006b). Esta máxima nos diría lo siguiente: *procede como si existiera un mundo con procesos causales que conforman muchos tipos de individuos* (sección 1.3). Siguiendo a filósofos como Ronald Giere (2006a, 2006b) y Hasok Chang (2012), el pluralismo ontológico que adoptaré pretende ajustarse a una visión perspectivista y operacional de la realidad y el conocimiento. Sugeriré que todas aquellas individuaciones que cumplan objetivos epistémicos en biología merecen un estatus de individualidad ontológica (i.e., refieren a aspectos del mundo externo que merecen ser descritos como individuos reales).

El capítulo 2 tratará sobre la pluralidad de criterios de individuación y objetivos epistémicos existentes en la práctica biológica (secciones 2.1 y 2.2, respectivamente). Describiré cómo los enfoques monistas suelen enfrentar esta diversidad, ofreciendo, en su lugar, distintas razones para adoptar un enfoque pluralista. En general, la conclusión será que no existen buenos motivos para restringir el estudio de la individualidad a criterios fundamentales que establezcan formas únicas de dividir el mundo en individuos biológicos.

Finalmente, el capítulo 3 argumentará contra la motivación profunda de los enfoques monistas sobre la individualidad, entregando las principales razones para adoptar un pluralismo epistémico. Esta motivación monista puede traducirse en el siguiente supuesto metafísico: *si existe un único mundo, este debe estar formado por entidades físicas fundamentales de cuyas interacciones causales surgen todos los fenómenos*. A partir de aquí, parece plausible creer que

cualquier pluralidad de individuos biológicos podría, en principio, ser explicada si logramos descubrir aquellos procesos fundamentales que los originan. En contra de esta idea, sugeriré que la evolución siempre cambiante e impredecible a largo plazo de las interacciones biológicas (sección 3.1) y la parcialidad de las representaciones científicas (sección 3.2) impiden construir concepciones únicas y completas que expliquen la formación de individuos (véase Mitchell 2003, 2009). Intentaré mostrar cómo nuestra propuesta sigue pareciendo una mejor alternativa contra la motivación monista y finalizaré con algunas consideraciones pragmáticas que pueden incentivar la adopción del pluralismo en contextos políticos y sociales más amplios (sección 3.3).

1. Una propuesta pluralista: aspectos epistémicos y metafísicos

1.1. Distinciones preliminares

La noción general de individuo biológico puede interpretarse de muchas maneras. Algunos autores la utilizan como sinónimo de *organismo* (Clarke 2010), concepto que está históricamente relacionado al de *ser vivo* (Cheung 2010). De hecho, solemos utilizar expresiones compuestas como *organismo individual* u *organismo vivo*. Para esta investigación no será problemático asumir que todo organismo es un ser vivo o viceversa. A diferencia de átomos, moléculas y objetos “inanimados” en general, lo que biólogos y legos llaman *organismos* u *organismos vivos* suelen ser objetos que, entre otras cosas, se alimentan, crecen, reparan sus tejidos, se reproducen y evolucionan por selección natural. Por otro lado, no utilizaré el concepto de organismo como sinónimo de individuo biológico, ya que entidades no organizadas como genes, cromosomas y especies también motivan el estudio de la individualidad biológica (e.g., Ghiselin 1974, Hull 1976, Godfrey-Smith 2013, 2014); sin mencionar el debate no zanjado sobre la organismalidad de los virus (Pradeu et al. 2016). Siguiendo a algunos pluralistas, hablaré de los organismos como un tipo de individuo biológico (e.g., Godfrey-Smith 2013, Pradeu 2016).

Quienes se interesan en comprender la individualidad, al menos en gran parte de la literatura filosófica reciente, no suelen preguntarse *qué es un ser vivo*⁴. Esto puede deberse a que

⁴ Ciertamente existen excepciones importantes. Por ejemplo, el libro sobre transiciones evolutivas mayores de los biólogos John Maynard Smith y Eörs Szathmáry (1997) – una referencia frecuente

la pregunta por los seres vivos no suele plantearse en términos de *relaciones parte-todo*, a diferencia de aquella por los individuos biológicos. Definir cualidades de lo viviente no implica necesariamente poder discernir entre partes y colecciones de seres vivos individuales. Por ejemplo, podemos argumentar que las células que conforman mi cuerpo son seres vivos y al mismo tiempo carecer de criterios para decidir si soy un ser vivo *individual* o una *colección* de seres vivos celulares. Los teóricos de la vida generalmente se centran en comprender *cómo se originó la vida* o *qué diferencia al mundo biótico del mundo meramente fisicoquímico* (e.g., Lahav 1999, Bedau y Cleland 2010, Küppers 1999).

Las discusiones sobre individualidad biológica en la literatura contemporánea suelen preguntarse *cómo y por qué una colección de entidades biológicas puede conformar un individuo* (Wilson 2000, Bouchard y Huneman 2013). También podríamos expresarlo de la siguiente manera: *qué propiedades y procesos causales hacen de un sistema físico un individuo biológico y no (o no solamente) una parte o colección de otros individuos*. Por ejemplo, *cómo y por qué los seres humanos somos organismos multicelulares y no una mera colección de células; qué propiedades y procesos causales hacen de un grupo de organismos una especie y no una parte o colección de otras especies; cómo y por qué una colonia de insectos puede conformar un superorganismo* (Wilson y Sober 1989, Hölldobler y Wilson 2009).

en la literatura sobre individualidad biológica— aborda explícita y extensamente la pregunta *qué es la vida*. Más que establecer una distinción precisa entre teóricos de la vida y teóricos de la individualidad, intento desambiguar ciertos aspectos claves para mi investigación, consciente del inevitable parentesco entre los conceptos de ser vivo, individuo biológico y organismo.

¿No es más sencillo decir que el problema de la individualidad intenta responder *qué es un individuo biológico*? En cierto sentido esta pregunta está incluida en la primera. Un biólogo que teoriza acerca de cómo ocurrió la transición evolutiva desde células a individuos multicelulares nos dice, en un nivel general, que los individuos *son* unidades de selección natural (e.g., Buss 1987) y un ecólogo que nos habla de la protección de organismos en un ecosistema nos dice que los individuos *son* unidades de conservación. Sin embargo, estas son respuestas locales adecuadas a contextos específicos. Siguiendo una motivación más filosófica, podemos preguntarnos qué es un individuo biológico *en general* (i.e., en todo contexto).

En esta investigación consideraré que ambas preguntas –cómo y por qué se forman los individuos y qué son en general– conforman *el problema de la individualidad biológica*. La primera es una pregunta principalmente empírica que busca *explicar* fenómenos particulares de individuación en la naturaleza. La segunda, en cambio, la interpretaré como una pregunta metafísica acerca de la división de la realidad biológica en individuos. Por simplicidad, podemos llamarlas *pregunta empírica* y *pregunta ontológica*. La razón de esta distinción es visibilizar los distintos intereses que despierta el estudio de la individualidad en filosofía y biología, analizando cómo ambas preguntas se relacionan y qué rol pueden cumplir en el conocimiento del mundo biológico bajo una interpretación pluralista.

Mi enfoque sugerirá lo siguiente:

- i. La necesidad de mantener una pluralidad de criterios y prácticas de individuación⁵ reside en la imposibilidad de concebir una representación única y completa que responda a la pregunta empírica y no en la imposibilidad de responder a la pregunta ontológica. Aún si pudiéramos tener una teoría general que nos diga qué son los individuos, las representaciones locales seguirán siendo necesarias. Estas últimas nos entregan los detalles empíricos requeridos por distintos contextos de investigación para explicar la formación de individuos concretos, algo que el lenguaje abstracto de las concepciones fundamentales no puede hacer.

- ii. El valor de responder a la pregunta ontológica no reside en su poder explicativo, sino en su interpretación como máxima metodológica, es decir, como una proposición general capaz de “promover el logro de objetivos de una investigación científica” (Giere 2006b, 36). Nuestra máxima pluralista dirá que nos conviene proceder como si existiera un mundo con muchos tipos de individuos biológicos, ya que, a diferencia del monismo, esta visión no obstaculiza y puede promover el desarrollo de todas aquellas prácticas y criterios de individuación que nos permitan aumentar nuestros sitios de contacto con la realidad biológica. Cada vez que la biología individualiza un fenómeno exitosamente, dicha individuación merece ser considerada un individuo real.

⁵ La distinción entre *criterio* y *práctica* de individuación (o individualidad) que utilizo es la siguiente. Una práctica de individuación es la aplicación de uno o más criterios en un fenómeno biológico específico. Por ejemplo, un biólogo que descubre una nueva especie de ave la individualizará en base a criterios morfológicos, genéticos, comportamentales, entre otros. Aquel conjunto de criterios constituye una práctica de individuación, la cual se configura siguiendo objetivos epistémicos particulares (en este caso, describir una nueva especie biológica).

1.2. Pregunta empírica: pluralismo epistémico y poder explicativo

Existen diversas respuestas a la pregunta empírica. La biología ha descubierto múltiples maneras en las cuales células y organismos interactúan para conformar entidades individuales, las cuales podemos explicar en base a una pluralidad de criterios y prácticas de individuación (véase capítulo 2). Por otro lado, no debería sorprendernos que esto ocurra pese a no existir una respuesta unánime a la pregunta ontológica. Muchos conceptos biológicos como *gen* o *especie* son interpretados de diversas maneras para llevar a cabo un trabajo empírico exitoso, aun cuando la filosofía de la biología no concuerde sobre qué es un gen y una especie en general⁶. La existencia de múltiples criterios de individuación ha formado parte integral de la biología al menos desde los últimos 170 años, sin ningún consenso sobre qué son *realmente* los individuos (Lidgard y Nyhart 2017)⁷. El pluralismo epistémico que adopto sugiere que esta pluralidad no es un estado transitorio de la biología, sino la condición que nos permite explicar exitosamente la formación de individuos concretos. No pienso que sea posible construir un marco representacional único y completo capaz de responder a la pregunta empírica en las diversas ramas de la biología.

⁶ Véase Waters 2018 para una discusión detallada sobre este punto.

⁷ Otro dato que muestra cómo la pluralidad de individuaciones se aplica pese a la falta de unanimidad en la pregunta ontológica es el siguiente. Entre 1975 y 2020 la palabra *organism* apareció en los títulos, resúmenes y/o palabras claves de 344.735 artículos científicos del más variopinto conjunto de revistas de investigación indexadas en las bases de datos SCI-EXPANDED y ESCI de Web of Science. Esto nos sugiere que, aun cuando no existe consenso sobre *qué son los organismos*, la investigación sigue su curso de manera exitosa (información obtenida realizando una búsqueda básica por *tema*. [en línea] <https://www.webofknowledge.com> [Consulta: 18 de febrero de 2021]).

Quisiera distinguir dos tipos de aproximaciones monistas hacia la pluralidad de criterios y prácticas de individuación, a saber, *reduccionista* y *selectiva*. Ambas buscan una representación fundamental a partir de la cual debería estudiarse la individualidad. Los reduccionistas plantean que todas las representaciones locales que explican la formación de individuos podrían reducirse a una explicación fundamental, basada en interacciones y propiedades de constituyentes más elementales. Esta estrategia será discutida en el capítulo 3. Se trata de un reduccionismo fuerte que no tiene, hasta donde conozco, una defensa explícita en filosofía de la individualidad biológica. Sin embargo, refleja una creencia en la interconexión causal del mundo físico que parece motivar el monismo biológico en general, aun cuando no se manifieste en enfoques concretos. La estrategia selectiva, por otro lado, escoge un área de investigación como la más adecuada (e.g., biología evolutiva) para explicar qué son *realmente* los individuos y decirnos cómo estos deberían entenderse en otras áreas de la biología, descartando aquellos criterios y prácticas de individuación que no se condigan con su aproximación fundamental (e.g., Clarke 2010, 2013; Queller y Strassmann 2009; Strassmann y Queller 2010)⁸. Algunos enfoques aceptan la existencia de varios tipos de individuos (al igual que el pluralismo) pero insisten en que deberíamos estudiarlos bajo el manto de una teoría fundamental (e.g., Krakauer et al. 2020). Uno de los problemas con las estrategias reduccionista y selectiva es que requieren “tratar las relaciones entre partes, individuos y sus entornos en un alto grado de abstracción” (Love y Brigandt 2017, 334-335), sacrificando los detalles empíricos que requiere la biología para explicar procesos concretos de individuación. Las leyes de la física son ejemplos paradigmáticos de este problema

⁸ Tomo esta descripción de Love y Brigandt 2017, quienes llaman al monismo una estrategia de *teorización fundamental*.

fundamentalista. Como señala Cartwright (1980), estas no nos dicen cómo se comportan los objetos concretos de nuestro mundo material; qué realizan en el dominio específico en el cual se encuentran; “si tratamos de pensar en ellas de esta manera, son simplemente falsas” (Cartwright 1980, 75-76). De hecho, para Hempel y Oppenheim (1948), en su modelo clásico de la ley cubriente, una de las características esenciales de una ley debía ser no contener referencia esencial (i.e., no eliminable) a objetos particulares. La pluralidad de individuaciones en biología parece ineliminable siempre que intentemos explicar cómo y por qué se forman aquellos objetos concretos que llamamos individuos. Lo que puede ser transitorio es el repertorio de pluralidad de una época (i.e., el conjunto de prácticas y criterios de individuación), el que simplemente sería reemplazado por otro parcial o totalmente distinto.

Consideremos a continuación un ejemplo de monismo selectivo: la teoría informacional de la individualidad (TII). Desarrollada por Krakauer et al. (2020), esta aproximación propone formalizar matemáticamente la individualidad biológica utilizando la teoría de la información o teoría matemática de la comunicación de Claude Shannon (1948). Los autores sugieren que los individuos podrían entenderse como “agregados...que propagan información de su pasado a su futuro” (Krakauer et al. 2020, 209) y que la ventaja de utilizar la propuesta de Shannon estaría en su *increíble generalidad*, permitiendo identificar individuos en todos los niveles de organización biológica (desde lo molecular a lo cultural). Esto sería posible porque Shannon concibe su teoría en un alto nivel de abstracción. Muchos fenómenos en el mundo podrían concebirse, aparentemente, como *flujos de información*. Shannon imagina la transmisión o comunicación de un mensaje (i.e., información o señal) a través de un canal. En un extremo del canal estaría un *emisor* y en el otro un *receptor*:

El emisor puede ser un teléfono en Madison y el receptor un teléfono en Madrid, o el emisor puede ser un padre y el receptor su descendencia. Para los teléfonos, el canal es un cable de fibra óptica y la señal son los pulsos de luz. Para los organismos, el canal es la línea germinal y la señal es la secuencia de polinucleótidos de ADN o ARN en el genoma...El mismo esquema se puede aplicar al desarrollo, en cuyo caso el emisor es un organismo en el pasado y el receptor el mismo organismo en el futuro. Una forma en la que podemos identificar a los individuos es comprobar si estamos tratando con la misma agregación en el tiempo t y $t + 1$. *Si la información transmitida hacia adelante en el tiempo está cerca del máximo, lo tomamos como evidencia de individualidad.* (Krakauer et al. 2020, 212. Énfasis en el original)

De acuerdo con su formalización matemática, los autores proponen definir tres tipos de individuos: coloniales, organismales y ambientalmente determinados. En términos generales, un perro de 5 años podría considerarse un individuo porque sus células poseen un material genético determinado (i.e., información en el tiempo $t+1$) que fue transmitido fidedignamente por las divisiones celulares de su cuerpo desde que era un cachorro (i.e., información en el tiempo t). El perro propagó información (genética) de su pasado a su futuro. Como señala la cita anterior, este razonamiento puede aplicarse a muchos contextos. En biología, cualquier entidad que pueda formar copias de sí misma parece acomodarse fácilmente a la TII (e.g., genes, cromosomas, células únicas, organismos multicelulares). Aun suponiendo que esta interpretación sea adecuada para la

biología⁹, el problema es precisamente que el esquema emisor-receptor es *demasiado* general. Donde sea que haya dos variables y los cambios de valor en la primera estén asociadas a cambios en la segunda, podré decir que una lleva información de la otra y viceversa; la teoría informacional no nos dice nada especial sobre los procesos biológicos (Godfrey-Smith 2014, 147). Para explicar cómo y por qué una colonia de abejas, un animal vertebrado o una agrupación de bacterias surgen como individuos (i.e., para responder a la pregunta empírica) la biología ha podido prescindir de una teoría informacional. Esto es posible porque al expresarnos en términos de *información biológica* omitimos toda la riqueza contextual que requieren las individuaciones refinadas y empíricamente detalladas de la actividad científica. Es un idioma representacional muy abstracto. Incluso si pudiera tener un rol explicativo, la TII no funcionaría como *la* explicación maestra, sino como una entre muchas concepciones (e.g., individualidad genética, inmunológica, evolutiva). La falta de detalle explicativo, dicho sea de paso, es una elección explícita de los autores. Su propuesta omite características de sistemas específicos (e.g., mecanismos de herencia, propiedades metabólicas o inmunitarias) porque, para ellos, “nuestro objetivo *debería ser* encontrar *propiedades fundamentales* de individualidad, en lugar de derivadas” (Krakauer et al. 2020, 211. Énfasis añadido).

⁹ Para Godfrey-Smith, este esquema no se ajusta bien a todos los procesos biológicos. La evolución, por ejemplo, no funciona como un emisor que envía información genética de una generación de organismos a otra; no existe un *mensaje genético* establecido de antemano que sea enviado por algún canal. “La evolución simplemente ocurre y un resultado es que las células contienen algunas secuencias de ADN en vez de otras” (Godfrey-Smith 2014, 153).

La estrategia de la TII parece suponer que el problema de la individualidad se reduce a la pregunta ontológica¹⁰, lo cual considero un error. Nos propone que una concepción fundamental sobre *qué son los individuos* sería, sino lo único, lo más importante para estudiar la individualidad. Este fundamentalismo omite que la pregunta empírica es una parte sustancial del problema; aquella que nos permite explicar en detalle muchos fenómenos de individuación. Incluso, vale la pena mencionar que esta última es *la* pregunta que guía la discusión de algunos autores. Maynard Smith y Szathmáry, en *The Major Transitions in Evolution* (1997), utilizan dos veces la palabra *individualidad* en sus más de 300 páginas de discusión y muchas veces usan la expresión *individuo* de manera laxa y familiar para nuestro sentido común (e.g., organismo individual, bacteria individual, molécula individual). Su interés no se concentra en responder *qué es* un individuo biológico sin más, sino en “*cómo y por qué* [la complejidad de los organismos] ha aumentado en el curso de la evolución” (Maynard Smith y Szathmáry 1997, 3. Énfasis añadido).

1.3. Pregunta ontológica: pluralismo como máxima metodológica

Para responder qué es un individuo biológico debemos decir algo acerca del concepto general de individuo. Esta palabra, junto a otros conceptos capitales como *ser* o *sustancia*, posee un complejo

¹⁰ Los autores comienzan su teorización aceptando una ontología procesual: “suponemos que se piensa mejor en los individuos en términos de procesos dinámicos y no como objetos estacionarios...” (Krakauer et al. 2020, 212).

y extenso historial en la filosofía occidental, particularmente en el pensamiento metafísico¹¹. Su uso cotidiano, sin embargo, no se funda en complejas elucubraciones ontológicas. En nuestra vida diaria, y así también en la práctica biológica, solemos hablar de individuos al utilizar expresiones demostrativas del tipo *ese algo*. *Esa* copa de vino, *aquel* libro o *aquel* organismo son entidades individuales en este sentido¹². La filósofa Stéphane Chauvier (2015) lo llama un concepto lógico-cognitivo de individualidad. Difiere, por ejemplo, de expresiones universales como justicia (en contraste a *aquel* acto justo), agua (en contraste a *aquella* porción de agua) o maldad (en contraste a *esa* persona malvada).

Una célula, un ciprés, un mamífero o el conjunto de humanos que constituyen la especie *Homo sapiens* pueden ser individuos en el sentido de que son algo que podemos *individuar* gracias a nuestras capacidades cognitivas, siguiendo distintos criterios de individuación que nacen de nuestra manera de percibir e interpretar la realidad biológica. Para un niño, *aquel* perro puede ser un organismo porque ladra, tiene cuatro patas, una cola y puede distinguirlo de árboles, piedras u otros objetos a su alrededor; aquellos son sus criterios de individuación. La biología opera de la misma manera, pero sus criterios no se fundan únicamente en la observación directa sino en teorías, datos, instrumentos y metodologías sofisticadas. Un taxonomista, por ejemplo, puede afirmar que un perro es un individuo de la especie *Canis familiaris* y sus criterios para decidirlo serán probablemente genéticos y morfológicos. Esto es, dicho perro es tal porque posee cierto

¹¹ Véase Strawson 1959, Dasgupta 2009, Chauvier 2015 y Sarkar 2017 para algunas discusiones contemporáneas en metafísica de la individualidad.

¹² También podríamos hablar de ideas, recuerdos o pensamientos individuales (e.g., *esa* idea de justicia en contraste a *aquella*) y de entidades trascendentales (e.g., *aquel* Dios).

genotipo que permite reconocer su linaje evolutivo y ciertas características anatómicas propias de su especie. Aquellos son sus criterios *científicos* de individuación.

Por supuesto, hablar de individuos en sentido lógico-cognitivo no implica que estemos libres de supuestos metafísicos. Muchos biólogos y filósofos de la biología parecen suponer un mundo de cosas u objetos *individuales* que conformarían la realidad biológica (para algunas excepciones, véase Dupré 2012 y Nicholson y Dupré 2018). Esta actitud es comprensible si tomamos en cuenta que la naturaleza se presenta ante nuestros ojos como una especie de *mobiliario*, con entidades que en algún sentido perduran y podemos distinguir y separar de otros objetos. “La vida se divide en organismos”, afirmaron los biólogos David Queller y Joan Strassmann (2009, 3144). El supuesto de fondo en expresiones de este tipo es que *ese algo* que distinguimos no es un mero artefacto de nuestra cognición, sino que posee, *en sí mismo*, características que permiten distinguirlo de otros individuos en la realidad. Intuimos que los individuos no pueden ser, por ejemplo, meras *modificaciones* de algo (como yo a los tres años versus a los veintiocho) ni tampoco meras *colecciones* de cosas (como una multitud en un concierto de música) (van Inwagen 2015, 27-29). La influencia de estos supuestos metafísicos en nuestra interpretación de la realidad biológica es persistente. Aun cuando podamos señalar *aquella* multitud de personas en una gran avenida, o *esa* bandada de pájaros, no tenemos la misma disposición a considerarlos cosas individuales, como sí lo tenemos para un árbol, un insecto o un ser humano. Pareciéramos suponer algún tipo de *esencia biológica* que explicaría por qué ciertas entidades son individuos y otras meros agregados o partes de individuos (Elwick 2017).

Como muchos pluralistas en este debate (e.g., Dupré 2012, Love y Brigandt 2017, Waters 2018) pienso que existe *un mundo con muchos tipos de individuos biológicos*. En particular, adopto

una ontología procesual donde los individuos no serían algún tipo de sustancia especial, sino más bien “nexos temporalmente estables” en un flujo de interacciones causales (Dupré 2012, 202). Aquellos procesos estudiados por la biología –bioquímicos, celulares, inmunológicos, evolutivos, sociales u otros– serían parte de este flujo causal que permite individuar entidades biológicas de múltiples maneras.

Siguiendo a Guay y Pradeu (2015), el filósofo Dan Molter (2017) ofrece una imagen sugerente para comprender la naturaleza procesual de los fenómenos biológicos. Un individuo biológico, nos dice Molter, es análogo a una *ola en el mar*. Aunque podemos identificar una ola como algo individual, este objeto nunca es materialmente idéntico porque siempre está compuesto de diferentes moléculas de agua a medida que avanza en el espacio y el tiempo. A su vez, la ola conserva cierta cantidad de moléculas de agua de su estado precedente. Nunca es, en cada estado, *completamente* distinta en su composición material. Bajo esta imagen, Molter nos plantea que los individuos biológicos podrían definirse como *genidénticos materialmente continuos*, es decir, como una sucesión causal de eventos $E_1, E_2...E_n$, en el que cada evento conserva una porción de materia del estado anterior. Cada vez que individúamos un fenómeno biológico estaríamos escogiendo una porción de realidad compuesta de estos genidénticos o nexos causales. Para tener una idea más concreta podemos pensar en un ser humano (o cualquier animal vertebrado). Nosotros somos una sucesión de procesos de multiplicación y recambio celular que comienzan con la fecundación, continúan con la embriogénesis y el nacimiento, y finalizan con el desarrollo adulto y la muerte. A su vez, somos una pequeña porción de realidad procesual inmersa en una cadena más amplia de causación biológica. Los gametos desde los cuales surgimos provienen de otras células (ninguna célula surge de la nada) y nuestro cuerpo, una vez

muerto, se descompondrá en materia orgánica, pasando a formar parte de los ciclos biogeoquímicos del planeta.

Desde luego esta imagen metafísica puede tener sus propias limitaciones y las secciones siguientes pretenden matizar en cierto sentido mis especulaciones. Sin embargo, quiero ser explícito en lo siguiente. No adopto una ontología procesual para el mundo en su totalidad. Solo la considero una ontología *local* adecuada para la realidad *biológica*. Ya sea que en un nivel fundamental el mundo esté compuesto de entidades físicas imperecederas o de un mar de procesos, el hecho es que los fenómenos biológicos son procesuales porque no se muestran nunca como un arreglo estático de átomos y moléculas. La evidencia empírica revela que todo aquello que individuamos en el mundo biológico es, en distintas escalas temporales, una continua transformación de materia¹³. No veo ninguna forma científicamente informada en que el comportamiento de una célula, colección de células o colección de organismos pueda ajustarse a una ontología biológica sustancialista. Ningún fenómeno biológico se mantiene materialmente idéntico en el transcurso del espacio y el tiempo.

Dicho esto, ¿qué rol puede cumplir nuestra imagen metafísica en el estudio científico de la individualidad? Decir que los individuos biológicos son nexos temporalmente estables en un flujo de procesos causales o genidénticos materialmente continuos es explicativamente estéril. No contribuye a esclarecer cómo y por qué un grupo de bacterias puede unirse para formar un biofilm

¹³ Por ejemplo, recientes estimaciones señalan que el cuerpo humano reemplaza alrededor de 4 millones de células por segundo (Sender y Milo 2021, 45). En términos más generales, la propia idea de metabolismo nos enseña que los seres vivos se mantienen por un constante flujo de materia y energía con el entorno (véase Landecker 2017 para una revisión histórica sobre metabolismo e individualidad biológica).

o un grupo de células eucariotas puede unirse para formar un mamífero. Esta es la razón por la cual la práctica biológica puede estar motivada por tantas concepciones distintas e incluso contradictorias acerca de qué son *realmente* los individuos y a la vez no verse impedida en generar explicaciones sobre el mundo biológico. En otras palabras, no necesitamos responder a la pregunta ontológica para *individuar* cosas en la naturaleza ni, por consiguiente, para obtener múltiples respuestas exitosas a la pregunta empírica.

Siguiendo a Ronald Giere, pienso que las aproximaciones metafísicas pueden influir en el estudio de la individualidad si los interpretamos como *máximas metodológicas*, vale decir, como proposiciones generales que pueden “promover el logro de objetivos de una investigación científica” (Giere 2006b, 36). Por ejemplo, muchos intentos exitosos de unificación teórica en la historia de la ciencia parecen haber confiado en la siguiente máxima metodológica: “procede como si hubiera un solo mundo con una única estructura” (Giere 2006b, 36)¹⁴. Teorías como la mecánica newtoniana o la electrodinámica de Maxwell quizás no podrían haber surgido sin una férrea creencia sobre cierta unidad o interconexión de la realidad física. Mi motivación por sugerir una ontología pluralista sigue la estrategia de Giere. *Procede como si existiera un mundo con procesos causales que conforman muchos tipos de individuos biológicos*. ¿Por qué? Porque esta visión, en comparación al monismo, es lo suficientemente amplia y flexible para no obstaculizar el desarrollo de distintas prácticas y criterios de individuación epistémicamente exitosas. Toda línea de investigación que crea estar estudiando individuos reales y sea exitosa en el cumplimiento de sus objetivos epistémicos debería ser legitimada y perfeccionada lo más posible. Hay una parcela

¹⁴ Giere propone esta máxima para lo que él llama realismo/monismo metafísico (i.e., creencia en una verdad y teoría acerca de *todo*).

de realidad en cada una de dichas individuaciones. Esto es compatible con el realismo activo del filósofo Hasok Chang (2012), del cual hablaré en la sección 1.3.2.

La biología no parece tener aquella “urgente necesidad de arbitrar entre la plétora de soluciones” sobre la individualidad biológica (Clarke 2010, 313). Como discutiré también en el capítulo 2, aceptar una única manera de dividir el mundo en individuos no solo va a contrapelo con el funcionamiento exitoso de las múltiples individuaciones biológicas, sino que monopoliza el estudio de la individualidad hacia áreas de investigación que tendrían un supuesto privilegio ontológico para decirnos qué son realmente los individuos. Una razón por la cual la restricción monista me parece injustificada es que ciertas individuaciones pueden *invisibilizar* aspectos relevantes de un fenómeno, los cuales podrían estudiarse mediante criterios y prácticas de individuación distintos. Por ejemplo, algunos autores argumentan que las agrupaciones bacterianas que reciben el nombre de biofilms pueden considerarse individuos u organismos (Shapiro 1998; Ereshefsky y Pedroso 2013; O’Malley 2014). Si aceptamos esta conclusión bajo un enfoque monista, ¿significa que los biólogos que estudian individuos bacterianos solo deben estudiar biofilms? Desde luego hay mucho que podemos conocer sobre el comportamiento de estas agrupaciones, pero también es cierto que las bacterias únicas pueden mostrar variaciones estocásticas en la expresión de sus genes y su fenotipo, algo que solo podemos conocer cuando las aislamos de su biofilm (Mullineaux 2015). Si dichas bacterias solitarias nos dicen algo nuevo del mundo, si nos muestran sitios de la realidad ocultos por otras individuaciones, ¿por qué no considerarlas individuos *reales*? Desde luego podríamos decir que son meras *partes* de un biofilm. Pero en ese caso, ¿por qué no decir que el biofilm es *parte* de su ecosistema y que este último es el individuo real? Las relaciones parte-todo en biología pueden concebirse de muchas maneras

explicativamente relevantes. El conocimiento que podríamos obtener de bacterias no agrupadas puede enriquecer nuestra comprensión de los fenómenos biológicos. Sugeriré en las dos secciones siguientes que conviene ver este tipo de individuaciones como pequeños sitios de la realidad que se han ganado un estatus de individualidad ontológica.

1.3.1. Perspectivismo e individualidad biológica

Quisiera matizar mi compromiso ontológico con una cuota de perspectivismo. Lo que tengo en mente al afirmar que existe un mundo con muchos tipos de individuos biológicos no es que nuestras representaciones científicas sobre entidades individuales sean el fiel reflejo de aspectos de la realidad; algo así como un mapeo exhaustivo entre los individuos que teorizamos y los individuos ontológicos. Nuestras limitaciones perceptuales (y la historia de la ciencia, por lo demás) nos invitan a ser cautos con este tipo de especulaciones. Confiamos en que aquello que vemos, tocamos o percibimos en general es algo que está *ahí fuera* en el mundo. En la siguiente cita, Brian Ellis expresa con cierto pesar¹⁵ una idea que comparto plenamente:

Quizás la respuesta más satisfactoria que podamos dar a la pregunta: "¿por qué nos parece que el mundo se comporta como si existieran cosas de tal o cual clase?" es simplemente "porque así es el mundo desde nuestra perspectiva epistémica". Es decir, el argumento

¹⁵ "Confieso estar algo incómodo con esta conclusión, porque parece ser demasiado fuerte" (Ellis 1988, 433).

principal a favor del realismo científico puede tener que ser construido como un argumento, no por lo que existe absolutamente, sino por lo que existe desde nuestra perspectiva epistémica. (Ellis 1988, 432)

Esta idea es compatible con el perspectivismo científico abogado por Ronald Giere (Giere 2006a, 2006b), según el cual nuestro contacto con la realidad solo puede darse a través de nuestras perspectivas o modos de ver el mundo. La observación y teorización científica deben interpretarse, según Giere, como perspectivas particulares. Pienso que un pluralismo perspectivista ofrece una manera adecuada de interpretar la individualidad. ¿Por qué nos parece que el mundo se comporta como si existieran diversos tipos de individuos biológicos? Porque así es el mundo desde nuestra perspectiva. Para apoyar esta idea podemos pensar en la percepción temporal de los objetos. La capacidad humana para identificar objetos en reposo o movimiento depende de nuestra fisiología (Healy et al. 2013). Por ejemplo, cuando vemos una película percibimos un ambiente en movimiento, pese a que en realidad solo se trata de una serie de imágenes individuales proyectadas a gran velocidad. Lo que hace la cinematografía es precisamente jugar con nuestras limitaciones perceptuales, mostrándonos *múltiples objetos* como si fueran *uno solo*. El famoso caballo en movimiento de Edward Muggerridge no era en realidad un caballo, sino muchos. Lo más interesante es que la percepción temporal varía según los organismos. La forma en que esto puede medirse recibe el nombre de frecuencia crítica de fusión de parpadeo (CFF), parámetro que mide la velocidad más baja a la que percibimos una fuente de luz intermitente como luz constante (Eisen-Enosh et al. 2017). De esta forma, lo que los seres humanos ven como un objeto, otros organismos podrían percibirlo como una sucesión temporal

de varios objetos. Un animal con un alto CFF verá muchos detalles en su ambiente porque su sistema visual puede captar una mayor cantidad de objetos visuales por unidad de tiempo (es como si lo vieran todo en cámara lenta). Lo que quiero constatar con este ejemplo es lo siguiente. Un perro, una bacteria, una especie o todas aquellas entidades que consideramos individuos biológicos no son muy distintas al caballo en movimiento de Muggeridge. Metafóricamente, son solo una imagen (un *individuo*) dentro de la secuencia temporal de imágenes de la gran película que es su historia ontogenética y filogenética. Dicho en términos procesuales, son solo un nexo temporalmente estable en el flujo causal de los procesos evolutivos y de desarrollo. Vemos un animal como *un* individuo y no como un aglomerado de células en constante división simplemente porque nuestro sistema cognitivo nos obliga a experimentar el mundo de esta manera. Tenemos un sistema visual particular y vivimos dentro de una escala temporal y espacial determinada, así son las cosas.

No existe una base objetiva para evaluar por qué el organismo que percibe una sucesión temporal de dos objetos ve algo más real que aquel que percibe uno solo. Se trata de perspectivas diferentes del mundo. Creo que es un acto de humildad epistémica reconocer como individuos biológicos a todas aquellas aprehensiones indirectas, limitadas y probablemente imperfectas de la realidad que nuestra práctica científica, con sus múltiples perspectivas, decide considerar individuos¹⁶. Sugiero que existe *algo real*, sea lo que fuere, en cada una de aquellas individuaciones. Porciones de la realidad manchadas con nuestras inevitables perspectivas, pero

¹⁶ Mi sugerencia respecto a los individuos biológicos sigue el mismo espíritu de Philip Kitcher respecto al concepto de gen: “un gen es cualquier cosa que un biólogo competente escoja llamar gen” (Kitcher 1992, 131).

porciones de la realidad, al fin y al cabo. Si hablamos de células, organismos, especies u otras entidades biológicas como *cosas individuales* es porque podemos percibir y describir ciertos aspectos de la realidad como algo más que meras partes y colecciones. Dicho una vez más con Brian Ellis: ¿por qué la realidad biológica se acomoda a una pluralidad de individuaciones? Porque así es el mundo desde nuestras perspectivas científicas.

Esta puede parecer una imagen desalentadora para muchos metafísicos. ¿Cómo podemos hablar objetivamente de algo si solo dependemos de nuestras perspectivas? Para responder esta duda hay que entender que, el hecho de que podamos tener múltiples perspectivas de la realidad no significa que podamos tener *cualquier perspectiva*. El ejemplo favorito de Giere para argumentar su perspectivismo es la visión de color. Los seres humanos somos tricromáticos, es decir, podemos percibir tres colores primarios y sus diferentes combinaciones. Existen animales con otras configuraciones fisiológicas para la visión (e.g., dicromatismo, pentacromatismo), lo cual convierte a nuestra experiencia visual en una de muchas perspectivas de color. A pesar de esto, señala Giere, “la perspectiva tricromática es un rasgo específico de especie ampliamente compartido entre los humanos y, una vez aculturados en una comunidad lingüística, los individuos están muy restringidos en sus juicios públicos sobre el color” (Giere 2006a, 33-34). En base a ello, Giere propone entender la objetividad como un acuerdo intersubjetivo confiable. En el caso de la percepción de individuos biológicos creo que podemos aplicar el mismo razonamiento. Por ejemplo, ¿por qué los organismos no pueden ser *cualquier cosa* para nosotros? En parte porque las entidades designadas en esta categoría respetan cierto dominio de acciones. Esto quiere decir que las asociamos a comportamientos *perceptibles por todos los humanos* y que le otorgan un estatus de organismo y no de cualquier entidad en la naturaleza. Si una microbióloga nos dice que

está cultivando ciertos organismos para comprender la resistencia a un antibiótico, o un ecólogo nos habla de la importancia de proteger organismos en sus ecosistemas, aun desconociendo totalmente sus criterios científicos de individuación, sabemos que no refieren a cualquier entidad física. Por lo pronto, no refieren a meros átomos o moléculas, ni a genes o cromosomas. Sabemos que los organismos son, si cabe la expresión, *cosas biológicas* que pueden realizar acciones como alimentarse, crecer y morir. La noción de *organismo* está circunscrita por cierta *biología popular o folk* que nos permite, seamos o no científicos, compartir un mundo básico de juicios perceptuales. De hecho, la etnobiología ha demostrado que las diferentes culturas del mundo perciben y categorizan los organismos en taxonomías generales muy similares, lo cual muestra que coincidimos en ciertas divisiones básicas del mundo en organismos (Medin y Atran 1999, Atran y Medin 2008). *Una realidad biológica susceptible a múltiples individuaciones dentro de nuestros acuerdos intersubjetivos confiables*; esta es una base modesta, pero sólida, para especular sobre una metafísica de la individualidad biológica.

1.3.2. Realismo activo e individualidad biológica

El filósofo de la ciencia Hasok Chang (2012) propone que el realismo científico “debería ser tomado como un compromiso por maximizar nuestro aprendizaje de la realidad, explorando y preservando cualquier vía de investigación promisorio” (Chang 2012, 203). Un compromiso que él bautiza como *realismo activo*. En el desarrollo de este enfoque Chang acepta varias influencias, dentro de las cuales se encuentra el pragmatismo de Charles Peirce y William James, el realismo experimental

de Ian Hacking, y el operacionalismo del físico Percy Bridgman. Respecto a este último señala que “su insistencia en dar un método de medición bien definido a cada concepto físico muestra el compromiso de hacer de cada afirmación teórica un lugar de contacto con la realidad” (Chang 2012, 218). Más allá de que esta sea o no una interpretación adecuada del operacionalismo de Bridgman, creo que la idea de *crear lugares de contacto con la realidad* es poderosa y captura el tipo de metafísica que considero adecuada para interpretar la individualidad. Nuestra máxima metodológica, sugiero, podría interpretarse en los mismos términos que el realismo activo. Aquellas comunidades científicas que la adopten estarán más abiertas a explorar y preservar cualquier criterio y práctica de individuación que aumente nuestros sitios de contacto con la realidad biológica. Para desarrollar esta idea, consideremos algunas precisiones sobre el concepto de realidad y conocimiento.

Si solo podemos hablar de individuos biológicos desde nuestra perspectiva, ¿por qué decir que son *reales* y no un mero artefacto de nuestro sistema cognitivo? Incluso si se tratara, como propone Giere, de juicios intersubjetivos férreamente aculturados, ¿no podría ser que nuestros juicios comunes sobre el color o la percepción temporal de los individuos sea un engaño colectivo que no nos diga nada sobre la realidad externa? Quizás un peligro del perspectivismo es que puede asociarse con esta especie de aislacionismo perceptual. Nuestras perspectivas nos muestran cómo funcionamos internamente, pero quizás no podríamos decir nada sobre la presunta existencia de un mundo externo. Pienso que no necesitamos enfrentar este demonio cartesiano para decir algo sobre la realidad. ¿Por qué podemos hablar de individuos biológicos reales? Por el mismo motivo por el cual las teorías de la física nos permiten construir aviones que no se caen y cohetes que llegan a la luna. Sus ecuaciones, modelos y otras representaciones nos dicen algo sobre la realidad

porque permiten construir aparatos cuyo funcionamiento exitoso no depende de nuestra voluntad. Los supuestos referentes de estas teorías, aun si son desechados, son reales en el modesto sentido de que con ellos pudimos capturar (quizás imperfectamente) algo del mundo externo. Sugiero que los diferentes tipos de individuos biológicos (i.e., las diferentes entidades individualizadas por la biología) son reales en este mismo sentido. Se trata de una definición *operacional* de realidad entendida como “cualquier cosa que no esté sujeta a la propia voluntad” (Chang 2012, 220).

Cuando el pluralismo distingue, por ejemplo, individuos evolutivos y genéticos, no está confiando en extrañas entelequias, sino en la evidencia empírica que sustenta la existencia de (aspectos del mundo describibles como) procesos evolutivos y genéticos a partir de los cuales la naturaleza se presta a ser individualizada. Cada una de estas individuaciones nos permite conocer aspectos del mundo cuyas características no dependen de nosotros. Los procesos evolutivos por los cuales Godfrey-Smith define individuos darwinianos no dependen de la manera en que él o la biología desee que operen dichos procesos. Si fuera así, desde luego haríamos del mundo algo más sencillo de comprender (basta pensar el dolor de cabeza que representa la clasificación de los seres vivos en biología sistemática). Adicionalmente, debemos recordar que una de las grandes fortalezas de la biología son sus resultados experimentales, lo cual fortalece nuestro compromiso realista. ¿Por qué confiar en que bacterias y genes son individuos *reales*? Porque podemos experimentar con ellos sin que la naturaleza nos lo impida, separándolos de su ambiente natural y manipulando su contenido (e.g., insertando un gen de producción de insulina en una cepa de *E. coli*) (véase Chen 2015). Gran parte de las prácticas de individuación biológica funcionan de esta manera, interviniendo exitosamente el mundo de una manera que no depende de nuestra

voluntad. Esto es lo que quiso capturar Ian Hacking (1983) con su defensa del realismo experimental. ¿Por qué el trozo de madera con el cual el artesano construye una silla es real? En parte porque puede manipularlo. Sí, también puede observarlo directamente, a diferencia de un gen o una bacteria solitaria; pero recordemos el ejemplo de la percepción temporal de los objetos. Nuestra perspectiva visual no es el juez por excelencia para especular sobre la realidad externa. Y si lo que manipulamos, observamos o percibimos en general no es real en ningún sentido, entonces la única opción posible parece ser el escepticismo radical; una estrategia poco atractiva para cualquier metafísica de las ciencias.

En esta idea operacional de realidad, el conocimiento es para Chang una condición o habilidad nuestra en la cual “somos capaces de participar en actividades epistémicas exitosas, lo que solo puede suceder si no hay suficiente resistencia de la realidad a nuestros planes y expectativas” (Chang 2012, 220-221). Esta visión del conocimiento como habilidad para actuar de manera epistémicamente exitosa es complementaria con lo que Helen Longino (2002) llama *prácticas productoras de conocimiento*. Nuestras habilidades de observación y razonamiento, en sentido amplio, construyen contenido (i.e., ideas, hipótesis, teorías, modelos y representaciones en general). Para Longino, un contenido X es considerado conocimiento por una comunidad científica siempre que se ajuste (*conform*) suficientemente a sus objetos previstos, es decir, siempre que X permita a dicha comunidad interactuar exitosamente con el dominio al cual X pretende referir (Longino 2002, 136-37). Para Longino, podemos llamar conocimiento científico tanto a dicho contenido como a la práctica que lo produce. Cuando nuestras representaciones nos permiten una interacción exitosa con el mundo diríamos, en términos de Chang, que la realidad no se ha resistido (o no lo suficiente) a nuestros intentos por conocerla. Podemos representar

genes, células, organismos, especies u otras entidades biológicas como objetos *individuales* con ciertas características (en vez de meras partes o colecciones de algo más) porque la realidad no nos impide hacerlo. Conocemos algo del mundo externo a través de estas individuaciones porque con ellas somos capaces de llevar a cabo actividades epistémicas exitosas en los dominios a los cuales pretenden referir (e.g., podemos insertar genes al interior de una célula, estudiar el desarrollo de un organismo o la filogenia de una especie).

En resumen, sugiero que *cualquier criterio y práctica de individuación biológica epistémicamente exitosa –i.e., que evite la resistencia de la realidad a nuestros intentos por individualarla– nos entrega un sitio de contacto con ella y puede hablarnos con propiedad de un individuo real*. A mayor cantidad de individuaciones exitosas, mayor conocimiento de los individuos. Nuestra máxima metodológica acepta e incentiva esta pluralidad.

Creo que cualquier metafísica de la biología que trate la individualidad en términos monistas (i.e., que busque criterios únicos para dividir la naturaleza biológica) corre el riesgo de ser una imagen del mundo empíricamente empobrecida, ya que puede invisibilizar aquellas parcelas de la realidad estudiadas por las concepciones de individuo no legitimadas en su marco ontológico. Guay y Pradeu (2015) articulan de manera sucinta una visión de la metafísica con la cual me identifico. Lo que tengo en mente es:

Una metafísica [de la ciencia] que está bien informada por la ciencia actual, en una manera precisa y por tanto limitada: los metafísicos interesados en construir una metafísica científica deben poner mucho esfuerzo en conocer en detalle un campo científico, sin

presuponer la existencia de características estructurales de una forma supuestamente general de hacer ciencia que sería válida para todas las ciencias. (Guay y Pradeu 2015, 3)

Esto no implica una subordinación de la metafísica a la actividad científica. “La metafísica no puede leerse directamente de las ciencias” (Guay y Pradeu 2015, 3) y creo que alguien debe hacerlo. Los metafísicos de la biología, en nuestro caso, pueden ofrecer una imagen de la realidad que contribuya a aumentar nuestros sitios de contacto con ella y no obstaculizarlos; que motive la búsqueda de relaciones valiosas entre la plétora de individuos biológicos. El metafísico posee una ventaja sustancial para esta tarea: maneja herramientas conceptuales para generar lenguajes vinculantes y generales, algo que el biólogo practicante, inmerso en cierto aislacionismo propio del trabajo científico, difícilmente quiere y sabe cómo lograr. Creo que el metafísico de la ciencia, mejor que nadie, tiene los medios para responder a la pregunta ontológica.

Finalmente, nuestra máxima metodológica también puede interpretarse como una forma de acercar la metafísica a aquellos científicos reticentes a este tipo de especulaciones. Los biólogos evolutivos David Queller y Joan Strassmann afirmaron con cierto aire peyorativo que “la [palabra] individualidad nos enreda innecesariamente en cuestiones que solo aman los filósofos” (Queller y Strassmann 2009, 3143)¹⁷, razón por la cual prefirieron utilizar el término *organismalidad*. Creo que esta valoración nace de la separación entre la especulación metafísica y la práctica científica y no es completamente injustificada. Personalmente, debo aceptar que utilizo las palabras

¹⁷ Paradójicamente, al afirmar que “la vida se divide en organismos” los autores adoptan un supuesto filosófico, aun estando empíricamente motivado (Queller y Strassmann 2009, 3144).

individuo e *individualidad* con poco entusiasmo y solo para respetar los términos del debate. Parece difícil liberar estas expresiones de cierta herencia filosófica que no tiene cabida en la biología contemporánea. Por ejemplo, la acepción latina *individuum* nos dice que el individuo es lo indivisible, lo cual está muy lejos de la evidencia biológica (incluso la física nos enseña que los átomos pueden separarse en otros elementos). Entiendo que este puede ser un juicio poco caritativo si consideramos la sofisticación conceptual de la metafísica contemporánea, pero mi punto es el siguiente. Si vamos a especular sobre la realidad biológica en base a la palabra *individuo* en vez de, por ejemplo, *organismo* o *sistema* biológico¹⁸, reconozcamos sus limitaciones¹⁹ y demosle una interpretación empíricamente informada. Por otro lado, no encuentro motivos para tomar demasiado en serio los repertorios conceptuales con los cuales describimos el mundo, en el sentido de que las palabras pueden cambiar de significado e incluso desaparecer, pudiendo llevarse consigo muchas interrogantes metafísicas²⁰. Esto nos invita a ser cautos con cualquier especulación exuberante sobre la individualidad ontológica.

La visión metafísica que he presentado pretende ser amigable con la biología porque evita interpretar la respuesta a la pregunta ontológica como un mandato filosófico. Reconoce que la ontología puede influir en el trabajo científico cuando la evaluamos como máxima metodológica,

¹⁸ Este último término no sería una mala opción si tomamos en cuenta que existe un gran campo de investigación llamado *biología de sistemas*, dedicado al estudio interdisciplinario de los procesos biológicos. ¿Sería útil concebir una *biología de la individualidad*?

¹⁹ Stephanie Chauvier (2017) reconoce las limitaciones del concepto ontológico de individuo en biología. Propone que los organismos también pueden ser *agregados* de individuos y que la *agregatividad* podría estudiarse como una categoría ontológica adicional del mundo biológico.

²⁰ La historia del concepto de organismo ofrece un buen ejemplo de estos cambios de significado (Cheung 2010).

pero no determina el éxito o fracaso explicativo de las múltiples individuaciones utilizadas para responder a la pregunta empírica. Nuestra máxima no le dice a la actividad científica cómo debe dividir el mundo en individuos, solamente pretende ofrecer, mediante una especulación científicamente informada, una visión general de la realidad que no obstaculice y pueda promover el conocimiento de los fenómenos biológicos.

2. Pluralidad biológica: monismo versus pluralismo

2.1. Criterios de individuación

La filósofa Ellen Clarke ofrece una lista de trece criterios de individualidad sugeridos por distintos biólogos y filósofos de la biología (Clarke 2010, 313)²¹. A continuación, presento algunos de ellos junto a una breve definición.

- i. Reproducción: un individuo es toda entidad capaz de multiplicarse sexual y/o asexualmente.
- ii. Sexo: un individuo es el producto de la reproducción sexual, es decir, la entidad que surge por la unión de dos gametos que forman un cigoto.
- iii. Genotipo: un individuo es la entidad compuesta de una dotación única de genes, diferente a otros individuos.
- iv. Limitación-contigüidad espacial: un individuo es una entidad fisiológica espacialmente discreta o delimitada, es decir, un cuerpo reconocible en el espacio conformado de partes estrechamente unidas que cumplen diferentes labores.

²¹ Clarke (2010) habla de organismos e individuos biológicos como sinónimos.

- v. Histocompatibilidad: un individuo es una entidad biológica formada por aquellas partes toleradas por su sistema inmune, esto es, por el sistema compuesto del conjunto de células y/o moléculas encargadas de proteger al organismo de factores nocivos.
- vi. Cooperación-conflicto: un individuo posee un alto nivel de cooperación y escaso conflicto entre sus partes, ambas condiciones necesarias para su adaptación evolutiva.
- vii. Adaptación: un individuo es la unidad portadora de adaptación evolutiva, es decir, la unidad donde actúa la selección natural para formar una entidad capaz de sobrevivir y reproducirse en su medioambiente.

Algunos de estos criterios pueden utilizarse por separado y otras veces establecer diferentes combinaciones, ya que muchos de ellos son complementarios. De hecho, la mayoría de los criterios mencionados son aplicables a animales vertebrados. Por ejemplo, un perro es una entidad multicelular espacialmente discreta capaz de reproducirse sexualmente (criterios i, ii, iv) y sus células –entre ellas las de su sistema inmune– cooperan para favorecer la adaptación evolutiva del conjunto (criterios v, vi y vii). Para monistas como Clarke, esta pluralidad necesita ser resuelta mediante la búsqueda de un criterio fundamental que ofrezca la única concepción correcta de individuo. Una de las dificultades enfrentadas por el monismo es que los criterios de individuación utilizados por la biología no son criterios de *propósito universal*, vale decir, fuera del contexto específico en el cual son exitosos pueden resultar inoperantes.

Consideremos como ejemplo el análisis de genotipo (criterio iii). Durante la década de 1990, un grupo de botánicos analizó la especie de hongo *Armillaria bulbosa* en los bosques de

Michigan. Este hongo, como muchas otras especies, se expande por la tierra formando incontables cuerpos fructíferos (i.e., el típico hongo con forma de sombrero visible desde el suelo). Los investigadores afirmaron haber descubierto uno de los organismos más grandes del planeta, por el hecho de que los clones o cuerpos fructíferos *genéticamente idénticos* estaban distribuidos en una extensión de al menos 15 hectáreas (Smith et al. 1992). Así es, un sinnúmero de pequeños sombreros dispersos en 15 hectáreas de bosque sería, para estos autores, *un* organismo. ¿Qué ocurre cuando aplicamos el mismo criterio de individuación a gemelos monocigotos? Sucede que un pediatra que trata a dos gemelos no ve un único organismo, pese a que ambos sean genéticamente idénticos. El criterio genético aplicado a hongos y otras entidades biológicas es inoperante en este y otros ámbitos biomédicos. El pediatra tiene buenas razones para prescribir medicamentos pensando en dos niños independientes y no en un dúo homogéneo de bebés clonales. Basta pensar que ambos son entidades fisiológicamente discretas (criterio v) y pueden responder de manera diferente a un mismo tratamiento. El *quimerismo* biológico es otro ejemplo interesante donde la aplicación de un criterio genético resulta inadecuada. Las personas quiméricas poseen células “humanas” con más de un genotipo, lo que no significa que sean dos organismos en uno. La aplicación de criterios únicos para toda la biología puede generar individuaciones problemáticas como estas.

Aunque los argumentos monistas han sido suficientemente sofisticados para evitar casos como el anterior, es común que surjan inconvenientes de otro tipo. Por ejemplo, la propuesta de Clarke (2013) es que los individuos poseen mecanismos de demarcación y control (*policing*) entre sus partes. Los primeros permitirían aumentar o mantener las variaciones de rasgos heredables

que mejoran el fitness a nivel del individuo²² y los segundos aplacarían o disminuirían las variaciones heredables entre las partes, es decir, evitarían que las partes adquieran rasgos evolutivos beneficiosos que, metafóricamente, las incentiven a revelarse contra el individuo ya demarcado. Para Clarke, muchos criterios de individuación (como los listados arriba) solamente son estrategias específicas para lograr las funciones de demarcación y *policing*. Su propuesta permite combinar diferentes criterios en un único *gran criterio fundamental*. No obstante, la autora acepta el siguiente inconveniente: “la noción de *policing* solo puede formularse con respecto a organismos colectivos” porque “presupone la posibilidad de selección entre entidades de nivel inferior” (Clarke 2013, 433). En otras palabras, su criterio funciona para colecciones de células o entidades multicelulares capaces de competir en la obtención de una ventaja evolutiva, pero no es seguro que pueda aplicarse a células únicas. Si descartamos esta última posibilidad y aceptamos la propuesta de Clarke, un científico observando bacterias solitarias en un microscopio debería aceptar que aquellas entidades no son organismos. De seguro muchos microbiólogos no estarían de acuerdo con esta conclusión. Siguiendo nuestra máxima metodológica, tampoco necesitan estarlo. Como ha argumentado la filósofa Melinda Fagan (2015), las células únicas reúnen una gran cantidad de criterios para ser consideradas individuos, pudiendo incluso funcionar como organismos modelo en contextos experimentales (e.g., cultivos de células madre).

La gran cantidad de criterios de individuación disponibles en la práctica biológica simplemente refleja que conocemos (y probablemente seguiremos conociendo) diversas

²² En biología evolutiva, el término *fitness* o *aptitud* refiere al éxito reproductivo de un organismo (i.e., el número de descendencia que tiene o puede tener) y se utiliza como una medida acerca de qué tan bien está adaptado a su medioambiente.

propiedades y procesos causales que determinan la formación de individuos. Suponer que un subgrupo de tales propiedades y procesos merece el monopolio de la individualidad parece una restricción injustificada cuando intentamos comprender la complejidad del mundo biológico (véase Mitchell 2003, 2009).

Por supuesto, la propuesta de Clarke esta científicamente informada y tiene una virtud indiscutible en muchas área de la ciencia: *la generalidad*. Su concepción acomoda muchos criterios específicos cuyo alcance es limitado. No podemos decir que el criterio de reproducción sexual es mejor que el criterio de demarcación/control de Clarke si nuestra intención es responder qué es un individuo biológico *en general*, ya que la capacidad de reproducción sexual está restringida a pocos organismos, en comparación a los procesos evolutivos que definen el fitness. El problema, una vez más, es que las concepciones fundamentales sacrifican muchos detalles empíricos científicamente relevantes (véase sección 1.2). Responder cómo y por qué se forman diferentes tipos de individuos requiere de todos aquellos criterios que ofrezcan información específica sobre diversos procesos de individuación. Aun cuando algunos sean de alcance limitado, lo importante es que puedan responder de manera exitosa la pregunta empírica en los contextos que lo requieran. Esta es la forma en que la biología obtiene valiosos sitios de contacto con la realidad. Por otro lado, es importante reconocer que la generalidad no es la única virtud epistémica en las ciencias, siendo cuestionable que debamos otorgarle privilegio sobre otras. En biología, muchas áreas de investigación –e.g., biología molecular, biología celular, biología del desarrollo– no están guiadas por teorías generales (Waters 2007, Love 2018). No existe en ellas un constructo teórico específico que responda grandes preguntas como *qué es el desarrollo biológico* o *qué es la celularidad*. Esto no ha impedido que se conviertan en campos altamente fructíferos a la hora de

entregarnos información empírica, en gran parte debido a su capacidad de *manipular* de manera refinada y rigurosa muchos fenómenos naturales. La capacidad manipulativa también es una virtud epistémica de las ciencias; en particular, una virtud que nos permite explicar muchas cosas (vías metabólicas en una célula, procesos de desarrollo embrionario, etc.).

En el caso de los enfoques pluralistas, ¿cómo se enfrenta la diversidad de criterios de individuación existentes en biología? En general, la estrategia suele ser definir diferentes *tipos de individuos*. Consideremos dos ejemplos. Jack Wilson (1999) reconoce individuos genéticos, funcionales y de desarrollo²³. En términos generales, los primeros serían aquellos cuyas partes descienden de un ancestro común y comparten un mismo genotipo (criterio iii); los segundos constituirían unidades orgánicas compuestas de partes heterogéneas causalmente integradas (una versión del criterio v); y los últimos serían aquellas entidades que se originan de una célula o grupo de células y se convierten en cuerpos multicelulares (Wilson 1999, 86-99). De este modo, reconocer como un solo gran organismo a una expansión de 15 hectáreas de pequeños hongos genéticamente idénticos sería reconocer un individuo genético. No correspondería llamarlo un individuo funcional ni de desarrollo ya que no es una unidad causalmente integrada (e.g., muchos de los cuerpos fructíferos pueden vivir independientemente de sus clones) ni tampoco *un* cuerpo multicelular. Thomas Pradeu (2010, 2016), por su parte, propone distinguir entre individuos evolutivos e individuos fisiológicos. Estos últimos podrían individuarse por un criterio

²³ Los demás conceptos de individuo que ofrece Wilson son: un particular (i.e., algo que no es una clase ni un universal); una entidad histórica (i.e., que está compuesta de partes espaciotemporalmente continuas); una unidad de evolución (i.e., que funciona como una unidad importante en algún proceso evolutivo) (Wilson 1999, 60).

inmunológico (criterio v). La actividad del sistema inmune en los seres vivos define qué será aceptado y rechazado por el cuerpo, vale decir, establece condiciones de inclusión y exclusión entre un individuo y su entorno.

Creo que la clasificación en tipos de individuos puede tener un impacto positivo en la actividad científica. Los intentos pluralistas por exponer y ordenar diferentes criterios de individuación entregan un marco conceptual a partir del cual evaluar la adecuación de distintos criterios en contextos específicos; algo que también podría evitar discusiones improductivas sobre formas correctas o no de dividir la naturaleza. Por ejemplo, la idea de que una expansión de 15 hectáreas de *Armillaria bulbosa* puede ser un organismo fue cuestionada por el biólogo Clive Brasier (1992):

La sugerencia de Smith et al. de que el clon 1 [i.e., la expansión de 15 hectáreas] merece reconocimiento como uno de los organismos más grandes, rivalizando con la ballena azul o la secuoya gigante, invita a un escrutinio más cercano. La ballena azul y la secuoya *exhiben un crecimiento determinado dentro de un límite definido*, mientras que los micelios fúngicos no...aunque su reputación como un solo genotipo aún pueda ser segura, su estatus como organismo depende de la interpretación que uno haga de las reglas. (Brasier 1992, 383. Énfasis añadido)

Lo que hace Brasier es considerar otros criterios de individuación como los más adecuados para distinguir organismos (crecimiento y límite definido; criterio iv). La pregunta importante aquí

no es cuál es la única división real (de acuerdo con nuestro pluralismo ontológico, podría haber muchas), sino, como acepta Brasier, cómo uno interpreta la pertinencia de distintos criterios en aquel contexto. Quizás hubiera sido iluminador para Brasier considerar la idea de individuo genético ofrecida por Wilson u otras concepciones encontradas en filosofía de la biología. Relacionado a este punto, el filósofo Dan Molter realiza un ejercicio interesante al discutir cómo diferentes concepciones de individualidad evolutiva pueden utilizarse para individuar hongos y micorrizas de manera precisa y científicamente informada (Molter 2017, 2019). Molter no intenta arbitrar entre criterios correctos o incorrectos, sino evaluar la pertinencia de varios enfoques en contextos biológicos específicos. Nuestro pluralismo está en completa sintonía con este tipo de estrategias.

Finalmente, un consenso entre los teóricos de la individualidad biológica (sean monistas o pluralistas) es que la individualidad es un fenómeno *gradual* o *no categórico* (e.g., Bouchard y Hunemann 2013, Queller y Strassmann 2009). Esto quiere decir que no existe una división estricta entre individuos y no individuos, sino un continuum entre entidades con mayor o menor grado de individualidad. Podemos compararlo con la palabra *ácido* o *base* en química orgánica y la palabra *átomo* en física. Existen grados de acidez y alcalinidad, pero no existen grados de *atomicidad*. Este consenso se ha consolidado, entre otras razones, gracias a los trabajos sobre desarrollo evolutivo de la multicelularidad (i.e., cómo la evolución permite que un conjunto de células se convierta en un individuo) (e.g., Bonner 2000, Niklas y Newman 2016) y sobre transiciones evolutivas mayores (e.g., Buss 1987, Maynard Smith y Szathmáry 1997). Aun aceptando el gradualismo, no obstante, el debate entre monistas y pluralistas no está zanjado. ¿Bajo qué criterios establecemos dicha gradualidad?, ¿solo criterios evolutivos?; ¿aquel *continuum* de individualidad es exhaustivo o

existen límites donde una entidad biológica ya no es un individuo? Consideremos brevemente cómo el monismo responde estas preguntas y qué ventajas presentaría el gradualismo pluralista para contribuir a nuestro conocimiento de la individualidad biológica.

Un ejemplo de gradualismo monista es el enfoque de Queller y Strassmann (2009), para quienes un organismo²⁴ es la unidad evolutiva con el mayor nivel de cooperación y ausencia de conflicto entre sus partes (criterio vi), o, en sus palabras, “la unidad más grande de diseño casi unánime” (Queller y Strassmann 2009, 3144)²⁵. La selección natural ha hecho que las partes trabajen en conjunto para favorecer el desarrollo y reproducción del individuo que conforman. Un ser humano, por ejemplo, sería un organismo porque sus células están inevitablemente supeditadas a mantener un cuerpo físico (de cierto modo, *sacrifican* su propia adaptación en favor de la nuestra). Todas las células expresarían el mayor nivel de cooperación y ausencia de conflicto entre ellas (i.e., unanimidad). Ahora, el criterio de Queller y Strassmann tiene límites de exclusión. La organismalidad no puede ser, en sus términos, “salvajemente permisiva” (Strassmann y Queller 2010, 610). Aunque la adaptación evolutiva pueda ocurrir a muchos niveles (genético, celular, multicelular, etc.), entidades como un ecosistema o la propia biosfera no son para ellos organismos, ya que sus partes poseen un nivel considerable de conflicto.

Para nuestra máxima metodológica, este tipo de restricciones es innecesaria. Si pretendemos aumentar nuestro conocimiento del mundo biológico conviene aceptar la

²⁴ Los autores utilizan el término *organismalidad* en vez de *individualidad*.

²⁵ La expresión *casi* refiere a la posibilidad siempre presente de algún grado de conflicto entre las partes. Por ejemplo, algunas células de nuestro cuerpo pueden transformarse en células cancerosas que afectan o entran en conflicto con nuestra adaptación evolutiva.

posibilidad de que los grados de individualidad puedan evaluarse bajo más de un criterio y estar fuera de los márgenes de un límite de exclusión. Godfrey-Smith (2013), por ejemplo, considera grados de individualidad darwiniana (utilizando criterios evolutivos) y grados de organismalidad (utilizando un criterio de autonomía metabólica). Genes, cromosomas, priones, virus, microbios, agrupaciones microbianas, jaurías de lobos, hongos clonales, colonias de insectos, ecosistemas..., la biosfera misma; todos podrían decirnos algo relevante acerca del mundo biológico y ostentar algún grado de individualidad. Pensemos en una idea en principio extravagante como la hipótesis Gaia (i.e., la consideración del planeta Tierra como un gran ser vivo [Lovelock y Margulis 1974, Lovelock 1979]). Esta hipótesis no debería juzgarse por su inadecuación para satisfacer criterios fundamentales, sino por su valor para explicar aspectos del mundo biológico y ofrecernos información empírica relevante. Expertos en metagenómica sugieren que el estudio de comunidades de organismos y la interacción entre sus genes podría llevarnos a entender la biosfera como un gran *superorganismo* con su propio genoma; algo así como “el genoma de Gaia” (National Research Council Committee on Metagenomics: Challenges and Functional Applications 2007, 139). Aunque pueda causar escepticismo, esta no es una idea incorrecta de antemano. Nuestra máxima pluralista permite que sea el escrutinio de la evidencia lo que evalúe la adecuación de dichas sugerencias. Si puede funcionar como una concepción que nos permita interactuar de manera epistémicamente exitosa con la parcela de realidad a la cual pretende referir, no veo inconvenientes para que la individualidad de Gaia sea bienvenida, aunque sea en un grado inferior al de individuos paradigmáticos (e.g., animales vertebrados). No debemos temer que los criterios de individuación se escapen a nuestro sentido común, lo importante es que amplíen nuestro conocimiento del mundo.

2.2. Prácticas de individuación: muchos objetivos, muchos individuos

En biología, las prácticas de individuación se llevan a cabo para alcanzar propósitos u objetivos específicos (e.g., describir una nueva especie de insecto, explicar el mecanismo de propagación de un virus, manipular bacterias para que produzcan insulina) (Lidgard y Nyhart 2017, Love y Brigandt 2017, Waters 2018). Si un entomólogo, por ejemplo, desea explicar la división de labores entre las castas de una colmena de abejas, la individuación de la colmena bajo criterios evolutivos puede ser relevante para satisfacer dicho objetivo, incluso puede considerar adecuado llamarla un *superorganismo* (e.g., Moritz y Southwick 1992). En cambio, para un biólogo interesado en explicar cómo los microorganismos intestinales de una abeja influyen en su sistema inmune (e.g., Kwong et al. 2017), la individuación de cada insecto en base a criterios inmunológicos y fisiológicos cumple mejor esta tarea. Una abeja y una colmena son individuos legítimos para la práctica científica, siempre y cuando satisfagan objetivos epistémicos particulares. Según nuestra distinción entre pregunta empírica y ontológica, diríamos que los biólogos practicantes están más interesados en responder la primera.

Algunos monistas podrían replicar que aceptar la pluralidad de individuaciones sin más implica legitimar un *libertinaje* de individuaciones. El monista defiende que los individuos biológicos no pueden ser cualquier cosa y que por ello es una tarea provechosa encontrar criterios fundamentales que eviten el relativismo. La duda es legítima, pero apresurada. En nuestra discusión sobre perspectivismo (sección 1.3.1) argumentamos que los humanos no podemos individuar cualquier cosa. Las restricciones fisiológicas de nuestra especie nos obligan a percibir el mundo de cierta manera y nos permiten compartir juicios perceptuales sobre distintos aspectos

de la realidad (e.g., la percepción temporal de los objetos). A eso podemos añadir que las individuaciones científicas están *demarcadas* o *constreñidas* por actividades epistémicas²⁶ y conocimientos legitimados por las comunidades científicas de una época. La biología no individualiza ni puede individualizar cualquier cosa. Todo científico practicante y competente, incluso el más heterodoxo, hereda un trasfondo epistémico que considera respetable (teorías, hipótesis, técnicas, resultados experimentales, metodologías, etc.). Solo a partir de este punto resulta permisible dividir la naturaleza en individuos y eventualmente expandir concepciones tradicionales. En breve, ninguna práctica de individuación científica se desarrolla *ex nihilo* ni acepta cualquier individuación como legítima. Nuestro enfoque pluralista, a diferencia del relativismo, acepta que esta actitud científica es adecuada. Aquellas individuaciones que no logran cumplir ningún objetivo epistémico relevante para la biología son y deberían ser desechadas. Esto, sin embargo, no justifica la actitud selectiva del monismo. Decir que ciertas individuaciones son inadecuadas no implica que *todas* las prácticas y criterios de individuación deban ajustarse o eliminarse en favor de una concepción fundamental. Aquellas concepciones que causan escepticismo en partes de la comunidad científica (e.g., la noción de holobionte²⁷ o la hipótesis Gaia) desembocan en soluciones *locales* que no adquieren el monopolio para explicar la formación de individuos. En otras palabras, los biólogos practicantes no colocan en tela de juicio todas sus prácticas y criterios de individuación cuando existen concepciones problemáticas en contextos

²⁶ Algunas actividades epistémicas son, como señala Chang, “describir, predecir, explicar, formular hipótesis, testear, observar, detectar, medir, clasificar, representar, modelar, simular, sintetizar, analizar, abstraer, idealizar” (Chang 2012, 16).

²⁷ Holobionte: en general, refiere al conjunto conformado por un organismo multicelular y todos los microbios que lo colonizan.

específicos. Consideremos el siguiente ejemplo. ¿Un holobionte puede considerarse una unidad de selección natural, esto es, un individuo que evoluciona? Y si es así, ¿podemos modelar matemáticamente su evolución? Mientras algunos biólogos responderían afirmativamente (Roughgarden et al. 2018), otros niegan incluso que la asociación de un organismo con sus microbios sea un holobionte (Douglas y Werren 2016). En este caso, podríamos hablar del problema local de la individualidad evolutiva del holobionte, lo cual no implica que el anatomista que individualiza un cuerpo humano en base a criterios morfológicos o el botánico que identifica 15 hectáreas de *Armillaria bulbosa* como un gran organismo estén ambos equivocados sobre sus prácticas de individuación. Se trata de respuestas locales para objetivos locales, cada una de las cuales se enfrenta a una porción científicamente relevante de la realidad biológica.

La persistencia de la esperanza monista parece surgir, al menos inicialmente, de nuestra experiencia cotidiana. Es plausible pensar que animales observables como aves, peces, reptiles y mamíferos comparten características comunes que les otorgan un estatus de individuos. Además, ninguno de ellos representa un desafío para nuestras prácticas de individuación cotidianas. Podemos señalar sin problemas *ese* perro, *esa* gaviota o *aquel* pez en un río. Son lo que podemos llamar *individuos paradigmáticos*. En cierto nivel, estos individuos también nos permiten arbitrar fácilmente entre partes y colecciones. Un brazo, un corazón o un cerebro son inequívocamente partes de un animal, al igual que una multitud de personas es una colección de seres humanos individuales. Pese a esto, la esperanza monista se ve amenazada cuando consideramos las diversas entidades biológicas descritas por la ciencia y sus sofisticadas prácticas de individuación. Muchas agrupaciones biológicas son *casos limite* (Clarke y Okasha 2013) que no pueden individuarse de manera satisfactoria con criterios cotidianos. En una plantación de frutillas, un arrecife coralino, o

un bosque de álamos conectado por millones de raíces, ¿dónde comienza y dónde termina el individuo? Los casos límite no están sujetos a individuaciones unánimes en la práctica científica, haciendo que la idea de individuo biológico deje de parecer unitaria y de cabida a una amalgama heterogénea de concepciones, cada una de las cuales puede ser adecuada para distintos objetivos epistémicos. Estos casos son los que han motivado mayormente la discusión contemporánea en filosofía de la biología y los que representan el mayor dolor de cabeza para la búsqueda de concepciones monistas. Algunos de los más discutidos son los siguientes²⁸:

- i. Agrupaciones clonales: compuestas por la repetición de unidades genéticamente idénticas –en ocasiones, también pueden ser morfológica y funcionalmente idénticas– que reciben el nombre de *clones* o *módulos*. Cada clon deriva de un único ancestro común que se divide asexualmente formando una expansión iterativa o un conjunto delimitado de clones. Por ejemplo, un bosque de álamos temblones (*Populus tremuloides*) puede ser una expansión clonal de árboles y un arrecife de coral es una expansión clonal de pequeños pólipos. ¿Cuándo el individuo es el clon y cuándo lo es la agrupación clonal?
- ii. Agrupaciones simbióticas: la simbiosis es un término genérico que refiere a una relación íntima y generalmente a largo plazo entre dos o más especies biológicas, las cuales reciben el nombre de simbiontes. El tipo de simbiosis que suele considerarse

²⁸ Estas cuatro categorías no son necesariamente excluyentes (i.e., una entidad biológica puede estar en más de una). Por ejemplo, muchas agrupaciones microbianas también son simbióticas (i.e., se forman por dos o más especies de microorganismos).

como señal de individualidad es aquella en la cual dos o más especies comparten una relación de mutuo beneficioso (mutualismo). Por ejemplo, las termitas poseen ciertos microorganismos en su intestino que les permiten digerir la celulosa de la madera, mientras estos últimos obtienen de la termita hogar y alimento. ¿Cuándo el individuo es el binomio entre la termita y sus microorganismos y cuándo lo es cada simbionte por separado?

- iii. Agrupaciones microbianas: aquellos microorganismos –arqueas, bacterias y ciertos hongos y protistas– que se agrupan formando matrices extracelulares o largos filamentos. Por ejemplo, las bacterias suelen vivir agrupadas en comunidades llamadas biofilms o biopelículas, donde intercambian nutrientes, material genético y otros componentes. ¿Cuándo el individuo es la agrupación y cuándo lo es cada microbio solitario?

- iv. Agrupaciones eusociales: este nombre designa a aquellas especies de animales que viven en colonias sociales altamente cooperativas. En concreto, la eusocialidad implica las siguientes tres condiciones: múltiples generaciones de adultos viviendo en grupo; miembros de la colonia que crían colectivamente a los integrantes más jóvenes; y castas de individuos estériles e individuos fértiles (Wilson 1971). Los casos más discutidos de eusocialidad en biología y filosofía de la biología son ciertas colonias de insectos (e.g., hormigas, abejas, termitas) a veces conocidas como *superorganismos*. ¿Cuándo el individuo es la colonia y cuándo lo es cada insecto?

En cada uno de estos casos, la práctica científica decide a qué nivel otorgar individualidad, aplicando aquellos criterios de individuación que satisfagan exitosamente sus diferentes objetivos epistémicos. Entre un clon o una agrupación clonal, entre una asociación simbiótica o los simbiontes por separado, entre un microbio o la agrupación microbiana o entre un insecto o su colonia eusocial. El individuo puede ser uno u otro. Monistas como Clarke (2010), quien ve una urgente necesidad de arbitrar entre los múltiples criterios de individuación, omite el hecho de que en la práctica científica no parece haber rastros de tal necesidad. “Mantener caracterizaciones múltiples de individualidad en el repertorio de herramientas del razonamiento científico contribuye al logro de diversos objetivos epistémicos” (Love y Brigandt 2017, 340) y aumenta nuestros sitios de contacto con la realidad biológica.

3. La motivación profunda del monismo biológico

Nuestro pluralismo epistémico, introducido en la sección 1.2, niega que debamos considerar los diversos criterios y prácticas de individuación como un estado transitorio de la biología. Argumentamos brevemente que esta pluralidad nos permite explicar de manera refinada la formación de diferentes individuos, algo que el lenguaje abstracto de las concepciones monistas no podría hacer. La esperanza en el poder explicativo de la estrategia monista, no obstante, aún queda abierta por algo que hemos concedido en nuestra propia máxima metodológica, a saber, la existencia de un *único mundo*. Creo que esto facilita que el monismo biológico conserve supuestos metafísicos como el siguiente: *si existe un único mundo, este debe estar formado por entidades físicas fundamentales de cuyas interacciones causales surgen todos los fenómenos*²⁹. Bajo este supuesto es plausible creer que cualquier pluralidad de fenómenos podría, en principio, ser *explicada* si logramos descubrir aquellos procesos fundamentales que los originan. Aunque podemos estudiar un río mediante la mecánica de fluidos existiría, en principio, una explicación fundamental a nivel de las interacciones entre sus moléculas de H₂O. Igualmente, la individualidad

²⁹ Este supuesto se condice con lo que Ian Hacking (1996) llama el *sentimiento metafísico* que motiva a los defensores de la unidad de las ciencias, a saber, la creencia de que “hay un mundo susceptible a la investigación científica, una realidad sensible a la descripción científica, una totalidad de verdades igualmente abierta a todos los investigadores científicos quienes pueden compartir sus técnicas y experiencias. En breve, hay un mundo, una realidad y una verdad científica” (Hacking 1996, 44). El supuesto monista que propongo se condice especialmente con lo que Hacking describe como una de las *tesis de unidad* en las que se puede traducir este sentimiento metafísico, a saber, la *tesis de la interconexión (interconnectedness)*. Esta plantea que “todas las clases de fenómenos deben estar relacionados entre sí” (Hacking 1996, 46).

biológica podría explicarse por interacciones y propiedades más fundamentales que darían origen a la plétora de individuos existentes. Consideremos a continuación una formulación detallada de este monismo reduccionista.

Réplica monista: aun si aceptamos que todas esas pequeñas parcelas de la realidad estudiadas por la biología son individuos, los procesos causales por los cuales hablamos de individuos evolutivos, genéticos, inmunológicos u otros, deben estar conectados de alguna manera que desconocemos y que da origen a la pluralidad de fenómenos biológicos. El mundo no parece ser un *collage* de estructuras y procesos inconexos. Eventualmente llegaremos a una concepción fundamental de individualidad basada en una *representación única y completa* que *explique* la formación de los diferentes tipos de individuos, vale decir, una concepción que no solo responda eficazmente a la pregunta ontológica, sino también a la pregunta empírica que preocupa a diferentes ramas de la biología. ¿Por qué no esperar algo así? Ciertamente conocer el mundo biológico es una empresa de envergadura en la cual aún estamos a medio camino, pero, aunque la idea de una representación completa parezca lejana, no deberíamos considerarla imposible. Después de todo, existen casos donde la biología ha podido explicar la relación entre distintos procesos causales mediante un solo marco representacional (e.g., una teoría única). Antes de la década de 1930 no sabíamos bien cómo los procesos genéticos y evolutivos se relacionaban, hasta que el neodarwinismo pudo establecer una conexión eficaz entre la teoría de la selección natural y la genética mendeliana. Un caso aún más reciente es la biología evolutiva del desarrollo (abreviada como evo-devo), la cual ha permitido relacionar procesos descritos por la biología del desarrollo y por la biología evolutiva, además de combinar “herramientas, técnicas y descubrimientos de biología molecular, anatomía, fisiología, morfología funcional, biología celular,

embriología, genética del desarrollo, paleontología...entre otros campos” (Robert 2008, 291). La biología es una ciencia altamente cooperativa que bien podría establecer una teoría fundamental de la individualidad con alto poder explicativo. Esto ocurrirá cuando el estado de nuestro conocimiento científico nos permita comprender las relaciones apropiadas entre los distintos procesos causales a los cuales refiere la plétora heterogénea de individuaciones utilizadas por la biología actual.

3.1. Evolución de la individualidad

Uno de los mayores motivos por los cuales no deberíamos esperar que la individualidad biológica sea al *fin explicada* es que no existe un estado finito de maneras en las cuales las entidades biológicas puedan combinarse, y, por tanto, un estado finito de tipos de individuos por descubrir y explicar. El mundo biológico evoluciona y las nuevas estructuras causales a las que puede dar lugar la interacción entre células y organismos son *impredecibles a largo plazo* (Gould 1989, Losos 2017). Por ejemplo, en los dos mil millones de años de historia de la vida eucariota, la transición desde la unicelularidad a la multicelularidad ha ocurrido de manera independiente más de 25 veces (Bonner 2000, Umen 2014, Niklas y Newman 2016). Entre dichas transiciones “es imposible estimar cuantas veces la multicelularidad fue reinventada” (Booner 2016, xiv), es decir, cuantos intentos hizo la evolución por agrupar células individuales de múltiples maneras. El cómo y el por qué se forman los individuos será un *conocimiento siempre en continuo progreso* para el cual podrían ser necesarias nuevas representaciones. Requerimos de todas aquellas prácticas y

criterios de individuación que puedan contribuir en nuestra comprensión de la cambiante realidad biológica.

Más aún, el repertorio actual de individuos que habitan el mundo bien pudo haber sido otro; más o menos diverso y con características totalmente novedosas. El paleontólogo Stephen Gould –a quien suele asociarse la tesis de la contingencia evolutiva o impredecibilidad de la evolución– lo expresa del siguiente modo en su experimento mental llamado *reproducir la cinta de la vida*:

Presione el botón de rebobinado y, asegurándose de borrar completamente todo lo que realmente sucedió, regrese a cualquier momento y lugar del pasado... Luego, deje que la cinta se ejecute nuevamente y vea si la repetición se parece en algo a la original. (Gould 1989, 48)

Gould utiliza esta metáfora para argumentar que, si pudiéramos regresar en el tiempo, nada impide que la evolución hubiera producido un repertorio distinto de formas biológicas. A corto plazo es posible predecir cómo evolucionarán ciertos fenómenos, pero a largo plazo “la evolución a menudo sigue su propio camino” (Losos 2017, 333). Si pudiéramos reproducir la cinta de la vida, quizás Ellen Clarke tendría que enfrentarse a un repertorio de criterios distintos al actual y su propuesta monista sería otra. Maynard Smith y Szathmáry también lo expresan sucintamente: “No hay razón para considerar las transiciones únicas como el resultado inevitable de alguna ley general: uno puede imaginar que la vida podría haberse atascado en la etapa procariota o protista

de la evolución” (Maynard Smith y Szathmáry 1997, 3). Hoy ocupamos nuestro tiempo discutiendo la individualidad de colonias de insectos, agrupaciones microbianas y otros casos límite, lo cual solo es resultado de la historia evolutiva que nos tocó vivir, que pudo ser distinta y que cambiará en el futuro.

Este argumento parece suficiente para desestimar las pretensiones de una representación única y completa que explique la individualidad. La contingencia evolutiva nos impide responder exhaustivamente a la pregunta empírica. Nuestro monista, sin embargo, aún podría replicar lo siguiente: las entidades biológicas no suelen evolucionar cada año o década; no es que el repertorio de individuos en nuestra cinta de la vida se nos escape de las manos. ¿Qué importa si en dos millones de años más las formas de vida son distintas? Aunque no podamos explicar la individualidad en dicha escala temporal, podemos hacerlo dentro de la cinta de la vida que nos tocó vivir; esto no parece una tarea imposible.

3.2. La parcialidad de las representaciones

Como adelantamos en la sección 1.2, esta réplica monista es un argumento a favor del reduccionismo. Todas las explicaciones particulares de cómo se forman los individuos podrían reducirse a una única explicación fundamental, basada en interacciones y propiedades de constituyentes más elementales. Los argumentos en contra del reduccionismo científico han sido consistentemente desarrollados en filosofía de la ciencia (e.g., Dupré 1993; Cartwright 1983, 1999; Mitchell 2003, 2009). Una de las razones para desestimar la estrategia reduccionista es la

parcialidad de las representaciones científicas, las cuales requieren escoger un nivel de abstracción para satisfacer diferentes objetivos epistémicos. Desde el momento en que lo hacen, estas representaciones dejan de ser *completas* respecto a la parcela de realidad a la cual pretenden referir, omitiendo aspectos que podrían ser explicativamente relevantes en otros contextos. No “incluyen todas las características en todos los gloriosos detalles del [fenómeno] original, o serían simplemente otra instancia completa del elemento que representan” (Mitchell 2009, 31). Una calcografía o reproducción exhaustiva más que una representación científica. Cuando escogemos estudiar ciertos aspectos de la realidad, omitimos inevitablemente un trasfondo de factores causales que han contribuido en mayor o menor medida a producir el fenómeno que nos interesa. Esto no es algo malo, sino simplemente lo que necesitamos para producir explicaciones científicas. Si creo que ciertas especies de hormigas forman colonias que pueden describirse como superorganismos, estudiaré cómo ocurre la división de labores entre sus castas. Para ello, no necesito conocer cada reacción bioquímica ocurriendo segundo a segundo en cada célula de cada hormiga individual. Por supuesto que todas esas pequeñas reacciones pueden contribuir al comportamiento global de la colonia mediante alguna cadena más o menos remota de causación. El punto es que puedo omitirlas para el nivel de abstracción que requiere mi análisis. No todos los factores causales que producen un fenómeno son explicativamente relevantes en una representación.

En ocasiones, también debemos *idealizar* ciertos aspectos de un fenómeno para poder explicarlo, es decir, imaginar que es más simple de lo que realmente es para poder ajustarlo a nuestra representación (e.g., modelos evolutivos que suponen poblaciones infinitas [Godfrey-Smith 2009]). Parcelamos el mundo en representaciones locales que abstraen e idealizan aspectos

de él porque es útil y en muchos casos no podemos hacerlo de otro modo cuando pretendemos ganar poder explicativo y detalles empíricos. Esta parcialidad “deja abierta la posibilidad de que dos representaciones simplifiquen los fenómenos de formas incompatibles” (Mitchell 2009, 31), ya que pueden no escoger el mismo conjunto de factores para construir una representación de una misma porción de la realidad. Pienso que esto deja pocas esperanzas al monismo reduccionista. Adicionalmente, cada representación incluye supuestos (metodológicos, empíricos e incluso metafísicos) difícilmente traducibles o derivables entre sí (véase Longino 1999, 2002). Un venado es un mamífero con ciertos comportamientos para un etólogo; quizás un holobionte repleto de bacterias para un microbiólogo; y un vehículo transportador de genes para un biólogo evolutivo (Dawkins 1976). Estas aproximaciones locales escogen factores distintos para representar un individuo en sus respectivos contextos de investigación.

Como bien señala nuestro monista, la biología es una ciencia altamente cooperativa. La cooperación, sin embargo, no exige reducción. Para explicar procesos de individuación podemos *integrar* distintos modelos y teorías sin necesidad de reducirlas a un solo idioma representacional. La biología evolutiva del desarrollo, señalada como ejemplo por la réplica monista, no es una reducción entre una rama de la biología a otra, sino una alianza estratégica destinada a solucionar problemas específicos. Brigandt (2010) ofrece un buen ejemplo de cómo ocurre la integración explicativa entre varios campos de la biología para comprender un tema particular, a saber, el origen evolutivo de las novedades³⁰. En este caso, los campos mantienen su autonomía disciplinar,

³⁰ “Una novedad evolutiva...es una estructura morfológica o característica funcional cualitativamente nueva en un grupo de organismos que no existía en una especie ancestral. Ejemplos de novedades son la mandíbula de los vertebrados (la transición de vertebrados

pero se integran provisoriamente para esta tarea. Saber, por ejemplo, cómo surgieron las alas o la mandíbula en los vertebrados requiere explicaciones de áreas como la biogeografía, paleontología o la morfología funcional. El reduccionismo no funciona en estos casos porque una estructura morfológica puede permanecer estable en la evolución independiente de los cambios en sus constituyentes genéticos y moleculares. En otras palabras, lo que ocurre a nivel microestructural puede no ser suficiente (o incluso necesario) para explicar por qué una estructura se mantiene en un nivel superior. La cooperación entre representaciones de distintos niveles de abstracción resulta útil en contextos como este (i.e., representaciones a nivel genético, celular, morfológico, ecológico u otros).

Es indiscutible que la reducción es una estrategia eficaz en las ciencias, pero no la única. Debemos reconocer en qué casos funciona y en cuáles no; cuáles son sus ventajas y sus limitaciones. En lo que concierne al problema de la individualidad biológica, particularmente la pregunta empírica, sugiero que no es posible un enfoque reductivo y a la vez explicativamente completo. La biología requiere hurgar en los detalles para conocer cómo y por qué se forman distintos tipos de individuos, enfocándose en muchos sectores de la realidad biológica y estableciendo representaciones locales adecuadas a cada nivel de abstracción.

Finalmente, si fuera posible una representación única que explique la individualidad aún podríamos decir tres cosas. Primero, ¿cómo asegurar que es la única *perspectiva científica* concebible? (Giere 2006a, 2006b). El pluralismo estaría garantizado si pudiera haber más de una

primitivos sin mandíbula a vertebrados con mandíbula) y la evolución de las plumas y el vuelo en las aves” (Brigandt 2010, 299)

explicación completa de la individualidad basada en idiomas representacionales incompatibles. Segundo, la estrategia reduccionista no parece una opción amigable para quien pretende enmarcar el problema en manos de la biología. Después de todo, si la formación de individuos puede explicarse en base a procesos *biológicos* fundamentales, dichos procesos, a su vez, serían reducibles a procesos *físicos* fundamentales. Es la consecuencia lógica del supuesto metafísico de nuestro monista. Si el reduccionismo no exige detenerse en manos de la biología, ¿por qué hablar de individualidad *biológica* en vez de individualidad *física*? ¿Qué tendría de biológica una descripción de los individuos en términos de, supongamos, átomos o quarks? Quizás nuestro monista debería pensar seriamente si seguir siendo un monista *biológico* o volcar la mirada a la física para satisfacer su anhelo de completitud representacional. Y, por último, incluso si el perspectivismo y la reducción microfísica no fueran inconvenientes, la mejor estrategia del monismo podría ser adoptar un *pluralismo epistémico provisorio*. Aceptar y evaluar meticulosamente muchas prácticas y criterios de individuación podría blindar de contraejemplos a cualquier proyecto unificador. La máxima metodológica pluralista nos diría que es un ejercicio intelectual virtuoso mirar la mayor cantidad de enfoques que nos permita nuestro entendimiento³¹. El monismo tendría un mayor número de concepciones a partir de las cuales arbitrar y ajustar su proyecto unificador, robusteciéndolo. Ahora, una teoría que explique la

³¹ Hasok Chang ofrece una buena analogía sobre este punto. “Dado que no sabemos qué línea de investigación nos conducirá en última instancia a nuestro destino [en nuestro caso, una representación única y completa que explique la individualidad], debemos mantener varias líneas abiertas ...si estamos buscando a alguien perdido en el desierto y no sabemos en qué dirección se ha ido, ¿reuniríamos a todas las personas disponibles en un grupo de búsqueda y las enviaríamos en la dirección que conjeturamos es más probable? ¿O esparciríamos un poco a la gente?” (Chang 2012, 271).

formación de individuos no es algo que (de ser posible) se construya de la noche a la mañana. Dado el tamaño de nuestra ignorancia sobre el mundo biológico³² y la diversidad de maneras en las cuales se forman los individuos ya conocidos, nuestro pluralista provisorio probablemente lo será toda su vida; vale decir, en los hechos, será un pluralista *permanente*.

3.3. Consideraciones pragmáticas

Aceptar que pueden existir múltiples maneras de explicar la individualidad biológica y concebir distintos tipos de individuos puede tener importantes consecuencias prácticas, contribuyendo incluso al desarrollo de políticas medioambientales. Por ejemplo, ¿de qué hablamos cuando afirmamos que es necesario proteger *especies* en un ecosistema o proteger *organismos* de la manipulación genética? La definición que demos en estos casos no es irrelevante. Cómo individuamos el mundo en organismos y especies determinará qué entidades biológicas son vistas como legítimas unidades de protección. El pluralismo en estos casos podría funcionar (y funciona muchas veces) como un imperativo de responsabilidad, dictaminando que *deberíamos aceptar todas aquellas concepciones de individuo que permitan proteger al medioambiente de consecuencias nocivas*. Interpretados como posturas normativas para políticas ambientales, enfoques monistas como los de Clarke (2010) o Queller y Strassmann (2009) son sumamente riesgosos, ya que podrían implicar la desprotección de entidades biológicas importantes que no

³² Investigaciones recientes sugieren que el 86% de las especies existentes en la Tierra y el 91% de especies oceánicas aún son desconocidas (Mora et al. 2011).

se acomodan a su concepción fundamental. Ambos enfoques, por ejemplo, no legitiman como individuos a holobiontes y muchos biofilms, cuya protección podría tener importantes consecuencias biotecnológicas y conservacionistas (Redford et al. 2012; Hughes et al. 2015; Trevelline et al. 2019; Carthey et al. 2020).

Consideremos dos ejemplos breves sobre la importancia del pluralismo en políticas regulatorias: la pluralidad en los conceptos de especie y organismo.

- i. *Especies*. Existen diversas definiciones de especie en las legislaciones medioambientales de distintos países (Allendorf y Luikart 2007). Coates et al. (2018) señalan que esta pluralidad ha permitido la protección de la diversidad genética y que incluso, cuando la biología identifica múltiples linajes o poblaciones dentro de una sola especie, convendría dividirla en unidades de conservación *intraespecíficas* (e.g., subespecies, variedades). Dicho en nuestros términos, convendría dividir el mundo en un mayor número de individuos para ser protegidos. Expertos en metagenómica también han reconocido la importancia de ser flexibles y “posiblemente más pluralistas” en la definición de distintos conceptos de especie para propósitos regulatorios (National Research Council Committee on Metagenomics: Challenges and Functional Applications 2007, 36).
- ii. *Organismos*. El Protocolo de Cartagena es un acuerdo internacional sobre política medioambiental desarrollado por el Convenio para la Diversidad Biológica. Su objetivo es garantizar estándares de protección en lo que respecta a la modificación

biotecnológica de los organismos. Para ello, define *organismo vivo* como “cualquier entidad biológica capaz de transferir o replicar material genético, incluidos organismos estériles, virus y viroides” (Convention on Biological Diversity 2000, The Cartagena Protocol on Biosafety, art. 3, letra h). Los objetivos proteccionistas del protocolo requieren evitar vacíos regulatorios que podrían implicar daño a la biodiversidad, lo cual justifica una definición amplia que otorgue un estatus de organismo a la mayor cantidad posible de entidades biológicas.

En términos generales, reconocer la importancia de mantener una pluralidad de representaciones sobre la individualidad biológica nos ayuda a construir una imagen más realista de la actividad científica. Una imagen que nos enseña qué podemos y no podemos esperar de ella. Esto es vital para ajustar adecuadamente las expectativas que la sociedad tiene sobre los resultados científicos (Mitchell 2009). El pluralismo epistémico puede ser un buen antídoto contra la falsa creencia de que la biología y otras ciencias son creadoras de soluciones perfectas o respuestas infalibles. La evolución de la individualidad discutida en la sección 3.1 nos ofrece buenos ejemplos de este antídoto. Pensemos brevemente en los virus. Estas diminutas estructuras son más que simples entidad microscópicas que flotan en el aire y pueden entrar a nuestros cuerpos. Son individuos que evolucionan, mutando constantemente debido al intercambio de genes con otros organismos o a presiones ambientales. ¿Por qué no debe causarnos sospecha que las autoridades sanitarias realicen campañas anuales de vacunación contra la influenza? o ¿por qué no debería frustrarnos que la vacunación masiva no elimine una pandemia viral de la noche a la mañana? Precisamente porque los virus no son individuos inalterables que podamos

representar de manera exhaustiva. Sus constantes cambios genéticos dan origen a nuevas variantes que requieren ser explicadas. Una gripe estacionaria y una pandemia nunca son producidas por variantes únicas. Las estrategias del tipo *una explicación-una solución* no existen en escenarios como estos. ¿Acaso la biología no funciona o existen burócratas malévolos que planean insertarnos microchips? No. Simplemente ocurre que el mundo biológico suele resistirse a explicaciones únicas y soluciones perfectas. Si nuestras expectativas sobre esta y otras prácticas de individuación se ajustaran a una actitud pluralista y científicamente informada, quizás podríamos resistir de mejor manera la persuasión de los negacionistas científicos de turno.

Conclusiones

Argumentar que el problema de la individualidad biológica puede abordarse mejor desde un enfoque pluralista no es una idea nueva. En esta investigación he querido aportar al desarrollo de la discusión mediante el reconocimiento de dos preguntas que suelen motivar el estudio de la individualidad, a saber, la pregunta ontológica y empírica. La exposición de ambas no siempre es clara en la literatura y creo que eso nos ha impedido ver la relación virtuosa que puede existir entre la especulación metafísica (que busca responder qué son los individuos) y la práctica y teorización científica (que busca explicar la formación de individuos concretos). Hemos dicho que el valor de una ontología pluralista no radica en su poder explicativo sino en su rol como máxima metodológica para la investigación científica. Proceder como si existiera un mundo con muchos tipos de individuos no restringe nuestro interés hacia criterios de individuación supuestamente privilegiados. Por otro lado, un pluralismo epistémico parece garantizado siempre que intentemos explicar la formación de individuos concretos en nuestro mundo material. He sugerido que los criterios y prácticas de individuación epistémicamente exitosos no solo deberían mantenerse y promoverse en la actividad científica, sino que las porciones de la realidad a las cuales estos pretendan referir deberían legitimarse como legítimos individuos ontológicos. Mientras mayor cantidad de individuaciones exitosas, mayor será nuestro contacto con la realidad biológica.

Referencias bibliográficas

- ALLENDORF, F. W. y LUIKART, G. 2007. Conservation and the genetics of populations. Malden, USA, Blackwell Publishing Ltd.
- ATRAN, S. y MEDIN, D. L. 2008. The native mind and the cultural construction of nature. Cambridge, UK, MIT Press.
- BEDAU, M. A. y CLELAND, C. E. 2010. The Nature of Life: Classical and Contemporary Perspectives from Philosophy and Science. UK, Cambridge University Press.
- BONNER, J. T. 2000. First signals. New Jersey, USA, Princeton University Press.
- BONNER, J. T. 2016. Foreword: The evolution of multicellularity. En: NIKLAS, K.J y NEWMAN, S.A. (Eds.). Multicellularity: Origins and evolution. Cambridge, UK, MIT Press. pp. xi-xix.
- BOUCHARD, F. y HUNEMAN, P. 2013. From groups to individuals: evolution and emerging individuality. Cambridge, UK, MIT Press.
- BRASIER, C. 1992. A champion thallus. *Nature*, 356(6368): 382-383.
- BRIGANDT, I. 2010. Beyond Reduction and Pluralism: Toward an Epistemology of Explanatory Integration in Biology. *Erkenntnis*, 73(3): 295-311.
- BUSS, L. W. 1987. The Evolution of Individuality. New Jersey, USA, Princeton University Press.
- CARTHEY, A. J. R., BLUMSTEIN, D. T., GALLAGHER, R. V., TETU, S. G. y GILLINGS, M. R. 2020. Conserving the holobiont. *Functional Ecology*, 34(4): 764-776.
- CARTWRIGHT, N. 1980. Do the laws of physics state the facts? *Pacific Philosophical Quarterly*,

61(1-2): 75-84.

CARTWRIGHT, N. 1999. *The Dappled World: A Study of the Boundaries of Science*. UK, Cambridge University Press.

CHANG, H. 2012. *Is water H₂O? Evidence, realism and pluralism*. Berlín, Alemania, Springer Science & Business Media.

CHAUVIER, S. 2015. *Why Individuality Matters*. En: GUAY, A. y PRADEU, T. (Eds.). *Individuals Across the Sciences*. UK, Oxford University Press. Pp. 25-45.

CHAUVIER, S. 2017. Individuality and aggregativity. *Philosophy, Theory, and Practice in Biology*, 9(11).

CHEN, R.-L. 2015. *Experimental Realization of Individuality*. En: GUAY, A. y PRADEU, T. (Eds.). *Individuals Across the Sciences*. UK, Oxford University Press. Pp. 348-370.

CHEUNG, T. 2010. What is an "Organism"? On the Occurrence of a New Term and Its Conceptual Transformations 1680-1850. *History and Philosophy of the Life Sciences*, 32(2/3): 155-194.

CLARKE, E. 2010. The Problem of Biological Individuality. *Biological Theory*, 5(4): 312-325.

CLARKE, E. 2013. The Multiple Realizability of Biological Individuals. *Journal of Philosophy*, 110(8): 413-435.

CLARKE, E. y OKASHA, S. 2013. *Species and organisms: what are the problems*. En: BOUCHARD, F. y HUNEMAN, P. (Eds.). *From Groups to Individuals: Evolution and Emerging Individuality*. Cambridge, USA, MIT Press. Pp. 55-76.

COATES, D. J., BYRNE, M. y MORITZ, C. 2018. *Genetic Diversity and Conservation Units: Dealing*

- With the Species-Population Continuum in the Age of Genomics [Review]. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 6(165).
- CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY. 2000. The Cartagena Protocol on Biosafety. [en línea] <http://bch.cbd.int/protocol> [consulta: 22 de marzo 2021].
- DASGUPTA, S. 2009. Individuals: an essay in revisionary metaphysics. *Philosophical Studies*, 145(1): 35-67.
- DAWKINS, R. 1976. *The Selfish Gene*. UK, Oxford University Press.
- DOUGLAS, A. E. y WERREN, J. H. 2016. Holes in the Hologenome: Why Host-Microbe Symbioses Are Not Holobionts. *mBio*, 7(2): e02099-02015.
- DUPRÉ, J. 1993. *The disorder of things: Metaphysical foundations of the disunity of science*. Cambridge, USA, Harvard University Press.
- DUPRÉ, J. 2012. *Processes of life: Essays in the philosophy of biology*. UK, Oxford University Press.
- EISEN-ENOSH, A., FARAH, N., BURGANSKY-ELIASH, Z., POLAT, U. y MANDEL, Y. 2017. Evaluation of Critical Flicker-Fusion Frequency Measurement Methods for the Investigation of Visual Temporal Resolution. *Scientific Reports*, 7(1): 15621.
- ELLIS, B. 1988. Internal realism. *Synthese*, 76(3): 409-434.
- ELWICK, J. 2017. Distrust That Particular Intuition: Resilient Essentialisms and Empirical Challenges in the History of Biological Individuality. En: LIDGARD, S. y NYHART, L. K. (Eds.). *Biological Individuality*. USA, University of Chicago Press. Pp. 277-296.
- ERESHEFSKY, M. y PEDROSO, M. 2013. Biological individuality: the case of biofilms. *Biology &*

- Philosophy, 28(2): 331-349.
- FAGAN, M. B. 2015. Cell and Body: Individuals in Stem Cell Biology. En: GUAY, A. y PRADEU, T. (Eds.). Individuals Across the Sciences. UK, Oxford University Press. Pp. 122-143.
- GHISELIN, M. T. 1974. A Radical Solution to the Species Problem. Systematic Zoology, 23(4): 536-544.
- GIERE, R. N. 2006a. Scientific perspectivism. USA, University of Chicago Press.
- GIERE, R. N. 2006b. Perspectival pluralism. En: KELLERT, S. H., LONGINO, H. E. y WATERS, C. K. (Eds.). Scientific Pluralism. Minneapolis, USA, University of Minnesota Press. Pp. 26-41.
- GODFREY-SMITH, P. 2009. Abstractions, idealizations, and evolutionary biology. En: Barberousse, A., Morange, M. y Pradeu, T. (Eds.). Mapping the future of biology. Springer. Pp. 47-56.
- GODFREY-SMITH, P. 2013. Darwinian individuals. En: BOUCHARD, F. y HUNEMAN, P. (Eds.). From groups to individuals: evolution and emerging individuality. Cambridge, USA, MIT Press. Pp. 17-36.
- GODFREY-SMITH, P. 2014. Philosophy of biology. New Jersey, USA, Princeton University Press.
- GOULD, S. J. 1989. Wonderful life: The Burgess Shale and the Nature of History. New York, USA, W. W. Norton & Company.
- GUAY, A. y PRADEU, T. 2015. To Be Continued: The Genidentity of Physical and Biological Processes. En: Individuals Across the Sciences. UK, Oxford University Press. Pp. 317-347.
- HACKING, I. 1983. Representing and Intervening: Introductory Topics in the Philosophy of Natural Science. UK, Cambridge University Press.

- HACKING, I. 1996. The Disunities of the Sciences. En: GALISON, P. y STUMP, D.J. (Eds.). The Disunity of Science. Boundaries, Contexts, and Power. California, USA, Stanford University Press. Pp. 37-74.
- HEALY, K., MCNALLY, L., RUXTON, G. D., COOPER, N. y JACKSON, A. L. 2013. Metabolic rate and body size are linked with perception of temporal information. *Animal Behaviour*, 86(4): 685-696.
- HEMPEL, C. G. y OPPENHEIM, P. 1948. Studies in the Logic of Explanation. *Philosophy of science*, 15(2): 135-175.
- HÖLLDOBLER, B. y WILSON, E. O. 2009. The superorganism: the beauty, elegance, and strangeness of insect societies. New York, USA, W.W. Norton & Company.
- HUGHES, K. A., COWAN, D. A. y WILMOTTE, A. 2015. Protection of Antarctic microbial communities – ‘out of sight, out of mind’ [Perspective]. *Frontiers in Microbiology*, 6(151).
- HULL, D. L. 1976. Are Species Really Individuals? *Systematic Biology*, 25(2): 174-191.
- KITCHER, P. 1992. Gene: current usages. En: Keller, E. F. y Lloyd, E. A. (Eds.). *Keywords in evolutionary biology*. Cambridge, USA, Harvard University Press. Pp. 128-131.
- KRAKAUER, D., BERTSCHINGER, N., OLBRICH, E., FLACK, J. C. y AY, N. 2020. The information theory of individuality. *Theory in Biosciences*, 139(2): 209-223.
- KÜPPERS, B.-O. 1999. *Information and the Origin of Life*. Cambridge, USA, MIT Press.
- KWONG, W. K., MEDINA, L. A., KOCH, H., SING, K.-W., SOH, E. J. Y., ASCHER, J. S., JAFFÉ, R. y MORAN, N. A. 2017. Dynamic microbiome evolution in social bees. *Science Advances*, 3(3):

e1600513.

LAHAV, N. 1999. Biogenesis: theories of life's origin. UK, Oxford University Press.

LANDECKER, H. 2017. Metabolism, Autonomy, and Individuality. En: LIDGARD, S. y NYHART, L. K. (Eds.). Biological Individuality. USA, University of Chicago Press. Pp. 225-248.

LIDGARD, S. y NYHART, L. K. 2017. The Work of Biological Individuality: Concepts and Contexts. En: Biological Individuality. USA, University of Chicago Press. Pp. 17-62.

LONGINO, H. E. 1999. Toward an epistemology for biological pluralism. En: CREATH, R. y MAIENSCHIN J. (Eds.). Biology and Epistemology. UK, Cambridge University Press. Pp. 261-286.

LONGINO, H. E. 2002. The fate of knowledge. New Jersey, USA, Princeton University Press.

LOSOS, J. B. 2017. Improbable destinies: Fate, chance, and the future of evolution. New York, USA, Riverhead Books.

LOVE, A. C. 2018. Individuation, Individuality, and Experimental Practice in Developmental Biology. En: BUENO, O., CHEN, R. L. y FAGAN, M. B. (Eds.). Individuation, Process, and Scientific Practices. UK, Oxford University Press. Pp. 165-191.

LOVE, A. C. y BRIGANDT, I. 2017. Philosophical Dimensions of Individuality. En: LIDGARD, S. y NYHART, L. K. (Eds.). Biological Individuality. USA, University of Chicago Press. Pp. 318-348.

LOVELOCK, J. E. y MARGULIS, L. 1974. Atmospheric homeostasis by and for the biosphere: the gaia hypothesis. *Tellus*, 26(1-2): 2-10.

LOVELOCK, J.E. 1979. Gaia. A New Look at Life on Earth. UK, Oxford University Press.

- MEDIN, D. L. y ATRAN, S. 1999. *Folkbiology*. Cambridge, USA, MIT Press.
- MITCHELL, S. D. 2003. *Biological complexity and integrative pluralism*. UK, Cambridge University Press.
- MITCHELL, S. D. 2009. *Unsimple truths: Science, complexity, and policy*. USA, University of Chicago Press.
- MOLTER, D. 2017. On Mushroom Individuality. *Philosophy of Science*, 84(5): 1117-1127.
- MOLTER, D. J. 2019. On mycorrhizal individuality. *Biology and Philosophy*, 34(5): 1-16.
- MORA, C., TITTENSOR, D. P., ADL, S., SIMPSON, A. G. B. y WORM, B. (2011). How Many Species Are There on Earth and in the Ocean? *PLOS Biology*, 9(8): e1001127.
- MORITZ, R. y SOUTHWICK, E. E. 1992. *Bees as superorganisms: an evolutionary reality*. Berlín, Alemania, Springer Science & Business Media.
- MULLINEAUX, C. W. 2015. Bacteria in solitary confinement. *J Bacteriol*, 197(4): 670-671.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL COMMITTEE ON METAGENOMICS: CHALLENGES AND FUNCTIONAL APPLICATIONS. 2007. *The New Science of Metagenomics: Revealing the Secrets of Our Microbial Planet*. USA, National Academies Press, National Academy of Sciences.
- NICHOLSON, D.J. y DUPRÉ, J. 2018. *Everything Flows: Towards a Processual Philosophy of Biology*. UK, Oxford University Press.
- NIKLAS, K.J y NEWMAN, S.A. 2016. *Multicellularity. Origins and Evolution*. Cambridge, USA, MIT Press.

- O'MALLEY, M. 2014. *Philosophy of Microbiology*. UK, Cambridge University Press.
- PRADEU, T. 2010. What is An Organism? An Immunological Answer. *History and Philosophy of the Life Sciences*, 32(2/3): 247-267.
- PRADEU, T. 2016. Organisms or biological individuals? Combining physiological and evolutionary individuality. *Biology & Philosophy*, 31(6): 797-817.
- PRADEU, T., KOSTYRKA, G. y DUPRÉ, J. 2016. Understanding viruses: Philosophical investigations. *Studies in History and Philosophy of Science Part C: Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences*, 59: 57-63.
- QUELLER, D. C. y STRASSMANN, J. E. 2009. Beyond society: the evolution of organismality. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1533): 3143-3155.
- REDFORD, K. H., SEGRE, J. A., SALAFSKY, N., MARTINEZ DEL RIO, C. y MCALOOSE, D. 2012. Conservation and the microbiome. *Conservation biology: the journal of the Society for Conservation Biology*, 26(2): 195-197.
- ROBERT, J. 2008. Evo-devo. En: RUSE, M. (Ed.). *The Oxford handbook of philosophy of biology*. UK, Oxford University Press. Pp. 291-309.
- ROUGHGARDEN, J., GILBERT, S. F., ROSENBERG, E., ZILBER-ROSENBERG, I. y LLOYD, E. A. 2018. Holobionts as Units of Selection and a Model of Their Population Dynamics and Evolution. *Biological Theory*, 13(1): 44-65.
- SARKAR, T. 2018. *Identity, Individuality and Indiscernibility: an Essay in Analytic Ontology*. Journal

- of Indian Council of Philosophical Research, 35(1): 15-33.
- SENDER, R. y MILO, R. 2021. The distribution of cellular turnover in the human body. *Nature Medicine*, 27(1): 45-48.
- SHANNON, C. E. 1948. A mathematical theory of communication. *The Bell system technical journal*, 27(3): 379-423.
- SHAPIRO, J. A. 1998. Thinking about bacterial populations as multicellular organisms. *Annu Rev Microbiol*, 52: 81-104.
- SMITH, J. M. y SZATHMARY, E. 1997. *The major transitions in evolution*. UK, Oxford University Press.
- SMITH, M. L., BRUHN, J. N. y ANDERSON, J. B. 1992. The fungus *Armillaria bulbosa* is among the largest and oldest living organisms. *Nature*, 356(6368): 428-431.
- STRASSMANN, J. E. y QUELLER, D. C. 2010. The Social Organism: Congresses, Parties, and Committees. *Evolution*, 64(3): 605-616.
- STRAWSON, P. F. 1959. *Individuals*. Londres, UK, Routledge.
- UMEN, J. G. 2014. Green algae and the origins of multicellularity in the plant kingdom. *Cold Spring Harbor perspectives in biology*, 6(11): a016170.
- VAN INWAGEN, P. 2015. *Metaphysics*. Londres, UK, Routledge.
- WATERS, C. K. 2007. The Nature and Context of Exploratory Experimentation: An Introduction to Three Case Studies of Exploratory Research. *History and Philosophy of the Life Sciences*, 29(3): 275-284.

WATERS, C. K. 2018. Ask Not “What Is an Individual?”. En: BUENO, O., CHEN, R. L. y FAGAN, M. B. (Eds.). Individuation, Process, and Scientific Practices. UK, Oxford University Press. Pp. 91-113.

WILSON, D. S. y SOBER, E. 1989. Reviving the superorganism. *Journal of Theoretical Biology*, 136(3): 337-356.

WILSON, E. O. 1971. *The insect societies*. Cambridge, USA, Harvard University Press.

WILSON, J. 1999. *Biological Individuality: The Identity and Persistence of Living Entities*. UK, Cambridge University Press.

WILSON, J. A. 2000. Ontological Butchery: Organism Concepts and Biological Generalizations. *Philosophy of Science*, 67: S301-S311.