

LA PANDEMIA DE COVID-19 COMO ENTIDAD BIOLÓGICA: UN NUEVO MODELO INTERPRETATIVO / THE COVID-19 PANDEMIC AS A BIOLOGICAL INDIVIDUAL: A NEW THEORETICAL MODEL / A PANDEMIA DE COVID-19 COMO UM INDIVÍDUO BIOLÓGICO: UM NOVO MODELO TEÓRICO

DAVID RICOTE

Departamento de Genética, Fisiología y Microbiología,
Universidad Complutense de Madrid (UCM), Madrid, España.
Centro Andaluz de Biología del Desarrollo (CABD), CSIC-UPO-JA, Sevilla, España
david.ricote@gmail.com  0000-0002-2907-2505

IGNACIO MAESO

Departament de Genètica, Microbiologia i Estadística, Facultat de Biologia,
Institut de Recerca de la Biodiversitat (IRBio),
Universitat de Barcelona (UB), Barcelona, España
imaeso@ub.edu  0000-0002-6440-8457

RESUMEN

En este trabajo interpretamos la pandemia de COVID-19 como un individuo biológico dividido en cinco niveles de organización. Para llevar esto a cabo, introducimos primero el concepto de individuo biológico, comparándolo con otros individuos complejos como el holobionte. Después resumimos qué son los niveles de organización en biología, ofreciendo ejemplos de agentes con una ontología propia relacionada con su propio nivel de organización. Al aplicarlo a la descripción de la pandemia de COVID-19 tendríamos los siguientes niveles de organización: N1-Molecular, compuesto por el virus SARS-CoV-2. N2-El celular, representado por la célula infectada. N3-El organizmico, teniendo como agente el organismo enfermo de COVID-19. N4-El nivel ecológico, sería el propio de la pandemia como tal. Y a esto añadimos uno de cuño propio, el N5-Lingüístico-simbólico, compuesto por la red de mensajes e imágenes compartidas, fundamentalmente por medios electrónicos, relacionados con la pandemia de COVID-19. A partir de la descripción, pondremos en relación a los niveles de organización indicando primero la emergencia *bottom-up* desde el nivel inferior hacia los superiores, donde la reproducción de los agentes propios de cada nivel alcanza un umbral donde crean un fenómeno en el siguiente nivel de organización. De igual modo, la relación de regulación entre niveles *top-down* forma un entramado de inhibiciones que

regula la reproducción de los niveles inferiores, definiendo y acotando así la figura tanto espacial como temporal del individuo biológico de la pandemia de COVID-19.

Palabras clave: individuo biológico, niveles de organización, pandemia, COVID-19.

ABSTRACT

In this manuscript we interpret the COVID-19 pandemic as a biological individual divided into five levels of organization. To that end, we first introduce the concept of biological individual, by comparing them with other complex individuals such as the holobiont. Then we summarize what levels of organization are usually recognized in biology, offering examples of agents with their own ontology related to their own level of organization. When applied to the description of the COVID-19 pandemic, we would have the following levels of organization with their corresponding levels: N1-Molecular, composed of the SARS-CoV-2 virus. N2-The cell, represented by the infected cell. N3-The organismic level, having as agent the diseased organism of COVID-19. N4-The ecological level, which would be that of the pandemic as such. And to these, we add one of our own, the N5-Linguistic-symbolic, composed of the network of messages and images shared mostly by electronic means related to the COVID-19 pandemic. From this description, we will relate the levels of organization, first indicating the bottom-up emergence from the lower level to the higher ones, where the reproduction of the agents of each level reaches a threshold where they create a phenomenon at the next level of organization. Similarly, the regulatory relationship between top-down levels forms a network of inhibitions that regulates the reproduction of the lower levels, thus defining and delimiting both the spatial and temporal figure of the biological individual of the COVID-19 pandemic.

Key words: biological individual, levels of organization, pandemic, COVID-19.

RESUMO

Neste trabalho interpretamos a pandemia de COVID-19 como um indivíduo biológico dividido em cinco níveis de organização. Para realizar isso, primeiro introduzimos o conceito de indivíduo biológico comparando-o com outros indivíduos complexos, como o holobionte. Em seguida, resumimos quais são os níveis de organização na biologia, oferecendo exemplos de agentes com sua própria ontologia relacionada ao seu próprio nível de organização. Quando aplicado à descrição da pandemia de COVID-19, teríamos os seguintes níveis de organização com seus níveis correspondentes: N1-Molecular, composto pelo vírus SARS-CoV-2. N2-A célula, representada pela célula infectada. N3-O organismico, tendo como agente o organismo doente do COVID-19. N4-O nível ecológico seria o da pandemia como tal. E a isto juntamos um dos nossos, o N5-Linguistic-symbolic, constituído pela rede de mensagens e imagens compartilhadas, principalmente por meios eletrônicos, relacionadas com a pandemia de COVID-19. A partir da descrição, relacionaremos os níveis de organização, primeiro indicando a emergência *bottom-up* do nível inferior para os superiores, onde a reprodução dos agentes de cada nível atinge um limiar onde criam um fenômeno no nível seguinte. Da mesma forma, a relação *top down* de regulação entre os níveis de cima para baixo forma uma rede de inibições que regula a reprodução dos níveis inferiores, definindo e delimitando tanto a figura espacial quanto a temporal do indivíduo biológico da pandemia de COVID-19.

Palavras-chave: indivíduo biológico, níveis de organização, pandemia, COVID-19.

1. INTRODUCCIÓN

Nuestro propósito aquí es interpretar la reciente pandemia de COVID-19 como un individuo biológico. Vamos a hacerlo representando su identidad a través de cinco *niveles de organización*. Éstos corresponden a una idea muy intuitiva de la complejidad de los seres vivos. No tenemos más que pensar en un insecto y en sus células, o en una bacteria y sus moléculas, o más fácil aún, un bosque y sus árboles, para hacernos una idea de los niveles de organización y su correspondencia.

Nuestra propuesta tiene dos grados de diferente compromiso con su lectura, siendo ambos compatibles. El primero consiste simplemente en aceptar que la pandemia tiene una identidad individual que se pone en relación con todos los niveles de organización en los que se desarrolla. El segundo consiste en aceptar que la pandemia es un individuo biológico con pleno derecho, como puede ser un insecto, una bacteria o un bosque.

Si esto es así, implica que tendría sus ciclos de nacimiento, desarrollo y muerte o extinción, y por lo tanto podría ser considerado un agente evolutivo autónomo. Hasta que las ciencias biológicas han llegado a establecerse en nuestra cultura, las pandemias han sido consideradas solamente como partes de un relato histórico, esto es, como un evento creado por agentes divinos o humanos. Son por lo tanto anecdóticos los relatos que interpretaban la pandemia como un agente material en sí mismo, siendo la excepción más lúcida la de Lucrecio en su *Rerum Natura*, escrito en el siglo I antes de nuestra era. Así, todas las pandemias hasta la fecha han sido interpretadas sin excepción como generadas artificialmente por una población humana a la que se quería estigmatizar, ya sea el pueblo judío con la Peste Negra en 1346-1351 o la población china y su gobierno en la época actual (Gover, Harper, y Langton 2020).

Para actualizar esta perspectiva, proponemos aquí una interpretación de la pandemia de COVID-19 como una entidad material con identidad biológica propia. Para esto, vamos a representarla como un individuo biológico que se desarrolla en cinco niveles de organización. A modo introductorio, expondremos con brevedad estos cinco niveles. En cada uno de ellos, el individuo biológico *pandemia de COVID-19* definirá un elemento material que compondrá su identidad. El molecular (N1) describe el virus y sus componentes: el SARS-CoV-2 en el caso de la pandemia de COVID-19. El celular (N2), correspondiente al nivel de la célula infectada. El nivel de organismo (N3) que estaría representado por la propia enfermedad causada por la señalización propia de las células infectadas. El nivel ecológico (N4) representado por la interacción de contagio de los organismos entre sí, generando así una epidemia que puede llegar a ser pandemia, dependiendo de su extensión. Estos cuatro niveles también podrían ser aplicados a otras pandemias teniendo en cuenta las peculiaridades de cada caso. Por ejemplo, en la Peste Negra el nivel inferior sería el celular, ya que los agentes infectivos no serían virus sino células bacterianas de la especie *Yersinia pestis*.

Pero a este marco de cuatro niveles queremos añadir además una de las principales características de la pandemia de COVID-19: haber nacido en un momento álgido de la era de la información, en el que todo tipo de mensajes han ido multiplicándose desde sus inicios, planteando así la posibilidad de considerar estos mensajes como parte misma de la identidad de la pandemia. Así, proponemos que para la descripción de la pandemia de COVID-19 se puede introducir, por primera vez en la historia de las pandemias posiblemente, un quinto nivel compuesto por las redes de información generadas a partir de la interacción con la pandemia (N5).

Advertimos que con esta descripción de la pandemia como un individuo biológico no queremos contribuir a crear una representación esencialista de identidades biológicas como entidades aisladas.

Al contrario, pretendemos reforzar la complejidad de la interacción de las distintas identidades biológicas, su entrelazamiento y codependencia, esto es, queremos alejarnos de la descripción de identidades que compiten entre sí por adquirir su permanencia en el camino de la evolución, como por ejemplo propuso Dawkins hace ya más de medio siglo en sus trabajos tempranos como *El gen egoísta* (Dawkins 1976), el cual ha contribuido sin duda a crear una imagen de la biología como una ciencia dedicada más a explicar el éxito reproductivo de identidades biológicas que a mostrar en cambio sus complejas interacciones y codependencias. En este caso, para representar la pandemia de COVID-19 como un individuo biológico es imprescindible representar también su interacción con la especie *Homo sapiens* a través de sus propios niveles de organización.

Proponemos que este ejercicio tiene como principal beneficio el plantear una alternativa al común reduccionismo científico, el cual suele reducir a los primeros niveles de organización, el molecular y el celular, la total agencia de todo fenómeno biológico, explicando así un fenómeno como el comportamiento humano perteneciente al nivel orgánico (N3), únicamente como la expresión de sus bases moleculares (ADN en el N1). Pensamos que es este uno de los grandes problemas a los que se enfrenta la biología actual a la hora de describir fenómenos pertenecientes, sobre todo, al ámbito cultural humano.

Después de mostrar el poder explicativo de los niveles de organización aplicándolo a los ejemplos de individuos biológicos de la filosofía de la biología teórica, lo aplicaremos para representar la pandemia de COVID-19 como un individuo biológico. Para ello expondremos los elementos representativos en cada uno de los niveles de la pandemia, para a continuación mostrar su interdependencia entre sí.

2. INDIVIDUOS BIOLÓGICOS Y NIVELES DE ORGANIZACIÓN.

Antes de representar la pandemia de COVID-19 como un individuo biológico vamos a exponer con brevedad los materiales teóricos con los que vamos a trabajar. Primero vamos a definir qué se quiere decir con el concepto de *individuo biológico*, a partir de algunos ejemplos procedentes de la filosofía de la biología teórica. Una vez expuesto el concepto y algunos ejemplos con sus particulares retos, proponemos la que consideramos la mejor manera de explicar la complejidad de los individuos biológicos: los *niveles de organización*.

2.1. INDIVIDUOS BIOLÓGICOS

El concepto *individuo* ha recibido desde hace unos años un interesante enfoque teórico de la mano de la filosofía de la biología y de la física (Guay 2016), siendo quizás en las ciencias biológicas donde se han extendido particularmente sus sentidos y significados (Wilson y Barker 2021). En biología se puede entender por individuo biológico tanto una bacteria, un líquen, como un caballo, un alcornoque, pero también un bosque o un arrecife de coral. Y una de las nuevas acepciones que propone la filosofía de la biología contemporánea es la simbiosis entre células de un organismo multicelular (por ejemplo, nosotros mismos) y bacterias y eucariotas unicelulares. Esta interacción entre diferentes partes puede heredarse de generación a generación, siendo esta combinación de

simbiosis y herencia la base que compone la definición del individuo biológico llamado Holobionte (Roughgarden et al. 2018). De entre todas las posibilidades teóricas que podríamos afrontar para enfrentarnos al concepto de individuo, vamos a quedarnos aquí con lo que consideramos lo esencial en biología: esto es, aquello que está relacionado con la reproducción, la evolución y el desarrollo.

Consideramos aquí *individuo biológico* aquella unidad capaz de mantener un conjunto de tipos genéticos a través de la reproducción de los componentes materiales de estos tipos (por ejemplo, la replicación del ADN), en el suficiente equilibrio entre robustez a las mutaciones y plasticidad al medio ambiente como para contribuir como parte a la evolución de su especie como un todo. Esta relación entre parte y todo estará representada a través de los niveles de organización del individuo biológico.

Los debates sobre qué podría ser considerado individuo biológico comenzaron a cobrar un interesante peso filosófico cuando David Hull propuso que las especies de los seres vivos, como por ejemplo la especie *Equus caballus*, comúnmente conocida como la especie de los caballos, se considerase como un solo individuo localizable en tiempo y en espacio, en el que los organismos o especímenes reproductores que integran las especies formarían sus partes (Hull 1976; 1978). Interpretar las especies de seres vivos no como una categoría, sino como un individuo, tiene profundas implicaciones: primero, señala que una especie puede considerarse como un solo agente que interactuaría con otros agentes análogos, esto es, con otras especies de seres vivos, consideradas también como unidades. Segundo, las especies como unidades estarían compuestas por los organismos como sus partes. De esta manera, se propone la interacción de dos tipos de entidades: organismos y especies, que tendrían una relación dual entre independencia y codependencia. Independencia ya que cada organismo y cada especie es un individuo por pleno derecho, y codependencia ya que los organismos forman a través de su reproducción específica las especies como unidades. Es importante señalar que esta relación dual entre independencia y codependencia, entre las partes y el todo en los individuos biológicos, está ya implícita en lo que es para nosotros un pilar central en el núcleo teórico fundacional de la biología moderna: la Teoría Celular. Desarrollada entre las décadas de 1830 y 1870 a partir del trabajo de Matthias Schleiden y Theodor Schwann, esta teoría ampliamente aceptada a partir de finales del siglo XIX, establece que todos los organismos vivos, incluido nosotros mismos, estamos compuestos únicamente por células y por el resultado de su trabajo (Müller-Wille 2010). Las células se definieron desde entonces como individuos con un metabolismo independiente que, sin embargo, constituyen y realizan el metabolismo global del organismo que componen. Esta caracterización de la relación parte y todo entre la célula y el organismo planteada inicialmente respecto a las relaciones metabólicas fue pronto ampliada a otros procesos fundamentales como el reproductivo.

Por otro lado, el debate sobre qué es un individuo biológico ha cobrado un nuevo cariz en estos últimos diez años con la introducción del concepto anteriormente mencionado de Holobionte, el cual se define como un individuo biológico creado a partir de la reproducción de una unidad de seres de diferentes especies: uno de ellos suele ser un ser pluricelular de gran tamaño como por ejemplo una vaca, un árbol o, de nuevo, nosotros mismos. Este anfitrión da estructura, andamiaje y tejidos para que un conjunto de especies unicelulares llamado *microbiota*, formado por bacterias y eucariotas, desarrolle un conjunto de redes de poblaciones que ofrecen diferentes funciones biológicas. Esta simbiosis no es sólo beneficiosa, sino imprescindible, como es evidente en el ejemplo del conjunto de la microbiota que habita los intestinos de las vacas, sin las cuales estos animales no podrían digerir las paredes de celulosa de su principal fuente de alimento, el pasto, y ni tan siquiera llevar a término el desarrollo postembrionario de su complejo aparato digestivo (Gilbert 2020).

Los tres ejemplos mencionados de individuos biológicos que la teoría de la biología ha aportado hasta ahora, tanto en la filosofía de Hull o el Holobionte como en la práctica teórica de Schleiden y Schwann, mencionan siempre un salto entre dos ontologías relacionadas. En las especies como individuos de Hull, se ponen en relación organismos y especies; en la teoría celular, célula y organismo; y en el concepto de Holobionte, el ser pluricelular que ofrece los tejidos (una vaca) y la microbiota (eucariotas unicelulares y bacterias). ¿Cuál sería entonces la conexión entre individuo biológico y unidad evolutiva?

2.2. LOS NIVELES DE ORGANIZACIÓN EN BIOLOGÍA

Los niveles de organización a los que nos estamos refiriendo aquí se basan en una idea intuitiva que tiene diferentes usos. Por ejemplo, didácticos, en distintos manuales, o en contextos de demostración científica, como cuando se muestra el mecanismo de acción molecular de fármacos en las células para aliviar distintos síntomas a un nivel organizmático -el nuestro, por ejemplo-, cuando tomamos un analgésico para atenuar un dolor producido por la inflamación de tejidos contusionados. Sin embargo, los niveles de organización como tales no han tenido una atención teórica dedicada hasta bien avanzada la segunda mitad del siglo XX, siendo un tema de discusión consolidado sólo recientemente (Brooks, DiFrisco, y Wimsatt 2021). Por ese mismo motivo no hay unos niveles de organización estandarizados ni consensuados bajo los que se pueda construir una teoría unificada. Sin embargo, el propio uso de los niveles de organización ha hecho que jerarquías de niveles ligeramente distintas puedan convivir en la práctica (Schneeweiß y Gropengießer 2019). Aquí vamos a exponer los niveles de organización más comunes y que resultan más relevantes para la cuestión que nos ocupa, la descripción de un fenómeno ecológico como es el de una pandemia, añadiendo al final uno de cuño propio: el lingüístico-simbólico.

- *N1. Nivel molecular:* Las entidades moleculares están compuestas por átomos, como el nitrógeno o el carbono, que forman las partes de la unidad molecular como individuo. Como ejemplos tenemos macromoléculas como el ADN, compuesto por cadenas de nucleótidos, la membrana de una célula, compuesta por fosfolípidos, un ribosoma o cualquier virus, compuesto por proteínas y ácidos nucleicos (y también lípidos, en aquellos casos en los que las cápsides o envueltas no son exclusivamente proteicas). En el nivel molecular encontramos los componentes más básicos y primitivos de la vida como un todo, y sin embargo sus partes, los átomos, no son considerados como individuos biológicos por pleno derecho. Todo fenómeno biológico a cualquier escala puede describirse desde sus bases moleculares: la migración de los pelícanos blancos en la costa oeste de Norteamérica puede interpretarse desde el nivel 1 como los miles de millones de moléculas pertenecientes a la banda de pelícanos moviéndose en una dirección. Sin embargo, no todo fenómeno biológico tiene en el nivel molecular su agencia: los responsables de las decisiones de los pelícanos son los propios pelícanos como individuos biológicos (veremos que pertenecen al nivel 3), por lo que interpretar que las moléculas son los pasajeros que conducen a sus construcciones fenotípicas, los pelícanos, como vehículos, sería un ejemplo del *reduccionismo molecular* anteriormente mencionado.

- *N2. Nivel celular:* Este es el nivel de organización fundamental para la biología. La unidad celular es el único individuo biológico capaz de reproducirse a sí mismo como una unidad. Este proceso se lleva a cabo por la interacción de sus partes integrantes: genotipo y fenotipo entrelazados en continuos ciclos que resuelven la tensión entre el mantenimiento y la renovación de la unidad celular. Esto quiere decir que la célula actúa como una unidad que conserva una identidad que puede ser independiente en el caso de los organismos unicelulares, pero que en la mayoría de los casos es codependiente de diferentes relaciones sociales u orgánicas que condicionan tanto su identidad como sus modos de reproducción. Como ejemplo cercano podemos señalar que, en organismos como nosotros mismos, la reproducción y metabolismo de las células están supeditados al todo que formamos cada uno de nosotros como individuos biológicos. Cuando nuestras células independizan su reproducción y su metabolismo, se considera que su crecimiento es potencialmente tumoral por haberse independizado del organismo como un todo, por lo que se las señala para ser reconocidas y destruidas por nuestro sistema inmune.
- *N3. Nivel orgánico:* Hace referencia a organismos como nosotros mismos y todos los seres vivos que revelan nuestros sentidos de seres orgánicos multicelulares, por lo que este es el nivel del que tenemos conciencia natural. De esta manera, sería la interacción entre nosotros con otros animales u otros seres vivos como plantas y algas, pero también sería la interacción entre los animales, vegetales y algas entre sí. No obstante, hay que tener en cuenta que la definición de organismo como individuo biológico es uno de los principales retos teóricos de la filosofía de la biología actual. La definición presenta problemas cuando nos movemos a organismos más liminales, como organizaciones sociales de seres unicelulares que forman bio-films compuestos por múltiples especies que funcionan como una unidad tanto metabólica como genética (Folse 2010, Pradeau 2016). Por lo tanto, en este nivel se incluiría el resultado de las relaciones genéticas y ecológicas celulares (N2).
- *N4. Nivel ecológico:* Asumiendo que hay una diferencia entre N2 y N3 clara, el nivel ecológico hace referencia a las redes de interacción de los individuos orgánicos del N3 entre sí. Los individuos biológicos correspondientes a estos niveles son diferentes grupos de organización de los organismos del N3. Pueden ser desde grupos sociales concretos (una colonia de termitas), las especies de seres vivos como un todo (como el ejemplo anteriormente mencionado de David Hull), o unidades que se renuevan en el tiempo compuestas por múltiples especies como bosques o arrecifes de coral. De esta manera, las redes de interacción de los organismos, ya sean parasitarias, simbióticas, comensales, etc., formarían diferentes organizaciones ecológicas. Este nivel engloba muy diferentes conceptos, todos ellos generados a partir de la interacción de los agentes del nivel inmediatamente inferior N3. Así, en este nivel tenemos tanto el concepto de nicho, como el de las relaciones tróficas, el de las relaciones de apareamiento y de distribución del territorio, pero también, muy importante, las relaciones humanas sociales y culturales.
- *N5. Nivel lingüístico-simbólico:* Este nivel no suele ser incluido en los niveles de organización en un sentido biológico (Brooks, DiFrisco, y Wimsatt 2021). De hecho, el nombre de este nivel es de nuestro cuño, con él queremos abarcar el conjunto de los componentes de la comunicación semántica entre humanos que puede ser reflejada en medios de comunicación, principalmente electrónicos. Este nivel habría tenido sus primeros orígenes en la invención de la escritura, especialmente tras el desarrollo de medios tempranos de

difusión masiva como la imprenta. Pero consideramos que es la supraestructura ofrecida por internet la que ha permitido la independencia de la agencia de los elementos de este nivel: esto quiere decir sobre todo que los elementos de este nivel son consecuencias de las relaciones culturales, pero que, por así decirlo, las trascienden en relación con su conexión directa con el nivel anterior, N4. Interpretamos que una práctica humana que podría haber sido considerada como parte del nivel de organización ecológico, la práctica de la escritura como comunicación entre organismos humanos (N4), puede interpretarse en la actual era de la información en la que vivimos como un nivel de organización propio, por tener procesos de reproducción y desarrollo que han trascendido la simple interacción cultural entre organismos humanos. Si bien esta proposición nuestra de un nivel de organización propio para la expresión lingüística bien merecería un escrito independiente, nos parece importante apuntar que este nivel tiene en nuestra era su propia autonomía como nivel desde el momento en el que los mensajes tienen su propio medio de difusión y reproducción: el caso más evidente son las redes de mensajes creados en el espacio de internet mediante diversos medios: redes sociales, editoriales, foros, chats públicos o privados, etc.

2.3. NIVELES DE ORGANIZACIÓN COMO MÉTODO EXPLICATIVO PARA LOS INDIVIDUOS BIOLÓGICOS

Antes de usar el concepto de individuo biológico y su división en niveles de organización como modelo para caracterizar la pandemia de COVID-19, vamos a mostrar cómo funcionaría nuestro marco teórico para explicar los tres ejemplos de individuos biológicos anteriormente mencionados. A partir de ellos se mostrará cómo la relación entre niveles de organización ayuda a entender la relación entre la identidad de un individuo biológico como un todo y la composición como partes materiales de su nivel de organización inferior.

1. *Las especies como individuos biológicos (N4-N3)*. El nivel propio de las especies como individuos biológicos en nuestro marco teórico es el nivel 4, el ecológico, el cual es el resultado de las relaciones de los organismos (N3) entre sí. Las relaciones reproductivas entre los organismos están basadas en una relación de identidad fenotípica. De esta manera, la primera causa material de la identidad de las especies es la reproducción orgánismica (N3), mientras que, a su vez, esta reproducción está pre-condicionada por la identidad de especie (N4). Tenemos aquí dos individuos biológicos, el organismo y la especie, relacionados bajo esta perspectiva como causa material e identidad reguladora. Esta relación dual entre creación emergente de los niveles inferiores a los superiores y regulación descendente de los niveles superiores a los inferiores se explicará con mayor detalle más adelante.
2. *La teoría celular (N2-N3)*: Como hemos dicho antes, bajo nuestra perspectiva, esta dualidad es la primera mención *ante litteram* de los niveles de organización en el sentido que estamos explicando en este escrito. Si en el caso anterior la relación de reproducción entre organismos daba como resultado la especie, en el caso de la teoría celular fue la relación metabólica. Así, se definió la célula (N2) de los organismos pluricelulares (N3) como una unidad metabólica independiente del organismo, en el sentido de que cada

célula tiene unos procesos autónomos para su propio metabolismo. Pero que, a su vez, este metabolismo constituye el metabolismo general del organismo del que forma parte (N3). En el transcurso de un siglo de investigación hemos comprobado la importancia de la regulación descendente del organismo (N3) en el metabolismo de la célula para prevenir crecimientos tumorales.

3. *El holobionte (N1-N2-N3-N4)*: El holobionte es un excelente ejemplo para representar los niveles de organización en Biología. Usándonos a nosotros mismos como ejemplo de holobionte, tenemos en el N1 el material genético molecular heredado de nuestra madre y nuestro padre. Pero también tenemos material molecular genético procedente de otras especies, bacterias y hongos principalmente, que contribuyen a nuestra expresión genética y que, por tanto, han de considerarse parte de nuestro genoma. A este conjunto se le suele llamar *hologenoma*. Las células de las que estamos hechos formarían el N2: no sólo los dos gametos originales a partir de los cuales nuestras células se dividen exponencialmente para formar nuestro cuerpo, sino también todo el resto de seres unicelulares que adquirimos tanto por herencia de nuestros progenitores como del medio ambiente en el que los desarrollamos. Para la descripción de nosotros como un holobionte, hay que tener en cuenta que la cantidad de células humanas y no humanas se estima como en el mismo orden de magnitud (Sender, Fuchs, y Milo 2016). Esto es, cuantitativamente a nivel celular somos en igual medida las células desarrolladas a partir de nuestros gametos, como las células de nuestra microbiota. Así, el nivel de organismo (N3) estaría formado tanto por los clásicos órganos atribuidos al ser humano -como hígado, corazón, cerebro, intestinos- como también por el conjunto de poblaciones de seres unicelulares que componen redes funcionales imprescindibles para el correcto funcionamiento de nuestros propios órganos. Este nivel es, para nosotros, la primera gran cuestión abierta por el concepto de holobionte: cuál es la relación entre nuestros órganos como un todo, por ejemplo, la piel, y su correspondiente microbiota. Pero la relación no acaba en este nivel, sino que los organismos como holobiontes (N3) forman igualmente redes ecosistémicas entre sí (N4), que se distribuyen geográficamente en diferentes poblaciones humanas.

3. DEFINIENDO LA PANDEMIA DE COVID-19 COMO UN INDIVIDUO BIOLÓGICO EN LA ERA DE LA INFORMACIÓN

Para interpretar la Pandemia de COVID-19 como un individuo biológico, vamos primero a definir los componentes de sus cinco niveles de organización. Esto mostrará cuáles son los agentes reproductivos de cada uno de ellos y cómo interaccionan los niveles de la Pandemia de COVID-19 con cada uno de nuestros propios niveles de organización; esto es, con nosotros considerados como el individuo que forma nuestra especie *Homo sapiens*, o el individuo que formamos con nuestra microbiota llamado Holobionte. Una vez establecidos estos agentes divididos en niveles nos pondremos a mostrar cuál es su relación entre sí, para esbozar lo que podría llamarse un sistema. Este sistema dista mucho de querer ser exhaustivo: serviría más bien como un esbozo o un mapa para guiar los primeros pasos de este nuevo modelo de interpretación que proponemos aquí.

3.1. LOS NIVELES DE ORGANIZACIÓN DEL INDIVIDUO BIOLÓGICO PANDEMIA COVID-19

A continuación, describimos los cinco niveles de organización mencionados más arriba. Esta descripción consistirá en la definición del agente que se reproduce en un medio ambiente definido por cada nivel de organización.

1. *A nivel molecular:* El agente a este nivel consiste en la composición molecular del mismo virus SARS-CoV-2. Materialmente se compone de la membrana lipídica y de proteínas que constituyen su envoltura vírica, y de su genoma de ARN empaquetado por proteínas de la nucleocápside (Vukovski et al. 2021). Este agente se reproducirá en su propio nivel molecular secuestrando los procesos reproductivos de la célula infectada. Para el virus, la célula que infecta es parte de su medioambiente; esto significa que el virus no interacciona con la célula como un todo, sino con sus componentes moleculares: con la membrana lipídica celular y sus receptores de membrana ACE2, con el secuestro de sus ribosomas y otros agentes moleculares de la célula que está infectando. De manera análoga, un ladrón de bancos se relaciona con el edificio del banco parte de su medio ambiente, no interactuando con el banco como una entidad, sino con los componentes relacionados con su mismo nivel de organización: trabajadores del banco y clientes, así como los elementos de trabajo de estos mismos: su dinero.
2. *A nivel celular:* En la representación de la pandemia COVID-19, este nivel se constituye por la célula infectada por el virus. Este nivel es el primero en el que tenemos que empezar a ilustrar, por así decirlo, en el retrato biológico de la pandemia COVID-19. El elemento material evidente es el representado por el nivel anterior, el del virus SARS-CoV-2. Pero es en este nivel en el que se comienza a representar la pandemia más allá de la reproducción del virus, esto es, se representa por la multiplicación de las células infectadas. El estado de la célula infectada se manifiesta cuando ésta emite señales indicando que ha sido invadida. El número de señales en un organismo está directamente relacionado con la cantidad de células infectadas, siendo ésta una consecuencia directa del número de agentes reproductores del nivel inferior, el molecular, esto es, de la cantidad de virus SARS-CoV-2 reproducidos. Estas señales, al ser recibidas por el sistema inmune, desencadenan una serie de reacciones de señalización celular de alerta que generan, cuando el número de células infectadas alcanza cierto umbral, el fenómeno de la enfermedad de la COVID-19 en el nivel de organización del organismo (N3), con sus síntomas característicos como los arrestos de las funciones vitales del aparato respiratorio, así como de otros órganos infectados por el virus SARS-CoV-2. Pero, de forma análoga con el nivel anterior, el organismo como entidad forma parte del medio ambiente para el agente celular: es importante para la definición entre niveles enfatizar la diferencia entre una célula infectada por el virus y un organismo que manifiesta una enfermedad con origen directamente celular.
3. *A nivel organizmico:* Como ya hemos anunciado en la descripción del anterior nivel, un organismo con un umbral característico de células infectadas por el virus SARS-CoV-2 manifiesta la, así llamada, enfermedad de coronavirus 2019, es decir la COVID-19 (*CORonaVirus Disease 2019*). La representación del individuo biológico de la pandemia de COVID-19 en este nivel de organización está constituido por un organismo de la especie *Homo sapiens* con el estado de enfermedad de COVID-19 manifestada por las células inmunes del propio organismo. Como tal, la enfermedad tiene una tipología

característica, aunque la expresión sintomática puede diferir entre organismos. En la mayoría de los casos está relacionada con el sistema respiratorio porque es éste, precisamente, el canal de entrada del virus a nivel molecular (N1). En este nivel se revela algo que nos es evidente e intuitivo: los agentes del nivel molecular y del celular son totalmente invisibles e imperceptibles como tales para los integrantes de este nivel. Nuestra posición como integrantes de este nivel nos muestra algo que es muy importante: la falta de visibilidad natural entre niveles de organización. Esto es, nosotros como organismos no hemos podido ser conscientes de los agentes de los niveles inferiores hasta que la técnica microscópica y molecular nos ha posibilitado el acceso a estos niveles y a sus agentes. Y es precisamente la interacción de los integrantes de este nivel, nosotros como organismos, lo que provoca la transmisión del virus SARS-CoV-2 a nivel pandémico. Pero además de la transmisión entre nosotros como organismos es importante señalar que la hipótesis más probable es que la infrecuente transmisión de patógenos entre organismos de distintas especies, esto es, el proceso llamado zoonosis, haya ocasionado el origen de la pandemia entre los organismos de nuestra especie. Ahora, la reproducción del agente de este nivel, esto es, un organismo en estado de enfermedad, que depende a su vez de la reproducción de los agentes de niveles inferiores, molecular y celular, producirá el agente a nivel ecológico: las epidemias. Desde aquí surgen las preguntas: ¿es visible naturalmente la pandemia como entidad para los organismos humanos? ¿o necesitan de una técnica análoga a la microscópica para poder visibilizar los agentes epidémicos del N4?

4. *A nivel ecológico:* Este nivel está constituido por la interacción de los agentes del nivel inmediatamente inferior, esto es, por la interacción entre organismos infectados de COVID-19 y por sus consecuencias: la multiplicación de los agentes de los dos niveles subsiguientes. En este caso, el agente molecular (N1) es el virus SARS-CoV-2 con una determinada tasa de virus por cada microgota generada por la respiración (Puhach, Meyer, y Eckerle 2022) y las células infectadas que alcanzan un umbral determinado para desencadenar una reacción incontrolable del sistema inmune, acabando muchas veces en asfixia. Para definir el agente en este nivel, debemos de tener en cuenta que la ecología de nuestra especie en nuestra época está definida por la economía y las relaciones sociales, laborales, que multiplican los contactos continuos y diversos. Esta hiperactividad obtiene la forma de complejas y aceleradas redes ecológicas, cuyos límites están definidos por el momento histórico de la arquitectura, urbanística y logística. Ha sido manifiesto que la rapidísima formación de esta pandemia ha sido un claro reflejo de que vivimos el momento histórico en el que estamos más conectados que nunca no sólo socialmente, sino también biológicamente, a todos los niveles de interacción imaginables. Por eso todos los focos de infección adoptaron con una velocidad vertiginosa la identidad de epidemias. Estas, como indicamos en la descripción del nivel anterior, no son visibles de manera individual. Un organismo del N3 no verá por sí mismo a una epidemia como entidad: para esto necesita de las mismas redes sociales y culturales de interacción que generan, paradójicamente, la epidemia, para hacer visible su alcance y entidad. Por eso se puede decir que la epidemia es un agente autoconsciente que es percibido por los organismos en cuanto que seres sociales, esto es, en cuanto un proyectarse de su propio nivel de organización natural. Este nivel de consciencia se ha dado históricamente, como por ejemplo cuando se señalaba a las epidemias como “maldiciones” producidas por una etnia o grupo cultural

concreto, o cuando, más lúcidamente, se señalaron como consecuencias materiales de la interacción de elementos en niveles de organización inferiores, como en el caso de Lucrecio. Lo que ha caracterizado a esta pandemia en concreto, diferenciándose de sus precedentes históricos, ha sido que ha sido proyectada a su vez a un nivel de interacción que no depende de la interacción de los agentes del nivel de los organismos (N3), sino que más bien ha dependido de la interacción de los componentes culturales de este nivel (N4). Estos componentes culturales, en forma de mensajes lingüísticos o visuales, han dado forma a lo que, proponemos, constituye un nivel de organización con pleno derecho: el nivel lingüístico-simbólico (N5) el cual nos disponemos a exponer a continuación.

5. *A nivel lingüístico-simbólico:* La experiencia colectiva para los humanos con acceso a las tecnologías de la información y la comunicación (N4) durante la pandemia de COVID-19 ha estado marcada desde el principio por una continua interacción con la recepción y la emisión de distintos mensajes electrónicos. Estos han tenido distintas formas -escritas, orales, imágenes estáticas, vídeos y animaciones- que han formado una realidad colectivamente compartida diferenciada de la misma experiencia de las epidemias como el resultado ecológico (N4) de la interacción entre organismos (N3). Estos múltiples mensajes electrónicos han trascendido, con mucho, las viejas formas del periodismo y comunicaciones institucionales, como sistemas educativos, órdenes ministeriales y otras formas de comunicación social desarrolladas hasta el pasado siglo XX. El espacio virtual de internet, siempre accesible de forma individual o colectiva, ha trascendido además la localización geográfica en la que se desarrollaba hasta ahora la relación entre organismo (N3) y relación ecológica (N4). Y como consecuencia de todo esto, los organismos humanos hemos tenido una experiencia y educación virtual de la pandemia *previa* al contacto con los mismos agentes biológicos moleculares (N1) transportados por nuestros semejantes infectados (N3). De una forma análoga a la higienización de las costumbres en la Europa occidental a partir de los descubrimientos de Pasteur, la experiencia virtual de la pandemia (N5) ha acelerado drásticamente la evolución de las relaciones ecológicas y sociales (N4). De hecho, no se nos ocurre cómo hubiera sido posible de otro modo confinar e inmovilizar de una forma tan eficiente a la totalidad de la población (N4) de núcleos urbanos con una orden inédita, tratando además de que toda la población fuera consciente de una nueva e inesperada amenaza invisible. Esta pandemia ha supuesto para la humanidad en su conjunto (N4) un reto sincronizado relacionado con la verificación de información y sobre las medidas de comportamiento adoptadas en consecuencia (Bavel et al. 2020). Se puede decir, para concluir las posibles perspectivas sobre este nivel de organización, que gracias a su manifestación en internet la pandemia ha emergido de un proceso ecológico a un proceso además virtual, que ha multiplicado sus agentes reproductivos en estos cinco niveles. Desde la perspectiva de la pandemia como individuo biológico, la pandemia de COVID-19 nos ha *usado* como medio de la reproducción, de una manera análoga a cómo el virus SARS-CoV-2 usa a los ribosomas celulares para reproducirse a sí mismo molecularmente. Proponemos entonces que esta es la primera pandemia que ha trascendido su condición biológica clásica, manifestándose en un nivel de organización inaudito para la historia de las pandemias, el quinto, pudiéndose considerar entonces como la primera *ciberpandemia*. Y la primera pandemia que ha evolucionado, con nosotros, hacia otro nivel de organización inédito.

A continuación, especificaremos cómo estos cinco niveles se ponen en relación, mostrando cómo la reproducción de los agentes de los niveles inferiores *crea* a los agentes del nivel superior. Y a su vez, estos agentes creados de los niveles superiores *regulan* la actividad y la reproducción de los inferiores.

3.2. INTERACCIÓN ENTRE LOS NIVELES DE ORGANIZACIÓN DE LA PANDEMIA DE COVID-19. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

Hasta aquí hemos definido los niveles de organización de la pandemia de COVID-19 y sus diferentes agentes reproductivos, correspondientes a cada uno de estos niveles (Figura 1). La reproducción de los agentes integrantes de estos niveles define cuantitativamente la extensión y duración de la Pandemia.

Falta ahora establecer con mayor claridad la relación entre ellos. Esta relación será aquí sólo esbozada con sus elementos más intuitivos y evidentes para la gran mayoría de las personas que hemos experimentado la pandemia de COVID-19. La explicación que daremos será sólo tentativa, señalando las vías que están trazadas por la propia experiencia colectiva de la pandemia, pero sin llegar a ningún tipo de conclusión ni de definición exhaustiva. Para ilustrar esta relación sacaremos provecho de la relación teórica más consensuada dentro de la descripción de los niveles de organización: la relación emergente *Bottom-up*, de abajo a arriba, esto es desde el primer nivel N1 hasta el quinto N5, y la relación de regulación descendente *Top-down*, de arriba a abajo, justo en el sentido contrario.

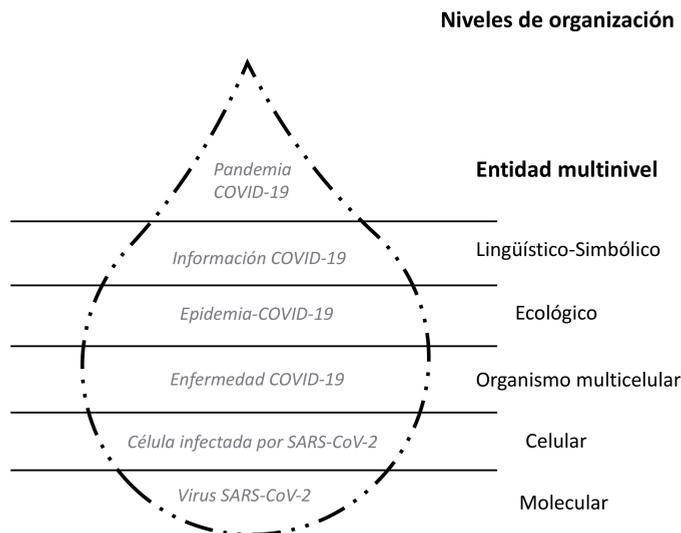


Fig. 1 Niveles de organización de la pandemia de COVID-19 y sus respectivos agentes reproductivos

3.2.1. *Bottom-up*: Reproducción emergente

Bottom-up se refiere al sentido de abajo a arriba dentro de la jerarquía de los niveles de organización. En un sentido general, el significado de *bottom-up* está asociado a la emergencia de elementos de mayor tamaño respecto a la interacción de elementos de menor tamaño. El caso más paradigmático en biología es la relación entre un organismo y sus células. Como hemos señalado, esta relación fundó las bases ontológicas en la biología en el siglo XIX. Pero en el siglo XX se refinó esta división al incluir un tercer nivel de organización, el molecular. A partir de esta inclusión, la evolución y el desarrollo de los seres vivos se incorporaron a los mismos raíles ontológicos, podríamos decir. Esto significa que la emergencia *bottom-up* puede verse, en nuestra opinión, como análoga al *desarrollo* de los seres vivos. Todo individuo biológico nace a partir de la reproducción de sus elementos moleculares (ADN y otras estructuras genéticas), a los que sigue el desarrollo y especialización celular, la construcción de tejidos para componer un individuo organizmico y su posterior desarrollo ecológico y, en algunos casos como el humano y otros animales, cultural.

Para ejemplificar la relación de creación *bottom-up* de los niveles de organización, nos basaremos en la emergencia del individuo biológico de la pandemia COVID-19 a través de sus niveles como una consecuencia de la reproducción de sus correspondientes agentes. Proponemos que cuando esta reproducción alcanza un determinado umbral cuantitativo, se manifiesta un nuevo elemento en el siguiente nivel. El caso particular del individuo biológico pandemia COVID-19 tendría la siguiente relación de emergencia:

- *La reproducción del virus SARS-CoV-2 (N1) causa el estado de célula infectada (N2).* El nivel molecular que compone el virus (N1) SARS-CoV-2 es agente y causa del colapso de los medios de expresión genómica de la célula provocando una serie de reacciones que causan el fenómeno de célula infectada (N2). De hecho, es la propia reproducción del virus la responsable de la creación de la célula infectada. En este caso, los componentes moleculares de la célula infectada despliegan una serie de señales específicas que el sistema inmune recibe, desinhibiendo procesos específicos destinados a la necrotización de la célula.
- *Las células infectadas y las células componentes (N2) del sistema inmune interactúan en el nivel 2 de organización, el organizmico (N3).* Cuando se alcanza un determinado umbral de células infectadas, la señalización se amplifica hasta alcanzar un estado generalizado por todo el cuerpo, provocando el estado de enfermedad en el organismo. El sistema inmune del organismo como un todo crea un estado de excepción desencadenando diferentes procesos, como por ejemplo la elevación de la temperatura, cefaleas o una sensación de malestar generalizado. En el estado de enfermedad, el organismo como un todo celular está dedicado a buscar el agente molecular de la infección que ha causado la existencia de los agentes “célula infectada” (N2). De esta manera, el estado general de enfermedad en el organismo (N3) ha sido generado tras alcanzar las células infectadas el umbral determinado para generar dicho estado.
- *En el estado de enfermedad del organismo como un todo (N3) se muestran los síntomas característicos en el sistema respiratorio asociados a la COVID-19.* Esto es así porque los tejidos del sistema respiratorio son los primeros receptores de los medios de difusión del agente molecular SARS-CoV-2. Como el propio estado de enfermedad genera la inflamación de los tejidos del sistema respiratorio, provoca uno de los síntomas más característicos, la tos, que junto con el habla y la respiración constituyen el principal medio de difusión del agente

molecular SARS-CoV-2 desde las células de la faringe. Esta relación de *feedback* positivo genera una reproducción exponencial de los tres niveles de organización descritos hasta ahora, al transmitir el agente molecular (N1) a través de microgotas con una determinada cantidad como para provocar la rápida reproducción de los agentes celulares (N2). Es esta retroalimentación positiva la que generará el fenómeno de la epidemia, que consiste en esta reproducción descrita de los agentes “organismos enfermos de la COVID-19”, ocasionando que se dé la reproducción de la condición de enfermedad sin ningún tipo de *feedback* negativo natural más allá de la propia distancia entre los organismos. Esto es, determinado umbral de organismos enfermos provoca que la epidemia como agente ecosistémico pueda darse en el nivel 4.

- *Las distintas relaciones ecológicas de los organismos enfermos generan la concentración de estos en epidemias (N4).* Cuando varias epidemias generan un determinado umbral, se produce el fenómeno macro-biológico de la pandemia. Esta, como entidad, ha sido hasta hace un instante en la historia de la vida el límite de la jerarquía de los niveles de organización. Sin embargo, en nuestra actual era de la información, cualquier fenómeno biológico que alcance un impacto como el de la pandemia ocasionará un torrente inmediato de mensajes y cambios en las reglas de comportamiento, generando entonces la posibilidad de que estos mismos mensajes como agentes formen procesos reproductivos independientes en el nivel de organización lingüístico-simbólico, el nivel 5. Estos mensajes, si bien están conectados directamente tanto con la experiencia de la enfermedad (N3) como por su difusión (N4), enseguida alcanzan un estado de independencia en su reproducción y expansión. Entre sí forman ya una jerarquía de acuerdo con la estructura establecida por la propia era de la información en la que vivimos: desde los mensajes de comunicación hablada directa, a los reproducidos por redes sociales en internet. Pero la propia estructura social humana hace que diferentes agentes en los niveles de organización propios de los humanos establezcan diferentes mensajes con implicación social directa, provocando confinamientos y medidas preventivas que implican alterar costumbres como la organización en grupos y el uso de mascarillas.

Hemos resumido aquí el proceso emergente que comienza con la reproducción de una estructura molecular como es el virus SARS-CoV-2. La expansión de un agente que encuentra su huésped ideal, como es nuestro organismo, parece que puede ser totalmente ilimitada. Pero debido a que no se puede reducir a sus elementos moleculares, y que cada nivel de organización es una descripción de un medio ambiente particular, la reproducción de los elementos de la pandemia está definida por diferentes procesos de *feedback* negativo que regulan y delimitan la reproducción de los agentes de cada nivel. A esta regulación nos dedicaremos ahora.

3.2.2. *Top-down*: Regulación descendente

El sentido *top-down*, de arriba a abajo, es el opuesto al de la emergencia de abajo a arriba, *bottom-up*. En este caso, los niveles superiores no tienen una causación directa de creación de elementos materiales, de manera análoga al movimiento *bottom-up*. Esto se hace evidente con la simple expresión: “un edificio está hecho de ladrillos, pero un ladrillo nunca puede estar hecho de edificios”. Sin embargo, también es muy fácil de hacer ver que los ladrillos particulares, integrantes de un edificio

puesto de ejemplo, se verán modificados a partir de la distribución de todos los ladrillos del edificio como un todo individual. De esta manera, suele decirse que el movimiento *top-down* es un movimiento de regulación de los agentes de los niveles superiores sobre los inferiores. Esta regulación se expresa en cada nivel siguiendo su propia ontología. Quizás los ejemplos más fáciles de referenciar en biología sean la influencia del nivel 4 en su forma de relaciones ecológicas y culturales sobre el nivel 3 de los organismos que la ejercen en conjunto; o también el sometimiento que el organismo (N3) ejerce sobre el crecimiento y los ciclos de vida de sus propias células (N2): si una célula es ciega ante las señales del organismo de parar su crecimiento o de acabar con su ciclo vital, se la considerará fuera del dominio del organismo y, por tanto, potencialmente tumoral. Ahora, la idea de que de forma sistemática, en todos los individuos descritos según sus niveles de organización, los niveles superiores tengan influencia causal, esto es, que la agencia del nivel superior sea la causa de un cambio en el nivel inferior, es algo sujeto a intenso debate (Craver y Bechtel 2007). Esta dificultad entra en claro contraste con la facilidad de comprensión y consenso sobre la causalidad del movimiento *bottom-up*. El, así llamado, reduccionismo molecular, que consiste en reducir la identidad de cualquier fenómeno biológico (en cualquiera de los niveles del N1 a N5) a sus componentes moleculares (N1), es quizás el ejemplo más evidente. Un ejemplo de reduccionismo molecular está en la expresión “somos nuestro ADN”, dando a entender que el ADN es la causa de todo fenómeno biológico producido por un humano, desde su tono de piel hasta su capacidad de ser feliz.

Proponemos que, para intentar superar este reduccionismo, primero ha de aceptarse que un individuo pueda dividirse en agentes repartidos en distintos niveles de organización, esto es, que el organismo como entidad tenga una agencia, al menos en su propio nivel y, además, contribuya a crear el agente del nivel superior. El reto ahora consiste en demostrar que el organismo como agente en su propio nivel de organización (N3) influye de alguna manera en sus componentes inferiores (N2 y N1). Otro ejemplo es preguntar si una cultura concreta como entidad influye a los humanos que la integran, y si ésta es causa de su comportamiento a través de múltiples influencias, como el lenguaje, la gastronomía o la forma de socializar.

Como hemos señalado anteriormente, la pandemia de COVID-19 ha sido una experiencia común a todos los humanos que puede ayudarnos a arrojar luz sobre preguntas acerca de los elementos relacionados con los niveles de organización. El ejemplo más evidente es el escepticismo que provocó en sus primeros momentos la influencia del uso de la mascarilla u otros hábitos de contención de la difusión del virus SARS-CoV-2. Pensamos que, debido a que hemos reflexionado en conjunto sobre la influencia y la regulación de los niveles superiores sobre los inferiores, puede ser un fructífero ejercicio esbozar cómo sería la regulación *top-down* en el individuo biológico “Pandemia de COVID-19”. Comenzaremos desde el nivel superior hasta los inferiores:

- *En el nivel 5* las distintas redes de información sobre la pandemia han expuesto distintas reglas de comportamiento que están destinadas a inhibir la reproducción de los agentes en los cuatro niveles inferiores: uso de mascarillas, guantes, limpieza de superficies de uso común, distintas formas de confinamiento y fomento del uso de distintas redes sociales como formas alternativas de comunicación, y finalmente la vacunación y todos los procesos asociados a su administración. Además, habría que añadir aquí el complejo entramado de comunicación electrónica entre instituciones, naciones y diversas organizaciones que ayudaban a actualizar sincrónicamente cada rincón del planeta afectado por la pandemia. Todos estos mensajes relacionados directamente con la pandemia COVID-19 en su conjunto formarían una red de influencia destinada a acotar la expansión del nivel inferior,

4, relacionado con focos epidémicos. Esta contención sobre el nivel 4 es efectiva porque los mensajes están expresados dentro de cánones culturales y lingüísticos del nivel 4 que son interpretados, directamente, por los mensajes del nivel 5. Y es por la asimilación de estas medidas de comportamiento de los organismos humanos, por lo que la reproducción de microgotas que contienen grandes cantidades del virus SARS-CoV-2 se inhibe, al cortar directamente sus medios de difusión, afectando directamente a la reproducción de los agentes en los niveles 1 y 2.

- *En el nivel 4.* Hasta la era de la información en la que vivimos actualmente, este nivel ha sido el último conocido de una pandemia como individuo biológico. Esto implica, como hemos señalado, que la pandemia estaba conectada al espacio geográfico donde se desarrollaban las epidemias, pero que no tenía ningún nivel de regulación por encima de ella. De modo que no podía trascender el espacio geográfico en el que se desarrollaba, haciendo que la interpretación de los humanos en el nivel 3 estuviera por lo tanto limitada a las epidemias que se creaban por contagio entre los organismos. De esta manera, las medidas de contención han sido siempre por servicios especializados médicos y militares (N4) que, en el lugar geográfico de la epidemia, imponían las medidas de contención conocidas por aquel entonces. Si bien el uso de mascarillas en la pandemia de la mal llamada gripe española en 1918 ya se fomentaba por medios periodísticos, pensamos que este medio no alcanzaba un nivel de organización con pleno derecho. En pandemias anteriores, como la de la mencionada Peste Negra en el siglo XIV, la regulación desde el nivel 4 está también relacionada directamente con la creación de *ghettos*, al haberse relacionado en aquella época la identidad de esta pandemia con la identidad del pueblo judío.
- *En el nivel 3,* el nivel del organismo, es donde se desarrollan tanto los comportamientos adquiridos por la recepción de los mensajes del nivel 5, como aquellos recibidos por la propia experiencia comunitaria por el contacto con los semejantes y sus relaciones directas en el nivel 4. Aquí tendríamos tanto las medidas profilácticas ejercidas por cada organismo humano, como su compromiso con los procesos de vacunación. En este nivel, la autoconciencia sobre estado de pandemia, epidemia y enfermedad ejerce una influencia sobre la reproducción de los agentes de los niveles inferiores: células infectadas y virus. Aparte de la conciencia generada por la regulación de cada nivel, por el hecho de ser nosotros mismos los integrantes de este nivel, sabemos bajo nuestra propia experiencia que el estado de enfermedad general provocado por la activación del sistema inmune inactiva e inhibe las funciones y acciones de los organismos, debilitándonos y provocando una serie de malestares que impiden que podamos, ya por nuestra falta de volición, relacionarnos con nuestros semejantes.
- *En el nivel 2.* La regulación sobre el nivel inferior es más evidente ya que se refiere a la propia actividad de las células del sistema inmune sobre la reproducción del virus en el nivel molecular. La identificación del virus por el sistema inmune es un proceso complejo: puede llevarse a cabo de forma natural cuando el sistema inmune localiza algún antígeno como un fenotipo asociado al invasor, aquel agente que está causando tantas señalizaciones de células necrotizadas por haber sido infectadas. Este antígeno puede ser un fenotipo de un agente celular, como en el caso de una infección bacteriana, o puede ser un fenotipo de un agente molecular, como es el caso de un virus. En este caso, las células del sistema inmune como agentes se encargan de localizar el antígeno molecular asociado al agente patógeno, para desencadenar distintas maneras de destruir o interceptar el agente localizado. El

proceso de identificación del antígeno también puede darse por la ayuda de medios artificiales: tal es la labor de las vacunas y los distintos procesos que desencadenan para llamar la atención del sistema inmune sobre un determinado antígeno.

- *En el nivel 1* la regulación se da en los componentes moleculares que interactúan con el virus. Estos elementos tienen un principal ejemplo en los mecanismos de defensa de la propia célula infectada -la así llamada inmunología molecular- que son propios de cada célula no especializada como célula del sistema inmune. Estos componentes internos de la célula, como enzimas y otras composiciones proteicas que se encargan de localizar y neutralizar cualquier componente no identificado por la identidad celular, son siempre el primer frente de batalla de las células contra los patógenos moleculares (Tweedell, Kumar, y Kanneganti 2023). Este nivel, sin embargo, no formaría parte de la jerarquía *top-down*, sino de la autorregulación dentro del propio nivel de la reproducción de agentes patógenos.

Vemos que la regulación *top-down* consiste en la interacción de los agentes *bottom-up* de la pandemia con los agentes humanos correspondientes en cada nivel de organización. En el nivel 5 la información de la pandemia, en el 4 las reacciones socioculturales y ecológicas de las poblaciones humanas, en el 3 el comportamiento y la fisiología de los organismos infectados, en el 2 las significativas relaciones con las células del sistema inmune, añadiendo el nivel 1 de autorregulación, no *top-down*, pero de análoga función al resto de niveles expuestos. Esto nos deja ver que la identidad de la pandemia COVID-19 depende íntegramente de su interacción con cada uno de los niveles de organización de los humanos.

4. CONCLUSIÓN

En este escrito hemos presentado la pandemia de COVID-19 como un individuo biológico a través de la descripción de cinco niveles de organización. Esto ha mostrado tanto su desarrollo desde los niveles moleculares a los ecológicos, incluso lingüísticos, como su definición y limitación como entidad relacionada con los elementos humanos con los que interactúa en cada uno de estos cinco niveles. Como esperamos que sea evidente, los niveles de organización pueden llegar a ser mucho más complejos que el resumen que hemos presentado aquí. La diferencia entre niveles puede incluir un salto incluso en leyes de la física distintas: las leyes de la mecánica propias de los niveles de organización macroscópicos, como el de un elefante o un insecto, no tienen que coincidir con las leyes que rigen el nivel micro, esto es, atómico, molecular y celular (Nicholson 2019).

Para este escrito, hemos elegido un fenómeno como la pandemia de COVID-19 por haber sido un fenómeno biológico experimentado en común por todos nosotros en el mismo espacio y tiempo. Todos hemos sido testigos del mismo relato sobre su surgimiento, su desarrollo y su control e integración en la realidad social y biológica humana. Por eso consideramos que es un magnífico ejemplo para exponer un método de descripción de individuos biológicos a través de sus niveles de organización.

No es habitual considerar una pandemia como un individuo en sí, sino más bien suele describirse como un fenómeno propiamente humano provocado por un patógeno. Aquí hemos querido ir un paso más allá y señalar que el propio virus SARS-CoV-2, por su propia interacción con nosotros a través de nuestros propios niveles de organización, se expresa como entidad individual. Esta entidad está esbozada por la descripción de la interacción entre niveles: *bottom-up* es la relación de emergencia partiendo del nivel de organización molecular, de la misma manera que se parte del nivel

de organización molecular cuando se describe a cualquier individuo biológico a partir de su ADN. Y *top-down*, la regulación descendente, está representada materialmente por el anfitrión del agente vírico molecular, nosotros, y por nuestras medidas para limitar la reproducción de los agentes moleculares *bottom-up*. Nosotros somos en cada uno de los niveles de organización el medioambiente del virus SARS-CoV-2. Y por el hecho de la conexión tan aguda que se produce entre niveles de organización por el inaudito éxito reproductivo, la regulación *top-down* se define elocuentemente por la limitación de esta elevada tasa reproductiva. Consideramos que señalar a la expansión material y a los límites impuestos en su medioambiente es un método con mucha potencialidad para describir importantes fenómenos procedentes de la vida y la evolución como individuos biológicos.

Sugerimos que cada fenómeno tiene que observarse y comprenderse desde su propio nivel de organización. Así, por ejemplo, el comportamiento humano como aquel fenómeno creado a partir de una estructura material celular y regulada desde una organización ecológica y cultural. El aporte teórico más importante asociado a nuestro ejercicio de interpretación de la pandemia de COVID-19 como un individuo biológico compuesto por niveles de organización es que ofrece una alternativa a posibles reduccionismos, ofreciendo una descripción mucho más rica y aproximada a la complejidad de los individuos y fenómenos biológicos y culturales. Deseamos que ambas perspectivas sobre el fenómeno humano, la biológica y la cultural, pudieran encontrar en nuestra propuesta un lugar de acuerdo y concordia.

FINANCIACIÓN

Este trabajo ha sido financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación y la Unión Europea (proyectos RYC-2016-20,089, PGC2018-099392-A-I00 y PID2021-128728NB-I00 a IM) y por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) y la Consejería de Transformación Económica, Industria, Conocimiento y Universidades de la Junta de Andalucía, dentro del programa FEDER Andalucía 2014–2020 (01-Refuerzo de la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación, grant P20_00419 to IM). IM es integrante del consorcio LifeHub, financiado por el Proyecto Intramural PIE-202120E047-Conexiones-Life de la Agencia Estatal del Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

REFERENCIAS

- Bavel, Jay J. Van, Katherine Baicker, Paulo S. Boggio, Valerio Capraro, Aleksandra Cichocka, Mina Cikara, Molly J. Crockett, et al. 2020. "Using Social and Behavioural Science to Support COVID-19 Pandemic Response". *Nature Human Behaviour* 4 (5): 460-71. <https://doi.org/10.1038/s41562-020-0884-z>.
- Brooks, Daniel S., James DiFrisco, y William C. Wimsatt, eds. 2021. *Levels of organization in the biological sciences*. Vienna series in theoretical biology. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press.
- Craver, Carl F., y William Bechtel. 2007. "Top-down Causation Without Top-down Causes". *Biology & Philosophy* 22 (4): 547-63. <https://doi.org/10.1007/s10539-006-9028-8>.
- Dawkins, Richard. 1976. *The selfish gene*. New York: Oxford University Press.
- Gilbert, Scott F. 2020. "Developmental Symbiosis Facilitates the Multiple Origins of Herbivory". *Evolution & Development* 22 (1-2): 154-64. <https://doi.org/10.1111/ede.12291>.

- Gover, Angela R., Shannon B. Harper, y Lynn Langton. 2020. “Anti-Asian Hate Crime During the COVID-19 Pandemic: Exploring the Reproduction of Inequality”. *American Journal of Criminal Justice* 45 (4): 647-67. <https://doi.org/10.1007/s12103-020-09545-1>.
- Guay, Alexandre, ed. 2016. *Individuals across the sciences*. Oxford; New York: Oxford University Press.
- Hull, David L. 1976. “Are Species Really Individuals?” *Systematic Zoology* 25 (2): 174. <https://doi.org/10.2307/2412744>.
- Hull, David L. 1978. “A Matter of Individuality”. *Philosophy of Science* 45 (3): 335-60. <https://doi.org/10.1086/288811>.
- Müller-Wille, Staffan. 2010. “Cell Theory, Specificity, and Reproduction, 1837–1870”. *Studies in History and Philosophy of Science Part C: Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences* 41 (3): 225-31. <https://doi.org/10.1016/j.shpsc.2010.07.008>.
- Nicholson, Daniel J. 2019. “Is the Cell Really a Machine?” *Journal of Theoretical Biology* 477 (septiembre): 108-26. <https://doi.org/10.1016/j.jtbi.2019.06.002>.
- Puhach, Olha, Benjamin Meyer, y Isabella Eckerle. 2022. “SARS-CoV-2 Viral Load and Shedding Kinetics”. *Nature Reviews Microbiology*, diciembre. <https://doi.org/10.1038/s41579-022-00822-w>.
- Roughgarden, Joan, Scott F. Gilbert, Eugene Rosenberg, Ilana Zilber-Rosenberg, y Elisabeth A. Lloyd. 2018. “Holobionts as Units of Selection and a Model of Their Population Dynamics and Evolution”. *Biological Theory* 13 (1): 44-65. <https://doi.org/10.1007/s13752-017-0287-1>.
- Schneeweiß, Niklas, y Harald Gropengießer. 2019. “Organising Levels of Organisation for Biology Education: A Systematic Review of Literature”. *Education Sciences* 9 (3): 207. <https://doi.org/10.3390/educsci9030207>.
- Sender, Ron, Shai Fuchs, y Ron Milo. 2016. “Revised Estimates for the Number of Human and Bacteria Cells in the Body”. *PLOS Biology* 14 (8): e1002533. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1002533>.
- Tweedell, Rebecca E., Sivakumar Prasanth Kumar, y Thirumala-Devi Kanneganti. 2023. “Innate Sensing Pathways: Defining New Innate Immune and Inflammatory Cell Death Pathways Has Shaped Translational Applications”. *PLOS Biology* 21 (2): e3002022. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3002022>.
- V'kovski, Philip, Annika Kratzel, Silvio Steiner, Hanspeter Stalder, y Volker Thiel. 2021. “Coronavirus Biology and Replication: Implications for SARS-CoV-2”. *Nature Reviews Microbiology* 19 (3): 155-70. <https://doi.org/10.1038/s41579-020-00468-6>.
- Wilson, Robert A. and Matthew J. Barker. 2021. “Biological Individuals”. *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Winter 2021 Edition), Edward N. Zalta (ed.), URL = <<https://plato.stanford.edu/archives/win2021/entries/biology-individual/>>.

BREVE CV

David Ricote es Licenciado en Filosofía por la Universidad Autónoma de Madrid y Máster en Ciencias de las Religiones por la Universidad Complutense de Madrid. Actualmente realiza su doctorado en el Programa de Doctorado de Biología de la Universidad Complutense de Madrid, en el Departamento de Genética, Fisiología y Microbiología de la Facultad de Ciencias Biológicas. Durante su doctorado, ha trabajado en dos proyectos de investigación del Ministerio de Ciencia e Innovación y de la Junta de Andalucía en el laboratorio del Dr. Ignacio Maeso, en el Centro Andaluz de Biología del Desarrollo (CABD). Como docente, ha impartido clases de Evolución del Pensamiento

Biológico en el Grado de Biología de la Universitat de Barcelona. Fuera del ámbito académico, ha desarrollado además una carrera laboral en diferentes campos de servicios informáticos, enfocando todo su trabajo a la relación entre el usuario y la tecnología. En este campo, ha obtenido un Diploma de Especialización en Análisis Bioinformático por la Universidad Pablo de Olavide de Sevilla.

Ignacio Maeso es Licenciado en Biología por la Universidad Complutense de Madrid y Doctor en Genética por la Universitat de Barcelona. Tras realizar su doctorado, se incorporó como investigador postdoctoral al laboratorio del Profesor Peter Holland en el Departamento de Zoología de la Universidad de Oxford. Posteriormente, realizó una segunda estancia postdoctoral en el laboratorio del Profesor José Luis Gómez Skarmeta en el Centro Andaluz de Biología del Desarrollo (CABD) en Sevilla. Allí, como Investigador Ramón y Cajal, comenzó su propio laboratorio cuyas líneas de investigación se centran en tres ámbitos: la evolución de la regulación génica en animales, las capacidades de los seres vivos para interpretar e interactuar *de novo* con nuevas entidades biológicas y la filosofía de la biología. Actualmente, ha trasladado su grupo de investigación a Barcelona, donde es Professor Agregat del Departament de Genètica, Microbiologia i Estadística y del Institut de Recerca de la Biodiversitat (IRBio) de la Universitat de Barcelona.

ARQUI-CRIATURAS #8. Mohamad Rasoul Moosapour.

