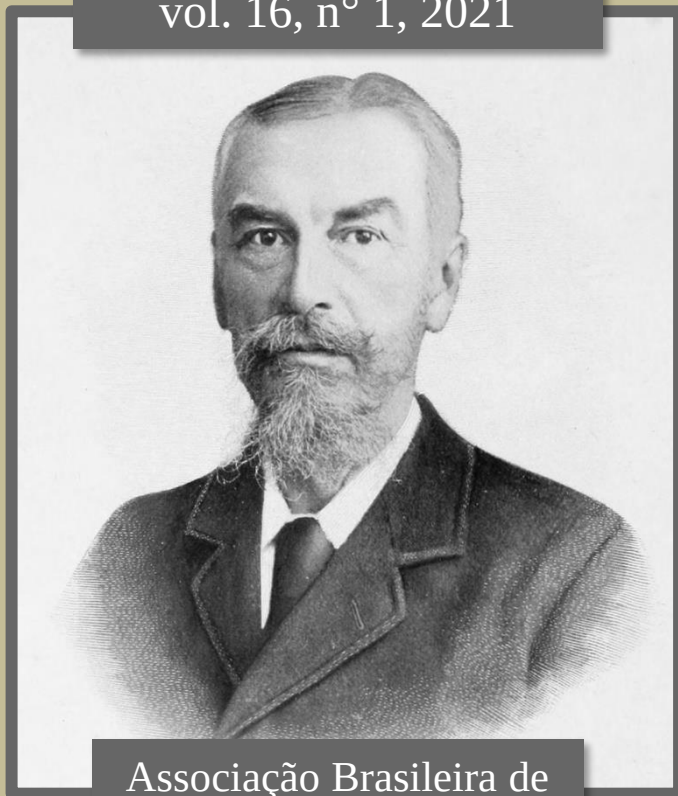


ISSN 1983-053X
e-ISSN 2178-6224

Filosofia e História da
Biologia
vol. 16, nº 1, 2021



Associação Brasileira de
Filosofia e História da
Biologia – ABFHiB

 **FAPESP**

BOOK 

Filosofia e História da Biologia 16.1

Filosofia e História da Biologia

Volume 16, número 1

Jan.-Jun. 2021

Associação Brasileira de Filosofia e História da Biologia – ABFHIB

<http://www.abfhib.org>

DIRETORIA DA ABFHIB (GESTÃO 2019-2021)

Presidente: Ana Maria de Andrade Caldeira (UNESP-Bauru)

Vice-Presidente: Maurício de Carvalho Ramos (USP)

Secretaria: Frederico Felipe de Almeida Faria (UFSC)

Tesoureira: Viviane Arruda do Carmo (GHTB/USP)

Conselheiros: Aldo Mellender de Araújo (UFRGS)

Lilian Al-Chueyr Pereira Martins (FFCLRP-USP)

Maria Elice Brzezinski Prestes (USP)

Nelio Marco Vincenzo Bizzo (USP/UNIFESP)

A Associação Brasileira de Filosofia e História da Biologia (ABFHIB) foi fundada no dia 17 de agosto de 2006, durante o *IV Encontro de Filosofia e História da Biologia*, realizado na Universidade Presbiteriana Mackenzie, em São Paulo, SP. O objetivo da ABFHIB é promover e divulgar estudos sobre a filosofia e a história da biologia, bem como de suas interfaces epistêmicas, estabelecendo cooperação e comunicação entre todos os pesquisadores que a integram.

Filosofia e História da Biologia

Editoras: Lilian Al-Chueyr Pereira Martins (FFCLRP-USP)

Maria Elice Brzezinski Prestes (USP)

Editor associado: Roberto de Andrade Martins (UNIFESP)

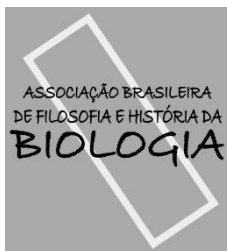
Conselho editorial: Aldo Mellender de Araújo (UFRGS), Ana Maria de Andrade Caldeira (UNESP), Charbel Niño El-Hani (UFBA), Douglas Allchin (UM-EUA), Garland E. Allen (Washington University in St. Louis, USA), Gustavo Caponi (UFSC), Marisa Russo (UNIFESP), Marsha L. Richmond (WSU-EUA), Maurício de Carvalho Ramos (USP), Nadir Ferrari (UFSC), Nelio Bizzo (USP), Pablo Lorenzano (UBA, Argentina), Palmira Fontes da Costa (UNL, Portugal), Ricardo Waizbort (Instituto Oswaldo Cruz), Sander Gliboff (IU-EUA), Susana Gisela Lamas (UNLP, Argentina).

ISSN 1983-053X
e-ISSN 2178-6224

Filosofia e História da Biologia

Volume 16, número 1

Jan.-Jun. 2021



**Filosofia e História
da Biologia**

V. 16, n. 1, jan.-jun. 2021

Homepage:

<https://www.revistas.usp.br/fhb>
<https://www.abfhib.org/revista/>

e-mail da revista:

fil-hist-biol@abfhib.org

Filosofia e História da Biologia é uma Revista USP com a parceria da Associação Brasileira de Filosofia e História da Biologia (ABFHiB). Integra também as publicações do Centro Interunidades de História da Ciência (CHC) da Universidade de São Paulo.

**Copyright © 2021 Filosofia e
História da Biologia**



A publicação adota a licença *Creative Commons Non Commercial - Share Alike* 4.0 International. Os manuscritos são de propriedade da revista *Filosofia e História da Biologia*. As informações e conceitos emitidos em artigos assinados são de absoluta responsabilidade de seus autores.

Editoras executivas:

Lilian Al-Chueyr Pereira Martins
Maria Elice Brzezinski Prestes

Editoração:

Tatiane Barbosa Martins
Fabio Fiss

Filosofia e História da Biologia. Vol. 16, número 1 (jan.-jun. 2021). São Paulo, SP: Universidade de São Paulo/ABFHiB, 2021.

Semestral

x, 130 p.; 21 cm.

ISSN 1983-053X

1. Biologia – história. 2. História da biologia. 3. Biologia – filosofia. 4. Filosofia da biologia. I. Martins, Lilian Al-Chueyr Pereira. II. Prestes, Maria Elice Brzezinski. III. Martins, Roberto de Andrade. IV. Filosofia e História da Biologia. V. Associação Brasileira de Filosofia e História da Biologia, ABFHiB.

CDD 574.1 / 574.9

Filosofia e História da Biologia é indexada por:

Historical Abstracts - <http://www.ebscohost.com/academic/historical-abstracts>

Isis Current Bibliography - <https://isiscb.org/>

Latindex - <https://www.latindex.org/latindex/ficha?folio=20081>

Philosopher's Index - <http://philindex.org/>

Redib - https://redib.org/Record/oai_revista6142-filosofia-e-hist%C3%B3ria-da-biologia?lng=pt

Sumário

Lilian Al-Chueyr Pereira Martins e Maria Elice Brzezinski Prestes “Editorial”	vi
Adolfo Recober Montilla “Sinergia e incremento de complejidad” “Synergy and increasing complexity”	1
Daniela Frey e Ricardo Waizbort “Cinema, doença infecciosa e teoria da evolução: uma estratégia possível ao Ensino Médio” “Cine, disease and theory of evolution: a possible strategy for High School”	29
Diogenes Rafael de Camargo e Kátia Vanessa Tarantini Silvestri “As diferentes concepções de natureza na sociedade ocidental: da <i>physis</i> ao desenvolvimento sustentável” “The different conceptions of nature in Western society: from physis to sustainable development”	59
Víctor Emilio Parra Leal “Two versions of the evolutionary debunking argument and their challenges to moral realism” “Duas versões do argumento evolucionário da moralidade e seus desafios ao realismo moral”	87
Viviane Arruda do Carmo “Wallace, Sclater e os modelos de distribuição biogeográfica” “Wallace, Sclater and the biogeographic distribution models”	113

EDITORIAL

Lilian Al-Chueyr Pereira Martins
Maria Elice de Brzezinski Prestes

O volume 16, número 1, dá continuidade à nova fase de *Filosofia e História da Biologia* que passou juntamente com *Khronos* e *Intelligere* a fazer parte dos periódicos do Centro Interunidade de História da Ciência (CHC) e a integrar o portal de revistas USP.

Visando promover a discussão de temas de interesse para a área em que se insere e suas interfaces epistêmicas, este fascículo é constituído por cinco artigos publicados em três idiomas: português, espanhol e inglês. Os temas tratados nos mesmos incluem filosofia da biologia, história da biologia e as interfaces história da evolução-educação científica e história da biologia-filosofia. Os autores são provenientes de diferentes instituições do Brasil e exterior.

Adolfo Recober Montilla discute sobre as relações entre complexidade, funcionalidade, seleção natural e outros conceitos fundamentais.

Daniela Frey e Ricardo Waizbort tratam do ensino de doenças infectocontagiosas e evolução no nível médio tendo como estratégia o filme “O despertar de uma paixão” que retrata uma epidemia de cólera na China.

Diógenes Rafael de Camargo e Kátia Vanessa Tarantini Silvestri abordam concepções de natureza na sociedade ocidental desde a Antiguidade até o século XXI, com o desenvolvimento sustentável.

Vítor Emilio Parra Leal avalia alguns desafios ao realismo moral presentes nos argumentos evolutivos da moralidade de Richard Joyce e Sharon Street.

Viviane Arruda do Carmo discute sobre o modelo de distribuição geográfica do naturalista Philip Lutley Sclater e a posição de Alfred Russel Wallace em relação a ele.

Somos extremamente gratas a todos aqueles que participaram direta ou indiretamente nos diversos momentos da organização deste fascículo, incluindo os autores de artigos e particularmente, àqueles que atuaram como árbitros pelos cuidadosos pareceres, contribuindo assim para a concretização dos objetivos da Associação Brasileira de Filosofia e História da Biologia (ABFHiB).



Philip Lutley Sclater (1829-1913)
Disponível em: [Wikimedia.org/wikipedia/commons](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Philip_Lutley_Sclater.jpg)

Sinergia e incremento de complejidad

Adolfo Recober Montilla *

Resumen: En este trabajo intentaré mostrar en qué medida la complejidad puede suponer una ventaja para la funcionalidad de las estructuras orgánicas y, por tanto, podría ser favorecida por la selección natural. Creo que los argumentos que expondré podrían explicar una tendencia evolutiva general, hacia el progresivo incremento de dicha magnitud. Tales argumentos podrían resumirse en que, en primer lugar, mientras mayor sea el número de elementos que constituyen un sistema, mayor será el número de formas en que estos podrán interactuar; en segundo lugar, mientras mayor sea el número de interacciones posibles, más probabilidades habrá de que se den interacciones sinérgicas que favorezcan la eficiencia funcional del conjunto; y en tercer lugar y dado que la eficiencia funcional es un factor favorecido por la selección natural, la complejidad se incrementará, privilegiada indirectamente por dicha presión selectiva. Antes de profundizar en estos argumentos relativamente simples, me esforzaré en exponer, también del modo más elemental posible y ajustándolas al marco de esta cuestión, las nociones de cada uno de los conceptos fundamentales implicados: *complejidad*, *emergencia*, *funcionalidad* y *sinergia*, cuya interpretación imprecisa o adecuada a otros contextos, me parece la mayor amenaza a la comprensión de esta propuesta.

Palabras clave: Sinergia. Complejidad. Funcionalidad. Emergencia. Eficiencia.

Synergy and increasing complexity

Abstract: In this paper, I will try to show to what extent complexity can be an advantage for the functionality of organic structures and, therefore, favored by natural selection. I believe that the arguments that I will present could explain a general evolutionary trend, towards the progressive increase of this magnitude. I sum them up as follows. Firstly, greater the number of elements constitute a system, greater are the ways in which they can interact. Second,

* Autor independiente. Via S. Nicolao, Tenero-Contera, Switzerland. E-mail: adolfo-recober@gmail.com

greater is the number of possible interactions, the more likely there will be synergistic interactions favoring the functional efficiency of the whole; and thirdly, since functional efficiency is a factor favored by natural selection, complexity will increase, indirectly privileged by selection pressure. Before dealing with these simple arguments, I will endeavor to expose, in the most elementary way possible and adjusting them to the framework of this question, the notions of each of the fundamental concepts: *complexity*, *emergence*, *functionality* and *synergy*, whose imprecise interpretation or appropriation to other contexts, seems to me the greatest threat to the understanding of this proposal.

Key-words: Synergy. Complexity. Functionality. Emergence. Efficiency.

1 INTRODUCCIÓN

La evolución biológica, desde sus primeras propuestas, ha suscitado siempre la discusión de la existencia de alguna direccionalidad o tendencia, en los cambios experimentados por las diversas formas de vida, pero las posturas de los defensores de esta idea, presentan matices e incluso grandes diferencias. Del mismo modo y por tanto, las críticas de sus detractores están, en general, dirigidas contra uno u otro posicionamiento y esgrimen argumentos distintos. Para definir la naturaleza de la idea que aquí se expondrá, es interesante notar que los planteamientos a favor de alguna direccionalidad, podrían dividirse en dos categorías:

Por una parte, aquellos que suelen relacionar la evolución con el concepto de *progreso*, interpretando dicha direccionalidad como el cumplimiento de un plan, el progresivo perfeccionamiento y la consecuente superioridad de unos organismos respecto a otros, o incluso el ascenso de una *scala naturae* en la que el ser humano es el fin, algo predominante en el contexto histórico de las primeras teorías evolutivas.

Por otra parte, existen planteamientos que se limitan a afirmar puntualmente el incremento de alguna magnitud, sin encontrar en ello ninguna relación con la idea de progreso. Este es el caso de Stuart Alan Kauffman (1993, 1995) que propone a la evolución biológica como consecuencia de un proceso de autocatálisis de complejidad creciente, y es también el de esta propuesta, que tratará el incremento de complejidad sin reconocer en ello progreso alguno, en el sentido de perfeccionamiento.

Otra división es posible y también interesante, para ubicar el objetivo de este trabajo:

-Por una parte, el reconocimiento de alguna tendencia puede estar basado en las evidencias, en la observación de hechos que, aun no reparando en su causa, induzcan a pensar en direccionalidad.

-Otras propuestas, encuentran en las evidencias razones suficientes para justificar la sospecha de alguna tendencia, pero se esfuerzan en dilucidar una causa. Este es el caso de Brian Carey Goodwin, en cuya tesis fundamental sostiene, adoptando la perspectiva de las ciencias de la complejidad, que todas las características principales de los organismos “son los resultados robustos de principios morfogénéticos” (Goodwin, 1995, p. 154). Es también el caso de este trabajo, pues en él se pretenderá una explicación causal del progresivo incremento de complejidad en la evolución biológica.

Mientras Julian Sorell Huxley (1887-1975) es uno de los principales exponentes en la defensa de la idea de progreso (Huxley, 1942), Stephen Jay Gould (1941-2002) constituye uno de sus más firmes detractores. Independientemente de la ideología que sobre ello construye, Huxley elabora, en el primero de sus *Ensayos de un biólogo* (Huxley, 1923), una descripción de los hitos evolutivos que, en su opinión, permiten inferir progreso. Sin embargo, aunque reconoce que:

El gran mérito de Darwin fue que, no contento con la multitud de evidencias a favor de la realidad de la evolución, desarrolló también una teoría que hacía al menos posible entender cómo la evolución podía llegar a ser un proceso natural (Huxley, 1923, p. 32)

Huxley basa su afirmación en los hechos observables, y no ofrece una causa o mecanismo responsable de dicha tendencia evolutiva.

De hecho, los argumentos en defensa de algún tipo de direccionalidad en la evolución biológica, a menudo no proponen mecanismos, basándose, en su lugar, en observaciones que justifican pensar en alguna tendencia. Por este motivo, los contraargumentos de los detractores de la idea de direccionalidad no están, generalmente, dirigidos a la refutación de explicaciones causales, sino que atacan a la interpretación de las observaciones, considerando que el error está en concluir de ellas tendencia alguna. Así, los argumentos de Gould (1996) no atacan tampoco a ningún mecanismo que pudiese constituir la causa de un progresivo incremento de la complejidad.

De hecho, Gould (1996, p. 197) admite el incremento de complejidad, pero sostiene que no puede considerarse una tendencia general, ya que afecta tan solo a una mínima parte de los organismos. Afirma, además, que la fluctuación del nivel de complejidad de los organismos a lo largo de su evolución es aleatoria, pero que, al iniciarse la vida en el nivel mínimo de complejidad, no puede más que alejarse de ese límite, y el aumento de la complejidad es la única dirección posible. Esta idea podría considerarse, incluso, un mecanismo *per se*, ya que constituiría una causa razonable del incremento de complejidad: ante la imposición de un límite, algo que se mueve aleatoriamente, se alejará progresivamente de él en la dirección contraria. Más adelante, en la sección 10, intentaré explicar por qué, en mi opinión, ese argumento no se ajusta a la realidad observable; que la fluctuación del nivel de complejidad no es aleatoria, y que su direccionalidad no es debida a un factor externo, como la imposición de un límite, sino a un mecanismo intrínseco de la evolución biológica, subordinado a la selección natural y con base en la sinergia.

En general, estoy de acuerdo con la mayoría de los argumentos que Gould presenta, aunque no con lo que de ellos concluye, y encuentro que no son contradictorios con lo que aquí expondré. Sin embargo, en algunas ocasiones pueden parecerlo, de modo que a medida que desarrolle mi argumentación, retomaré las afirmaciones del autor que podrían interpretarse como contrarias a mis planteamientos.

2 INCREMENTO DE COMPLEJIDAD

Antes de exponer los argumentos que, en mi opinión, podrían explicar el incremento de complejidad en la evolución biológica, considero necesario matizar las nociones de *complejidad* e *incremento* en el contexto de este trabajo.

La complejidad, en su acepción más común e intuitiva, refiere una magnitud relativa al número de componentes de un objeto. Más complejo será, desde esta perspectiva, lo constituido por un mayor número de elementos. Una segunda acepción de complejidad, algo más sofisticada pero igualmente intuitiva y común, es la de complejidad descriptiva. También llamada complejidad computacional o de Kolmogorov (Ming y Vitányi, 2009) en computación, hace referencia al número de recursos necesarios para describir un objeto. Desde este enfoque, la

sucesión “7, 93, 4, 21, 83”, por ejemplo, sería considerada más compleja que la sucesión “2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2”, a pesar de tener esta última un mayor número de componentes, ya que su descripción podría reducirse a “diez veces 2”, mientras que la descripción de la primera sucesión sería necesariamente más extensa. Al margen del contexto estricto de la computación, podemos reconocer esta particularidad de la complejidad descriptiva en muchos otros casos. Una estrella, por ejemplo, a pesar de estar compuesta por una cantidad enormemente mayor de átomos que cualquier organismo, es susceptible de ser descrita mediante un número muy inferior de recursos de los que serían necesarios para describir la más simple de las formas de vida. Podría, prácticamente, entenderse esta complejidad descriptiva, como una magnitud referente al número, pero también a la variedad de componentes. Ambas nociones de complejidad serán válidas para identificar la magnitud a cuyo incremento me referiré.

La mayoría de los ejemplos que expondré, hará referencia a la complejidad de las estructuras en cuanto a sus componentes físicos, porque considero que será así más fácilmente reconocible la cantidad y variedad de estos, resultando tales ejemplos más ilustrativos. Sin embargo, es necesario tener en cuenta que la complejidad implica la consideración de elementos no estrictamente físicos, sino también funcionales, comportamentales, relacionados a interacciones ecológicas, etcétera; de modo que podemos encontrar la complejidad estructural del ser humano, por ejemplo, muy similar a la de otros primates en cuanto a órganos, tejidos y estructura general y, sin embargo, si consideramos factores como sus interacciones sociales, la tecnología que desarrolla o el lenguaje que usa para comunicarse, como parte de sus elementos constituyentes, reconoceremos una notable diferencia.

Considero importante aclarar que, con *incremento de la complejidad*, no me referiré a su aumento en cada uno de los organismos que constituyen toda la biodiversidad, ni a la extinción de los más simples, sino a lo que podríamos llamar *complejidad máxima*, es decir, a la continua aparición de organismos cuya complejidad supera a la de cualquiera de los anteriores.

En ese sentido, no discutiré la superioridad numérica de los organismos más simples, del mismo modo que los primeros elementos químicos en aparecer fueron también los más simples y siguen hoy siendo

los más abundantes, sin que ello nos impida afirmar que, progresivamente, se formaron elementos más complejos. Del mismo modo también que, si arrojásemos continuamente piedras sobre una superficie, estas se distribuirían en el nivel más bajo, pero eventualmente algunas quedarían en un nivel superior, amontonándose sobre las otras. A pesar de que el mayor número de piedras ocuparía siempre los niveles inferiores, algunas de ellas alcanzarían progresivamente niveles más altos en el proceso.

Sobre este punto, Gould basa uno de sus principales argumentos:

Sí, pecarías, petunias y poesía. Pero la tierra permanece repleta de bacterias, y los insectos sin duda dominan entre los animales multicelulares, con alrededor de un millón de especies descritas frente a sólo cuatro mil especies de mamíferos (Gould, 1996, p. 145)

Es cierto que el número de organismos con una complejidad estructural inferior, supera al de los más complejos. Pero, ¿hace esto inviable un análisis del incremento de la complejidad máxima? ¿No podemos acaso analizar procesos como la síntesis de elementos químicos progresivamente más complejos, o el alcance de niveles cada vez más altos en el amontonamiento de piedras del ejemplo anterior? Si leyésemos un estudio sobre la evolución histórica de uno de los países que hoy llamaríamos desarrollados, que examinase sus más importantes avances tecnológicos, culturales, políticos, etcétera, y sus consecuencias, y que a partir de esos datos sugiriese en qué medida dar prioridad al desarrollo de la educación, de la comunicación o de la sanidad, para su futuro progreso, ¿negaríamos su validez, argumentando que es un error hablar de progreso, avance o desarrollo, porque aún existen tribus de cazadores-recolectores? Incluso si ese país fuese el único existente, y el resto del planeta estuviese poblado por miles de tribus aisladas, podríamos defender la idea de que los integrantes de tales tribus tuviesen mejor calidad de vida, o reflexionar sobre su impacto ecológico en comparación al del país del ejemplo, etcétera; pero al margen de cuestiones de esa índole, no podemos afirmar que, por el hecho de que existan tribus, el estudio del desarrollo de un país sea inviable, infundado o carezca de interés.

Del mismo modo, pueden ofrecerse planteamientos éticos que inviten a considerar hasta qué punto el ser humano merece más respeto o derecho a la vida que cualquier otro organismo, a reflexionar sobre

el impacto ecológico de nuestra especie, a cuestionar que la complejidad signifique superioridad en algún otro sentido, etcétera; pero la existencia e incluso el mayor número de organismos unicelulares, no constituye un argumento que desautorice el análisis de una posible tendencia evolutiva hacia el incremento de la complejidad máxima.

De esa índole, parecen también las convicciones que incentivan la posición de Gould que, en numerosas ocasiones, afirma que es “la ciega arrogancia humana, nuestra admiración de nosotros mismos” (Gould, 1996, pp. 17, 29, 135, 175) el sesgo que da lugar a la idea de progreso. Pero este trabajo abordará el incremento de complejidad desde el análisis de una posible causa, sin pretender progreso o superioridad en el sentido en que Gould lo encuentra inaceptable.

Considero también importante aclarar que con ‘progresivo’, no pretendo aludir a regularidad alguna. Parece en todo caso más evidente que dicho incremento, sin darse a un ritmo estable y regular, presenta una cierta aceleración. La Edad de piedra fue notablemente más extensa que la de los metales, abarcando, solo su primer periodo, el Paleolítico, prácticamente el 99% de la existencia de la humanidad. Y tomando como referencia los avances tecnológicos más relevantes, el dominio del fuego, la invención de la rueda, la revolución industrial, el aprovechamiento de la energía eléctrica, etcétera, es también notable una general aceleración en la aparición de tales novedades. En la evolución biológica se aprecia también una extensa estabilidad de los organismos más antiguos, y la aparición más continua de nuevas formas en los periodos más recientes. Sin embargo, y aunque las proposiciones que expondré podrían también interpretarse como explicaciones de dicha aceleración, no es mi intención pronunciarme respecto al ritmo del incremento de la complejidad, más que para evitar la interpretación del término progresivo como regular o continuo.

Los casos de incremento de complejidad en la evolución biológica son muy abundantes, y algunos tan notables como el surgimiento de células eucariotas a partir de procariotas, de pluricelulares a partir de unicelulares, de organismos sociales a partir de organismos independientes, etcétera. De hecho, es difícil localizar casos contrarios, como lo sería el de unicelulares que hubiesen perdido la limitación membrana de su núcleo (un paso de eucariota a procariota, de haberse dado); el de formas de vida unicelular, procedentes de la independización de

estas, de organismos pluricelulares anteriores; o el de organismos de vida independiente descendientes de especies sociales o gregarias.

Pero la evolución no está exenta de casos puntuales en los que podríamos hablar de una reducción de la complejidad. Con el linaje de los terápsidos¹, del que actualmente solo sobreviven los mamíferos, aparece una dentición que se distingue por la diversidad de tamaños y formas dentales y, sin embargo, existen también casos de pérdida de algunos o todos los dientes, como el del oso hormiguero, que carece de ellos, o el de armadillos y perezosos, que sólo presentan molares (Pérez-Pérez et al, 2010); es también un conocido ejemplo el de algunos peces que, al ocupar entornos oscuros, perdieron los ojos (Owen, 2015); y en organismos adaptados a la vida parasitaria, es común y casi general una reducción de la complejidad estructural (Poulin, 1996; McShea y Hordijk, 2013). Sin embargo, en todos estos casos, las especies predecesoras no necesariamente desaparecen ante la competencia de las nuevas formas, sino que más bien, lo que tiene lugar es la ocupación de otros nichos por esas nuevas variedades que, aunque más simples, contribuyen por tanto a un aumento de la complejidad general, produciendo ecosistemas más diversos.

Aun así, estos casos de reducción de la complejidad estructural, son utilizados por Gould para negar la existencia de mecanismos impulsores de su incremento. Trataré de mostrar las razones por las que creo que tal conclusión no está justificada, en la sección 10. En cualquier caso, las evidencias en uno u otro sentido, no serán aquí asumidas como argumentos determinantes sino como observaciones que, si bien pueden hacer intuir y motivar la investigación de una aparente tendencia, esta será más digna de algún crédito a través de la consideración de su causa.

3 EMERGENCIA

Uno de los conceptos fundamentales en esta argumentación será el de emergencia. Sus distintas acepciones presentan matices según las

¹ Los terápsidos son un grupo de sinápsidos pertenecientes al clado de los ofiacodontes. Tenían postura cuadrúpeda y alimentación carnívora o herbívora. Proliferaron durante las eras Paleozoica y Mesozoica. En un principio se creía que pertenecían al grupo de los reptiles.

perspectivas desde las que se contempla, pero, del mismo modo en que he intentado abordar los conceptos de complejidad e incremento, y en que más adelante abordaré el de función y el de sinergia, mi principal objetivo será proponer una noción de emergencia lo más sencilla y clara posible, suficientemente operativa en este contexto y para el desarrollo sólido de los argumentos que siguen.

Revisando lo más elemental en la literatura relacionada a la emergencia encontramos que, en filosofía, hace referencia a aquellas propiedades o comportamientos de un sistema, no reducibles a las propiedades o procesos de sus partes constituyentes. Suele decirse, en ese sentido, que “el todo es más que la suma de las partes”.

John Stuart Mill (1843) plantea una distinción entre leyes homopáticas y heteropáticas. Las primeras siguen el principio de composición de causas: el efecto conjunto de varias causas es igual a la suma de sus efectos por separado. Este principio se cumple en la mecánica clásica, por ejemplo, cuando diversas fuerzas actúan sobre un mismo cuerpo. Las leyes heteropáticas, sin embargo, no cumplen el principio de composición de causas.

El ejemplo paradigmático al que alude Mill (1843) es el de las reacciones químicas, en que las propiedades del compuesto resultante no pueden formularse como suma de las propiedades de los componentes reactivos. Así, por ejemplo, el agua tiene propiedades que no pueden reducirse a las del hidrógeno y el oxígeno.

Encontramos también en torno a esta cuestión el principio de superposición, una herramienta matemática que permite descomponer un problema en subproblemas más sencillos, de tal manera que el problema original se obtiene como superposición de estos últimos. Este principio puede interpretarse como la afirmación de que, cuando las ecuaciones de comportamiento que rigen un problema físico son lineales, el resultado puede obtenerse como la suma de los efectos de cada uno de los factores causantes. Los sistemas no lineales, en cambio, son aquellos cuyo comportamiento no está sujeto al principio de superposición.

Quisiera hacer notar que los casos más abundantemente usados para ejemplificar el fenómeno de la emergencia suelen ser de una complejidad notable: los procesos mentales (Searle, 1994) que, como la conciencia, no están presentes en ninguna medida en las neuronas, sino

que sobrevienen de las interacciones entre estas; los llamados super-organismos (Hölldobler y Wilson, 2008) constituidos por organismos sociales; o el comportamiento de bandada en los estorninos (Reynolds, 1987) son algunos de los ejemplos más recurrentes en la literatura relacionada a este fenómeno. Aunque estos casos son, por su complejidad, muy llamativos e interesantes, no es necesario sino arriesgado, en mi opinión, intentar abordar el fenómeno a través de su estudio. Es mucho más productivo, creo, concentrarse en el análisis del proceso de emergencia en los casos más simples. De hecho, operando de este modo, se hace evidente que la emergencia es un fenómeno mucho más abundante de lo que sugieren los casos más complejos, pues por emergente podría entenderse, todo resultado surgido de modo no lineal de un proceso.

Para comprender lo que en adelante se expondrá, es importante asumir esta posibilidad de dividir a los procesos en dos grupos: aquellos cuyo resultado se produce de modo lineal, y aquellos en que el resultado es emergente, a causa de un particular modo de interacción entre los elementos implicados.

Podríamos decir que, en primer lugar, cuando varios elementos se combinan constituyendo una nueva estructura, esta última podrá presentar propiedades equivalentes a la suma de propiedades presentes en sus componentes. Así, por ejemplo, una estructura consistente en una tuerca enroscada en un tornillo, tendrá un peso que será exactamente la suma de los pesos del tornillo y de la tuerca, y lo mismo ocurrirá con su volumen, que será el resultado de la suma de los volúmenes de sus componentes. En segundo lugar, que los componentes de una estructura, pueden combinarse o interactuar, en algunas ocasiones, de una gran variedad de formas. Vemos así que la tuerca, puede alojarse a mayor o menor profundidad en distintos puntos del vástago del tornillo. En tercer lugar y por último, que los distintos modos de combinación pueden dar lugar a comportamientos particulares en situaciones específicas, no deducibles de modo lineal de ninguna de las propiedades de los componentes de la estructura, sino dependientes del modo en que tales elementos se combinan o interactúan. Así, podemos imaginar un compartimento con una forma tal que el tornillo y la tuerca puedan alojarse en él, solo cuando esta última se encuentre en un punto preciso del cuerpo del tornillo, y de ningún otro modo (figura 1).

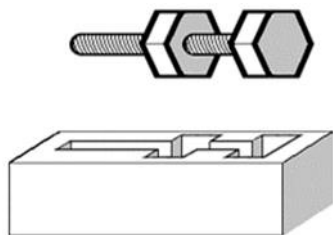


Fig. 1. La profundidad a la que una tuerca debe enroscarse en el eje de un tornillo, para poder alojar el conjunto en una cavidad con una forma concreta, ejemplifica cómo algunos elementos pueden combinarse de muy distinto modo y cómo, ciertas combinaciones, pueden dar lugar a comportamientos particulares en situaciones precisas.

Fuente: Elaboración propia.

Podemos decir entonces que una estructura o sistema, puede presentar propiedades no reducibles a las propiedades de sus componentes e incluso, en algunos casos, propiedades que no existen en absoluto en ellos, sino que emergen de sus interacciones. Que estas propiedades emergentes pueden ser muy variadas y están determinadas, además de por la naturaleza de los elementos implicados, por el modo en que estos interactúan o se combinan. Una vez que estos criterios nos permiten identificar a las estructuras con propiedades o comportamientos emergentes, podemos analizar un grupo particular de ellas: las estructuras funcionales.

4 FUNCIONALIDAD

Definir el concepto de función entraña una cierta dificultad. ¿Por qué, generalmente, no consideramos que una nube, al precipitar lluvia, un volcán al expulsar lava, una estrella al fusionar átomos en su interior o el oxígeno, al oxidar una pieza de hierro, están realizando una función? ¿Por qué consideramos, sin embargo, que cuando nuestro aparato digestivo digiere, cuando un vehículo transporta una mercancía, cuando el ojo ve o cuando unas tijeras cortan un papel, realizan una función?

Autores como Larry Wright (1973), Phillip Kitcher (1998), Colin Allen y Marc Bekoff (1998), interpretan la función como *raison d'être*, entendiendo así que, una estructura funcional, es aquella que ha sido

diseñada con un propósito, y su función es ese propósito para el que ha sido diseñada. En la evolución biológica no interviene un agente intencional, sino que, a lo sumo, podría decirse que es la selección natural la que diseña a las estructuras funcionales orgánicas. Pero, como expone Gustavo Caponi (2020), dado que la selección natural no puede entenderse sin recurrir al concepto de función, describir a la función con base en la selección natural, es incurrir en circularidad.

Desde la perspectiva de Caponi (2020), cualquier proceso causal es susceptible de ser analizado funcionalmente, asumiendo que las atribuciones funcionales implican predicados ternarios. Es decir, diremos que el movimiento del corazón (x), tiene la función de bombear la sangre (y), porque asumimos como proceso de referencia la circulación sanguínea (z). Así, aunque el movimiento del corazón (x) produzca también un sonido (y), no asumiremos a este último como su función; pero si consideramos el efecto que dicho sonido puede tener calmando a un bebé o en la respuesta de un polígrafo (z), podremos realizar un análisis funcional del proceso.

Encontrando del todo convincentes y asumiendo las tesis de Caponi (2020), me parece aceptable una noción de función que, al menos dentro de este marco teórico, resulte operativa. Y como el asunto que estamos tratando se desarrolla en un contexto evolutivo, considero que un criterio válido para distinguir a las estructuras funcionales podría ser, precisamente, con base en su evolución: podríamos llamar funcionales a las estructuras que evolucionan, experimentando algún progreso en su eficiencia.

Desde esta perspectiva vemos que, aunque las estrellas más pequeñas fusionan una variedad muy limitada de elementos, y las más masivas pueden producir una variedad mucho mayor de ellos, las estrellas no son cada vez más masivas, de modo que pueda apreciarse un aumento en su eficiencia; no es apreciable tampoco una evolución en los tipos de volcanes, que les permita generar mayor cantidad de lava; ni las nubes han experimentado cambios hacia formas que precipiten mayores cantidades de agua; ni el oxígeno se ha vuelto cada vez más oxidante. Sin embargo, el aparato digestivo de los organismos, sus distintos sistemas de locomoción o sus órganos sensoriales, muestran un progresivo aumento en su eficiencia a través de su evolución; estructu-

ras tecnológicas como los medios de transporte, podrán llegar más lejos, a mayor velocidad, o transportar un mayor número de personas o cargas más pesadas; y los distintos lenguajes, permitirán transmitir información progresivamente más compleja y de modo más eficiente.

Creo que, en este punto y aunque pueda echarse de menos una mayor precisión en las exposiciones, se entenderán los criterios propuestos para distinguir, en el marco de este trabajo, a las propiedades emergentes y a las estructuras funcionales, permitiéndonos abordar un fenómeno particular que eventualmente se da en estas últimas, consistente en la emergencia de propiedades que suponen una notable mejora en su eficiencia, y que bien podríamos llamar sinergia.

5 SINERGIA

Introducido por Émile Littré en el *Diccionario de la lengua francesa* (Littré, 1873-1874) como un concepto fisiológico relativo a la asociación de varios órganos para el desempeño de una función, la sinergia, comúnmente, refiere el fenómeno que tiene lugar cuando varios factores actúan en conjunto, observándose un efecto superior al que hubiera podido esperarse de estos actuando aisladamente, y suele por ello expresarse con el aforismo "uno y uno suman tres".

Tomando como ejemplo una estructura funcional bastante simple, como un arco rudimentario, podemos comprobar cómo se aplicarían a ese caso las nociones propuestas para los conceptos emergencia, función y sinergia:

-En primer lugar, vemos que su comportamiento es emergente. Se trata de una estructura compuesta, en el modelo más simple, por tres elementos: una pieza de madera flexible que será el cuerpo del arco y que acumulará energía potencial al flexionarse; una varilla con punta que será el proyectil; y una cuerda que, sujeta a los extremos del cuerpo del arco en flexión, impulsará a este último al liberarse. Los tres elementos podrían combinarse de diversos modos, constituyendo otras estructuras distintas que, sin embargo, no permitirían la propulsión del proyectil con la potencia y velocidad que permite un arco. Su acción es, por tanto, un comportamiento emergente, resultado de una configuración estructural precisa.

-En segundo lugar, vemos que se trata de una estructura funcional. Ya sea para la caza, la guerra o el deporte, los arcos han evolucionado

desde los modelos más simples, incorporando modificaciones que suponen mejoras en su eficiencia, configuraciones muy particulares que pueden incluir poleas y una selección de materiales muy específicos. Es decir, evoluciona mejorando su eficiencia y se trata, por tanto, de una estructura funcional.

-En tercer lugar, vemos que su configuración estructural produce un resultado sinérgico. Su eficiencia funcional, se ve favorecida por la particular interacción de sus componentes.

En conclusión, podríamos entender la sinergia como aquel fenómeno emergente observable en las estructuras funcionales, cuando una configuración precisa de los componentes, resulta en un incremento notable y no lineal de su eficiencia funcional.

6 COMPLEJIDAD Y EFICIENCIA

En esta sección, a partir de lo anteriormente expuesto, intentaré desarrollar la última proposición: que la mayor complejidad (mayor número y variedad de los elementos constituyentes) de una estructura funcional, supone una mayor probabilidad de interacciones sinérgicas y que, como consecuencia de ello, la complejidad será favorecida indirectamente por la selección natural.

Al tratarse de un fenómeno emergente, la sinergia no guarda relación lineal con los elementos de cuya interacción es resultado. Por este motivo, un número de elementos podrá permitir una configuración estructural funcional y, sin embargo, la interacción del doble de elementos no implicará necesariamente un comportamiento doblemente eficiente; la supresión de un solo elemento, podría impedir completamente el desarrollo de la función; y la inclusión de un único elemento más, podría aumentar significativamente su eficiencia. No hay, en definitiva, relación lineal entre la complejidad de una estructura funcional y su eficiencia.

Así, recurriendo de nuevo al ejemplo del arco vemos que, para su funcionalidad, son necesarios al menos tres elementos y que, la disponibilidad de otros objetos, como una roca o una segunda cuerda, puede no tener utilidad alguna y por tanto no justificar su uso; la supresión de cualquiera de sus componentes impediría por completo el desarrollo de su función; y la inclusión de algunos elementos, sin embargo, podría permitir configuraciones que mejorasen su eficiencia funcional: una

pluma sujeta en la cola de la flecha, permitirá que esta recorra mayores trayectorias sin girarse, o una pequeña piedra afilada en su punta aumentará su capacidad de penetración.

Es justo reconocer dos hechos, también derivados de la no linealidad de la emergencia. En primer lugar, que no podemos asegurar que el arco sea el modo más eficiente de combinar sus componentes. Es siempre posible, aunque improbable en este caso, que otra configuración de los mismos elementos pudiese ser más eficiente y, sin embargo, haber pasado desapercibida al ingenio de sus constructores. En segundo lugar, es también cierto que la inclusión de un nuevo elemento, puede perjudicar la eficiencia funcional de una estructura. Este fenómeno, en otros contextos, suele llamarse sinergia negativa, y un ejemplo es la combinación de un ácido y una base, que no resultará en la potenciación de ninguna de las propiedades de estos sino en su neutralización. En el caso del arco, podría utilizarse el fuego para construir flechas incendiarias que supusiesen una ventaja en la batalla y, el mismo elemento, podría quemar la cuerda del arco impidiendo su función.

Debemos reconocer, por tanto, que un mayor número de elementos no implica necesariamente una mejora de la eficiencia funcional de una estructura. Sin embargo, y dado que para cada interacción sinérgica son necesarios unos componentes mínimos, sí que podemos afirmar que la disponibilidad de un mayor número de elementos, permitirá un mayor número de interacciones sinérgicas, y esta afirmación será el argumento principal para relacionar complejidad y eficiencia en este trabajo.

Así, en un caso de tecnología como el arco, el artífice de la herramienta no se verá obligado a utilizar todos los elementos de que disponga, de modo que desechará aquellos que no considere útiles. En el caso de la selección natural, no existe un constructor ni criterio alguno que impida que una estructura orgánica incorpore (como resultado de una mutación aleatoria, por ejemplo) un nuevo componente estructural que resulte perjudicial para su funcionalidad; sin embargo, ello supondrá una desventaja para el individuo, que se verá desfavorecido en la competencia con aquellos que no hayan incorporado dicho elemento negativo.

En la cría y cultivo selectivos, se realiza una selección de los individuos con los rasgos que interesa conservar, permitiendo la reproducción solo a ellos. En la evolución biológica, hablamos también de selección porque, aunque no existe un agente intencional operando, el resultado es análogo, pues las variedades menos favorecidas tendrán menos probabilidades de dejar descendencia y a largo plazo, ello privilegiará la proliferación de las variedades más aptas. Del mismo modo, tampoco existe en la naturaleza un ingeniero que, valiéndose precisamente de su ingenio, decida qué configuraciones son más eficientes y qué elementos aprovechar o desechar, pero podría entenderse una suerte de ingeniería o tecnología natural ya que, bajo el efecto de la selección natural, el resultado es análogo al que tiene lugar en manos de un constructor, un ingeniero, un arquitecto o un tecnólogo, eligiendo los elementos más adecuados, desechando los inútiles y perjudiciales, y seleccionando la configuración estructural más apropiada para obtener la mayor eficiencia posible.

El constructor, al contar con la posibilidad de desechar aquellos elementos que no considere útiles, siempre preferirá disponer del mayor número y variedad de materiales posibles, sabiendo que ello eventualmente permitirá la construcción de estructuras más eficientes. Parece lógico pensar por tanto que, del mismo modo, la selección natural, podrá producir configuraciones orgánicas más eficientes, cuando disponga de un mayor número y variedad de recursos sobre los que actuar.

La evolución no podría, por ejemplo, haber producido células eucariotas, de otro modo que favoreciendo el comportamiento simbiótico de procariontes; no podría haber dado lugar a la aparición de organismos multicelulares, si no existiesen antes formas de vida unicelular, cuya agregación favorecer; solo después, podría también privilegiar la especialización celular en las nuevas formas multicelulares; y solo disponiendo de organismos multicelulares, podría favorecer la emergencia de sistemas sociales.

Estos saltos hacia configuraciones estructurales más complejas, están funcionalmente justificados, ya que una mayor complejidad, aun no implicando siempre una mayor eficiencia funcional e incluso pudiendo ser desfavorable, eventualmente, permitirá interacciones sinérgicas que, tanto el constructor como la selección natural, si es posible, aprovecharán.

Rocas más duras y afiladas, maderas más flexibles y ligeras, cuerdas más finas y resistentes, permitirán construir arcos más eficientes. Pero solo cierto número y variedad de elementos, permitirá construir una ballesta, que supondrá nuevas ventajas. Y las ballestas podrán también evolucionar mejorando su eficiencia, mediante la inclusión de una mayor variedad y número de elementos, pero, de nuevo, solo un mayor número y variedad de ellos permitirá la construcción de una catapulta, que ofrezca nuevas ventajas. Es decir, aun reconociendo que, dada la naturaleza de la emergencia, no hay linealidad entre complejidad y eficiencia, sí que podemos afirmar que cierto nivel de eficiencia, será solo alcanzable a partir de cierto nivel de complejidad.

Pero además, esa misma no-linealidad de la emergencia, que puede hacer que la inclusión de un nuevo componente en una estructura funcional no aumente en absoluto su eficiencia e incluso la reduzca o anule, puede eventualmente permitir un resultado sinérgico, consistente en un incremento muy notable de la eficiencia, también de modo no lineal ni proporcionado. Y esta posibilidad, la sinergia, que en la evolución tecnológica fuerza el diseño de estructuras cada vez más complejas, ha de producir el mismo efecto en las estructuras orgánicas que, en cuanto estructuras funcionales, deberían verse sujetas al mismo principio.

7 AGREGACIÓN

Además de la evolución que una estructura funcional puede experimentar gradual y progresivamente, eventualmente puede darse una agregación de estructuras ya funcionales, relativamente complejas, y resultantes de procesos evolutivos independientes. Estos casos suponen un incremento de complejidad muy significativo, respecto al consistente en modificaciones progresivas y sutiles de una misma estructura.

Una ventana de cristal puede proporcionar protección de la intemperie sin impedir el paso de la luz y el calor y permitiendo también ver el exterior; un motor de explosión, puede generar energía cinética a partir de un combustible; una lámpara permite iluminar una zona a partir de energía eléctrica; y la rueda, es ampliamente eficiente en sistemas de transporte terrestre. Todas ellas son estructuras funcionales, elementos tecnológicos que han evolucionado mediante modificaciones

que han supuesto una mejora en su eficiencia. Otras estructuras tecnológicas, sin embargo, pueden incorporar elementos que ya, independientemente, eran estructuras funcionales: un automóvil puede desplazarse accionando las ruedas mediante un motor de explosión, y disponer de ventanas y de lámparas.

La aparición de nuevas formas orgánicas, tampoco es siempre resultado de una transformación sutil y progresiva sino que, en ocasiones, consiste en la agregación de organismos independientes. Estrechas relaciones simbióticas como las que tienen lugar entre hongos y algas en los líquenes, la emergencia de pluricelulares a partir de la agregación de organismos unicelulares o la simbiogénesis (Margulis, 2002), mediante la cual, un organismo puede terminar convirtiéndose en un órgano de otra especie, representan casos análogos al que acabamos de ver con el automóvil, y en los que la complejidad experimenta un incremento muy significativo, acompañado de la emergencia de interacciones sinérgicas que se traducen en un aumento también muy notable de su eficiencia.

Cada nueva estructura compuesta a partir de los elementos existentes, se convierte automáticamente en un potencial elemento constituyente de nuevas estructuras más complejas, multiplicando, por tanto, cada novedad, el número de posibles nuevas interacciones y, en consecuencia, favoreciendo el incremento general de la complejidad.

8 TENDENCIA CONTRARIA

Otro de los argumentos que Gould expone, sugiriendo que la selección natural no debería favorecer la complejidad, es la observación de:

Muchas situaciones en las que las formas más elaboradas pueden ser un obstáculo: más piezas que pueden fallar, menos flexibilidad porque todas deben interactuar con precisión (Gould, 1996, p. 195)

Es innegable, tanto en la evolución biológica como en la tecnológica, una cierta tendencia a lo simple, cuya causa es la ventaja, también innegable, que supone la simplicidad para la eficiencia funcional en ciertas circunstancias, y que puede incluso parecer un argumento suficiente para refutar lo que aquí se propone. Sin embargo, como inten-

taré exponer a continuación, si analizamos las causas de dicha tendencia a la reducción de la complejidad, veremos que son más débiles que las que provocan su incremento y, por tanto, en el enfrentamiento entre ambas tendencias, se impone la segunda.

En el contexto tecnológico, a menudo relacionamos lo complejo con lo complicado o aparatoso, teniendo estos términos connotaciones negativas; y lo simple, con lo sencillo o fácil, que encontramos cualidades positivas. El motivo, puede estar relacionado a la facilidad de uso, pero también a la economía de recursos. El resultado es la búsqueda de un equilibrio entre la complejidad (que favorece, como hemos visto, a la eficiencia funcional) y la mayor sencillez posible (que en general supondrá una reducción del tiempo de aprendizaje y de la dificultad para el uso, de los recursos para la construcción, etcétera) de dichas estructuras tecnológicas. Hablaré de *complicación* para referirme a esa “*complejidad negativa*”, y de *sencillez* para referirme a esa “*simplicidad positiva*”, pues creo que es el modo más claro de analizar estos hechos particulares.

Así, para una persona, el modo más sencillo de desplazarse puede ser caminar, y el uso de un automóvil puede resultar más eficiente en la mayoría de los casos, pero implica cierta complicación: el aprendizaje de su conducción y de las reglas de circulación, el mayor riesgo de accidente, etcétera. De hecho, habrá siempre circunstancias en que el uso de un automóvil no compense la complicación que implica, como podría ser el caso de una persona que no necesite hacer grandes desplazamientos. De hecho, también, si no existiese ninguna circunstancia en que la eficiencia funcional de los automóviles compensase la complicación de utilizarlos, no existirían automóviles del mismo modo que, si la cantidad de recursos y de energía necesarios para la construcción y mantenimiento de una tela de araña, no fuese compensada por su eficiencia funcional, sin duda, ninguna araña tejería telas.

Podríamos hablar entonces de una pugna entre dos tendencias contrarias: una hacia la sencillez (pues la complicación, como hemos visto, en cierta medida perjudica a la eficiencia) y otra hacia la complejidad (ya que esta propicia la emergencia de comportamientos sinérgicos. La oposición entre ambas resulta, podríamos decir, en una tendencia al equilibrio entre eficiencia y sencillez. Sin embargo, y a pesar de las ventajas siempre presentes en la sencillez y de los inconvenientes de la

complicación, eventualmente, se dan circunstancias en que esta última se ve compensada por la eficiencia funcional emergente de una configuración algo más compleja. Y estos casos eventuales, a largo plazo, deberían inclinar progresivamente ese equilibrio hacia el incremento general de la complejidad, dado que un pequeño aumento de esta puede, gracias a la particular naturaleza no lineal de la sinergia, resultar en un muy notable aumento de la eficiencia funcional.

De hecho, es interesante preguntarse por qué la evolución biológica produce una biodiversidad tan variada, y no un menor número de especies con una mayor versatilidad para prosperar en distintos nichos. Podríamos imaginar un organismo capaz de volar, nadar y sumergirse a grandes profundidades, y de excavar galerías y correr a gran velocidad, y de respirar dentro del agua y fuera de ella, y de valerse de un metabolismo heterótrofo y autótrofo y de realizar fotosíntesis, y preguntarnos por qué no es esa la tendencia evolutiva que observamos. Y la única respuesta convincente parece ser esa tendencia a la sencillez, por los motivos que he expuesto, y que nunca se verían compensados, en un caso así, por la eficiencia que una complejidad tan extrema pudiera ofrecer.

Esta suerte de monstruo (en cuanto ficticio, contra natura y compuesto de multitud de partes con distintas funciones) no debería poder competir con el guepardo en la carrera o con el marrajo en el nado, porque se vería lastrado por la ‘complicación’ de cargar, por ejemplo, con unas alas inútiles en esas circunstancias, de modo que sería generalmente ‘vencido en cada campo de batalla’ por los organismos especialmente adaptados a las condiciones que impone cada nicho. Y esto parece coincidir con la idea de una tendencia a la biodiversificación que no es otra cosa que un incremento de la complejidad biótica) defendida por autores como Daniel McShea y Robert Brandon, que afirman que

En cualquier sistema evolutivo en el que hay variación azarosa y herencia, en ausencia de fuerzas y constricciones, la diversidad y la complejidad tenderán a aumentar (McShea y Brandon, 2010, p.4)

Podemos extrapolar también estos argumentos a un contexto ajeno al biológico y al de las estructuras físicas en general, como es el del lenguaje. En castellano, es admitida la supresión de la letra ‘p’ inicial en términos como *psicología* o *pseudónimo*. Esta modificación supone una reducción de la complejidad, en cuanto consiste en la supresión de un

componente. La motivación es conseguir una mayor sencillez, que no implica una reducción de la eficiencia. Pero analizando la evolución general del castellano, el número de estas simplificaciones es incomparable, por ejemplo, al número de inclusiones de nuevos términos. Y si en lugar de contemplar la evolución del castellano o incluso de todas las lenguas, analizamos la evolución de los sistemas de comunicación en general, incluyendo los utilizados por los diversos organismos y también los recursos tecnológicos implicados, tales reducciones de la complejidad resultan del todo insignificantes frente al abrumador incremento de esta.

9 GENERALIDAD EN LAS TENDENCIAS EVOLUTIVAS

No cabe discusión sobre la existencia de tendencias evolutivas puntuales, siempre en cuanto a rasgos precisos, en linajes concretos y durante espacios temporales limitados. Así, una polilla que coloniza un nuevo entorno puede experimentar un cambio progresivo de color, desde el original, apropiado a su zona de procedencia, hacia el de las superficies sobre las que suele posarse en su nuevo hábitat. Pero estos cambios, aunque pueden mostrar una clara direccionalidad, dejan de darse por distintos motivos y, en cualquier caso, cuando el rasgo que sea, no puede ser ya más eficiente. Es decir, no permiten hablar de una direccionalidad general a todos los linajes ni a todos los entornos, situaciones y momentos.

También se utiliza el término tendencia respecto a paralelismos evolutivos, como la aparición de alas en aves, insectos y mamíferos, y aunque no pueda hablarse de alas, sí de la capacidad de volar o al menos de planear, en saurios, anfibios e incluso serpientes y peces. Tampoco en este caso, se trata de una tendencia del todo general porque, si bien distintas especies de organismos pueden evolucionar habilitando ese modo de locomoción, siempre habrá otras categorías adaptadas a nichos ecológicos en los que no sea posible, o resulte más apropiado desarrollar otras capacidades como la de excavar, nadar o trepar.

Sobre estos hechos construye Gould uno de sus contraargumentos más sólidos:

La selección natural solo puede producir la adaptación a los entornos inmediatos (y cambiantes) (...) La sucesión de los ambientes locales en cualquier lugar debería ser efectivamente aleatoria a lo largo del tiempo

geológico: los mares vienen y se van, el clima se vuelve más frío, luego más caliente, etcétera. La historia evolutiva también debería ser aleatoria. (Gould, 1996, p. 135)

Efectivamente, si la adaptación de los organismos es siempre en relación a los entornos que habitan, y si las características de los distintos entornos sufren cambios con un potente componente aleatorio, la evolución debería entonces ser también aleatoria. Y de hecho es así, en cuanto a la mayoría de los rasgos de los organismos. Sin embargo, a diferencia de cada rasgo concreto, la eficiencia es una magnitud presente, en mayor o menor medida, en toda estructura funcional, y su maximización, es siempre una ventaja, para cualquier organismo y en cualquier etapa y condiciones. Esta naturaleza del todo general, de la eficiencia funcional, y la influencia, también general, de la complejidad en su favor, se traduce, en mi opinión, en la única tendencia o direccionalidad del todo general en la evolución biológica: el progresivo incremento de la complejidad.

10 EL ARGUMENTO DEL LÍMITE

Podemos asumir que el nivel de complejidad estructural de los primeros organismos debió ser el mínimo imprescindible para permitir su reproducción, con transmisión de información genética y variación, y así también la acción de la selección natural. A partir de esta asunción, Gould argumenta que, al dar comienzo la vida en el nivel de complejidad mínimo, no puede darse más que un progresivo alejamiento de dicho límite (Gould, 1996, pp. 167-174). Quedaría así justificado el progresivo incremento de la complejidad, a causa de un factor externo y limitante, pero no de un mecanismo intrínseco de la evolución. Es decir, para Gould, el nivel de complejidad de las formas de vida, si su evolución estuviese libre de la imposición de límites, variaría de forma aleatoria. Sin embargo, este argumento que podemos encontrar convincente en una primera lectura, y que en sí constituiría una explicación causal del incremento de complejidad, no parece tan válido cuando se analiza en mayor profundidad. Un límite impuesto a una fluctuación aleatoria, podrá provocar un alejamiento del punto de partida, si este se sitúa próximo a ese límite, y especialmente al principio del proceso; pero apenas se da dicho alejamiento, la probabilidad de fluctuación, a

menos que exista otro factor, debería ser la misma en todas las direcciones.

Gould recurre al ejemplo de un hombre ebrio que camina por una acera, desplazándose aleatoriamente a izquierda y derecha. A su izquierda, está siempre presente la pared del edificio y a su derecha, un canal de desagüe entre la acera y la calzada en el que, tarde o temprano, el hombre caerá (Gould, 1996, p. 149). Sin embargo, el muy estrecho margen de fluctuación que ofrece una acera, en el ejemplo elegido por Gould para representar la variedad de niveles de complejidad de los organismos, no es suficiente para hacer pasar desapercibido un detalle decisivo para la validez de la analogía que propone. Y es que, apenas el individuo del ejemplo se separa lo más mínimo de la pared, la probabilidad de un desplazamiento a la izquierda o a la derecha, es exactamente la misma, y esto, es lo que no se observa en absoluto en las fluctuaciones del nivel de complejidad en la evolución biológica.

Existen, como se ha mencionado, casos de reducción en la complejidad estructural de los organismos, pero su número es insignificante frente a los casos de incremento, no correspondiendo en absoluto a lo que podríamos llamar una fluctuación aleatoria. De hecho, en la literatura que presenta evidencias de la reducción de complejidad, no suele faltar nunca la mención a los parásitos y, en menor medida, a casos como la pérdida de los ojos en peces adaptados a la vida en cuevas que también expuse. Sin embargo, sabemos que la simplificación estructural en los parásitos consiste en la desaparición de elementos cuyas funciones, pasan a ser asumidas por la especie parasitada o compensadas por las ventajas que ofrece esa relación. Y debido a las razones expuestas en la sección 8, sobre la tendencia a la sencillez, podría casi considerarse un principio que, en la evolución, todo aquello que no tiene una utilidad, supone un problema y tiende a ser eliminado. Y la misma razón justifica la desaparición de los ojos en los peces que habitan cuevas y, probablemente, todos los casos de reducción de complejidad.

Aun así, como también se expuso en la sección 8, la aparición de tales nuevas formas más simples, no implica la desaparición de las formas ancestrales, sino un enriquecimiento de la diversidad. Podríamos pensar en un lago habitado por una única especie de pez, con profundas cuevas que permanecen deshabitadas. Después de un tiempo, algunos de los peces podrían haber conseguido adaptarse a la vida en el

interior de las cuevas, experimentando modificaciones como la pérdida de los ojos, y otras muchas que incluso impidiesen la reproducción de estas nuevas variedades cavernícolas con sus predecesores e incluso entre ellas, de modo que podríamos hablar de una múltiple especiación.

Gould recurre a menudo al término *miopía*, para criticar la conclusión de incremento de complejidad, a partir de la consideración de solo una parte de los organismos:

La percepción de una tendencia puede representar solo nuestro enfoque miope en objetos raros en un extremo en la variación de un sistema. (Gould, 1996, p. 33)

Sin embargo, no reconoce el mismo problema cuando recurre a los casos de reducción de complejidad como argumento. A partir de un lago habitado por una única especie y con cuevas deshabitadas, en el ejemplo anterior, la evolución ha dado lugar a una nueva situación que ahora es un lago con cuevas, habitado por especies distintas. Solo un enfoque limitado y la pérdida de una perspectiva general permitiría afirmar, en un caso así, que la evolución ha producido una reducción de la complejidad; desde luego, no de la complejidad máxima, ni a nivel ecológico o general. Probablemente, los casos de reducción de la complejidad estructural en los organismos, además de relativamente escasos frente a los de su incremento, se deban exclusivamente a la adaptación de las especies a nichos en los que algún elemento que poseían, deja de ser necesario y es por ello eliminado.

No tenemos constancia de formas de vida unicelular, procedentes de la independización de un ancestro multicelular; de procariotas descendientes de especies eucariotas; de algas y hongos autosuficientes, que anteriormente viviesen en simbiosis en líquenes ahora extintos; de animales solitarios, cuyos antepasados fuesen gregarios, que, comparados con los casos de incremento de complejidad, permitan afirmar que la fluctuación de los niveles de esta es aleatoria.

Si ignorásemos el principio de Arquímedes (me permito construir un ejemplo extravagante pero ilustrativo), podríamos pensar que los desplazamientos de un cuerpo sumergido en un líquido, son aleatorios y no responden a principio alguno. Con esa convicción, al observar que una piedra en la superficie del agua se hunde, o que un trozo de madera en el fondo asciende, podríamos pensar que es debido únicamente a que, al encontrarse en los límites del líquido, solo pueden alejarse de

ellos. Sin embargo, nos bastaría observar que a media profundidad ambos cuerpos mantienen sendas tendencias, para comprender que ha de haber otra causa. El argumento del límite pierde su coherencia, cuando las evidencias que a él se atribuyen, siguen dándose lejos ya de límite alguno.

11 CONCLUSIÓN

Es cierto que históricamente, las propuestas de direccionalidad o tendencia en la evolución biológica, han estado a menudo acompañadas de ideologías e interpretaciones muy discutibles, e incluso en ocasiones subyace en ellas un trasfondo antropocéntrico. Sin embargo, es posible también admitir el incremento de una magnitud, sin extraer de ello ninguna otra conclusión y sin dejar de reconocer que cualquier “*aleteo de mariposa*”, podría haber dado lugar a que hoy, la especie más compleja fuese un insecto o un cefalópodo, o perteneciese a una clase nueva de organismos.

Es cierto también que los organismos unicelulares, constituyen la mayor parte de la biodiversidad actual, y que han dominado en número todas las etapas desde el origen de la vida. Pero ello no impide reconocer un progresivo incremento de la complejidad máxima.

Es cierto también que la fluctuación aleatoria de una magnitud, cuando parte de un límite mínimo, se alejará de él incrementándose. Pero donde el límite ya no tiene efecto, apenas se ha producido el más mínimo alejamiento de él, debe haber otra causa, si la misma tendencia sigue observándose.

Es cierto también que, a lo largo de la evolución, se han dado casos de reducción de la complejidad estructural en algunos organismos, pero estos son debidos a la adaptación a nuevos medios y, las nuevas variedades, no necesariamente sustituyen a las originales sino que, más bien, contribuyen a un incremento de la biodiversidad.

Pero, sobre todo, aunque es cierto que una idea que se sustenta en las evidencias como recurso argumentativo, es susceptible de ser atacada con evidencias a favor de la idea contraria, ello dará lugar a una discusión que nunca será tan próspera, como la propuesta de una explicación causal que, más allá de las evidencias, se expone a una crítica directa y admite una precisa refutación. Por ese motivo, más que una extensa recopilación de casos de incremento de complejidad, me he

esforzado en exponer una causa que admita una contraargumentación precisa:

La no linealidad de la emergencia permite, entre una variedad de resultados posibles y en cierto modo impredecibles, que en algunos casos, un incremento relativamente mínimo de la complejidad, pueda generar un aumento muy notable de la eficiencia funcional de una estructura. Este fenómeno particular, la sinergia, compensará en algunos casos la desventaja, principalmente relacionada a la economía de recursos, que dicho incremento de complejidad represente. Y por eventuales que sean estos casos, cuando se den, serán siempre favorecidos por la selección natural. Y dado que la mayor eficiencia funcional, será siempre una ventaja, independientemente del momento, del entorno y de las formas de vida que consideremos, la complejidad debería incrementarse, constituyendo una tendencia general en la evolución biológica, favorecida indirectamente por dicha presión selectiva.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, Colin; BEKOFF, Marc. Biological function, adaptation, and natural design. Pp. 571-588, *in*: ALLEN, C.; BEKOFF, M.; LAUDER, G. (Eds.). *Nature's purposes: analyses of function and design in biology*. Cambridge, MA: MIT Press, 1998.
- CAPONI, Gustavo Andrés. *The Darwinian naturalization of teleology*. Pp. 121-142, *in*: Baravalle Lorenzo, Zaterka Luciana (eds). *Life and evolution. History, philosophy and theory of the life sciences*. vol 26. Cham: Springer, 2020. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-39589-6_8
- GOODWIN, Brian Carey. *How the leopard changed its spots: the evolution of complexity*. London: Phoenix Giants, 1995.
- GOULD, Stephen Jay. *Full house: The spread of excellence from Plato to Darwin*. New York: Harmony, 1996.
- HÖLDOBLER, Bert; WILSON, Edward Osborne. *The superorganism: the beauty, elegance, and strangeness of insect societies*. New York: W.W. Norton, 2008.
- HUXLEY, Julian Sorell. *Essays of a biologist*. New York: Alfred Knopf, 1923.
- HUXLEY, Julian Sorell. *Evolution: the modern synthesis*. London: Allen and Unwin, 1942.

- KAUFFMAN, Stuart Alan. *The origins of order*. Oxford: Oxford University Press, 1993.
- KAUFFMAN, Stuart Alan. *At home in the universe. The search for the laws of self-organization and complexity*. Oxford: Oxford University Press, 1995.
- KITCHER, Philip Stuart. Function and design. Pp. 479-504, in: ALLEN, C.; BEKOFF, M.; LAUDER, G. (Eds.). *Nature's purposes: analyses of function and design in biology*. Cambridge MA: MIT Press, 1998.
- LITTRÉ, Émile Maximilien Paul. *Dictionnaire de la langue française*. Paris: Hachette, 1873-1874.
- MARGULIS, Lynn. *Planeta simbiótico: un nuevo punto de vista sobre la evolución*. Trad. Victoria Laporta Gonzalo. Madrid: Editorial Debate, 2002.
- McSHEA, Daniel; BRANDON Robert. *Biology's first law: The tendency for diversity and complexity to increase in evolutionary systems*. Chicago: Chicago University Press, 2010.
- McSHEA, Daniel; HORDIJK Wim. Complexity by subtraction. *Evolutionary Biology*, **40**: 504-520, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11692-013-9227-6>
- MING, Li; VITÁNYI, Paul. *An introduction to Kolmogorov complexity and its applications*. Lausane: Editorial Springer Science & Business Media, 2009.
- MILL, John Stuart. *A system of logic, Ratiocinative and inductive*. London: John W. Parker, 1843.
- OWEN, James. How this cave-dwelling fish lost its eyes to evolution. *National Geographic*. September 11, 2015 Disponible en: <https://www.nationalgeographic.com/animals/article/150911-blind-cavefish-animals-science-vision-evolution>
- PÉREZ-PÉREZ, Alejandro; GALBANY, Jordi; ROMERO, Alejandro; MARTÍNEZ, Laura; ESTEBARANZ-SÁNCHEZ, Ferrán; PINILLA, Beatriz; GAMARRA, Beatriz. Origen y evolución de los dientes: de los cordados primitivos a los humanos modernos. *Revista Española de Antropología Física*, **31**: 167-192, 2010.
- POULIN, Robert. The evolution of life history strategies in parasitic animals. *Advances in Parasitology*, **37**: 107-134, 1996.

REYNOLDS, Craig. Flocks, herds and schools: A distributed behavioral model. *Computer Graphics*, **August**: 25-34, 1987. DOI: <https://doi.org/10.1145/37401.37406>

SEARLE, John Rogers. *The rediscovery of the mind*. Cambridge, MA: Massachusetts Institute of Technology Press, 1994.

WRIGHT, Larry. Functions. *Philosophical Review*, **82** (2): 139-168, 1973.

Data de submissão: 28/11/2020

Aprovado para publicação: 06/06/2021

Cinema, doença infecciosa e teoria da evolução: uma estratégia possível ao Ensino Médio

Daniela Frey *
Ricardo Waizbort #

Resumo: Nosso objetivo é fomentar a articulação entre o ensino de doenças infectocontagiosas e de Evolução, a partir do filme (como estratégia de ensino) “O despertar de uma paixão” (2006), que retrata uma epidemia de cólera na China. A metodologia envolveu uma abordagem qualitativa, de intervenção, com alunos de um curso técnico integrado ao Ensino Médio, de uma escola pública, em Petrópolis (RJ). Após responderem a um questionário inicial, eles assistiram ao referido filme e a trechos do documentário “A corrida das espécies”, que apresenta aspectos evolutivos de doenças. Depois, houve um debate e um estudo sobre possíveis relações entre Epidemiologia e Evolução. Por fim, aplicamos outro questionário para tentar reconhecer mudanças nas respostas. Os resultados indicam que certos conceitos evolutivos passaram a coexistir com conceitos prévios.

Palavras-chave: Filme como estratégia de ensino. Cólera. Teoria da evolução.

Cine, disease and theory of evolution: a possible strategy for High School

Abstract: Our aim is to foment the articulation between the teaching of infectious diseases and Evolution. As a teaching strategy, we will start from

* Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca - CEFET/RJ, Campus Petrópolis; Fundação Oswaldo Cruz, Instituto Oswaldo Cruz, Laboratório de Avaliação em Ensino e Filosofia das Biociências, Estudante de doutorado no Curso de Pós-Graduação em Ensino em Biociências e Saúde. Email: daniela.frey@cefet-rj.br.

Fundação Oswaldo Cruz, Instituto Oswaldo Cruz, Laboratório de Avaliação em Ensino e Filosofia das Biociências. Email: ricardopgebs@gmail.com

the film “The painted veil” (2006), which portrays an epidemic of cholera at China. The methodology involved a qualitative approach, of intervention, with students from a technical course integrated to High School, from a public school, in Petrópolis (RJ). After answering an initial questionnaire, they watched the mentioned film and excerpts from the documentary “The race of species”, which presents evolutionary aspects of diseases. Then, there was a debate and a study on possible relationships between Epidemiology and Evolution. Finally, we applied another questionnaire to try to recognize changes in the responses. The results indicate that certain evolutionary concepts started coexisting with previous concepts.

Keywords: Film as teaching strategy. Cholera. Theory of evolution.

1 INTRODUÇÃO

O presente artigo apresenta uma estratégia de ensino para alunos do Ensino Médio a partir da apresentação do filme “O despertar de uma paixão” (2006), do diretor John Curran. A película é baseada no livro *The painted veil* (O véu pintado), do escritor inglês William Somerset Maugham (1874-1965), que retrata uma grave epidemia de cólera em Mei-tan-fu, uma cidade fictícia no interior da China, em 1925. A solução que o protagonista, o bacteriologista Walter Fane, oferece à população do vilarejo atingido permite uma correlação com elementos da teoria da evolução biológica, possibilitando a articulação do ensino de doenças infectocontagiosas e o ensino de evolução².

Joseph Champoux enumera diversas aplicações possíveis dos filmes no ensino. O professor pode explorá-las de acordo com seu estilo de trabalho, seus objetivos e o conteúdo a ser ensinado. A escolha e a inserção de um determinado filme passam pela interpretação e apropriação deste pelo professor, e resultam na consequente adaptação do endereçamento³ a um novo contexto que produz possibilidades de leitura talvez não imaginadas pelos produtores, ou mesmo em desacordo com o endereçamento “original” (Champoux, 1999).

² Este artigo se baseia principalmente na pesquisa desenvolvida na dissertação de mestrado da primeira autora.

³ O modo de endereçamento diz respeito ao fato de que, mesmo que de forma abstrata, todo filme é construído visando e imaginando determinado público, e a maioria das escolhas estéticas e narrativas são feitas à luz de pressupostos sobre quem é este público.

O “reendereçoamento” é realizado pelo professor quando insere a obra em sala de aula; ou seja, a partir das necessidades de educadores e alunos, o filme é “ressignificado” como um instrumento educativo (Rezende Filho *et al.*, 2015).

Consideramos que o filme “O despertar de uma paixão” pode permitir discussões a respeito de aspectos evolutivos de doenças, contribuindo para o ensino de evolução por seleção natural, conteúdo ainda muito mal compreendido pelos alunos de ensino médio e de outros segmentos (Lassen & Oliveira, 2015; Kuschmierz *et al.*, 2020).

Para tanto, apresentaremos de forma sucinta o que em círculos de especialistas se tem chamado de Medicina Evolutiva ou Medicina Darwinista, que é a mobilização da estrutura da teoria da evolução por seleção natural para equacionar problemas relacionados à saúde humana (Williams & Nesse, 1991; Nesse & Williams, 1997; Stearns & Medzhitov, 2016; Waizbord & Luz, 2017; Enam & Hashmi, 2018).

O roteiro de “O despertar de uma paixão” não segue de forma literal o livro de Maugham, mas é particularmente interessante ao ensino de ciências, pois, nessa versão do diretor John Curran, há grande enfoque na doença conhecida como cólera e suas consequências. As questões ambientais relacionadas à epidemia, as medidas de controle tomadas pelo Dr. Fane, sua postura investigativa e sua metodologia científica (inferidas por nós, como intérpretes), aparecem ricamente no filme, assim como as imagens das pessoas que sofrem com a cólera, que morrem devido a ela e que se relacionam com ela de forma direta ou indireta.

Londres sofreu com a cólera especialmente em três ocasiões no século XIX: 1831-1832, 1848-1849, 1853-1854. A análise minuciosa da situação no período entre 1849 e 1854 permitiu ao médico inglês John Snow (1813-1858) desenvolver uma metodologia para estudar as formas de transmissão (e, consequentemente, desenvolver medidas de controle) dessa doença, levando-o a ficar conhecido no campo da epidemiologia (Koifman, 1999).

Ao ler o relato de Snow ([1854] 1999) e assistir à forma como Walter Fane atua no vilarejo, é natural estabelecermos uma correlação entre os dois, embora não se esteja propondo qualquer relação de influência e causalidade. Anny Silveira identificou essa correlação:

O Dr. Fane também é apresentado como um aplicado cientista no encaixe do micróbio do cólera e na investigação sobre as causas da contaminação verificada no povoado, irredutível nas medidas que devem ser tomadas para estancar o contágio, e incansável na busca de uma solução para o acesso da população ao abastecimento de uma água pura, livre do cólera. (Silveira, 2010, p. 228)

Note-se que a alusão de Silveira a uma água livre da bactéria, não leva em conta que talvez seja impossível livrar a água de todos os vibriões da cólera, embora seja possível, sobretudo à luz da Medicina Evolutiva, empregar estratégias que favoreçam linhagem menos virulentas do patógeno, ao invés de eliminá-lo, ou seja, é possível domesticar um patógeno, diminuir sua letalidade. Essa é exatamente a estratégia empregada por Paul Ewald (Ewald, 1994; Ewald *et. al.*, 1998), retratada de forma explícita no documentário *A corrida das espécies* (2001), conforme abordaremos adiante.

Snow identificou a relação entre as bombas de água e a contaminação das pessoas que delas se abasteciam (Snow, [1854] 1999). Fane mostrou que o poço do vilarejo estava contaminado com vibriões muito virulentos. Snow relatou que a forma de lidar com os cadáveres, sem as medidas adequadas de higiene, representava uma possível forma de transmissão:

[...] os serviços realizados em torno do cadáver, tais como deitá-lo, se realizados por mulheres da classe trabalhadora, que aproveitam a ocasião para comer e beber, são amiúde seguidos de ataques de cólera [...]. (Snow, [1854] 1999, p. 84)

Fane correlacionou, em cena silenciosa, mas significativa para os nossos propósitos, o cemitério da cidade chinesa com uma tal multitude de corpos, que mãos arroxeadas podiam ser vistas sobre a terra, em terreno em declive, junto ao rio que abastecia o vilarejo, contribuindo para a contaminação. Fane propõe explicitamente então que a população se abasteça de água um quilômetro acima (onde ele se assegurou, por intermédio de investigações microbiológicas, que a água não estava contaminada com os vibriões mortais).

Steven Johnson (2008), descreve John Snow como portador de um temperamento taciturno e destituído de emoção. Embora isso talvez seja um estereótipo, uma vez que ninguém pode ser completamente livre de emoções. Não se pode negar que, como médico, Snow

era observador e sagaz. Características bem marcantes em Walter Fane também. No âmbito do filme, a ação de Fane possibilitou àque-la população livrar-se da cólera, como Snow conseguiu em Londres:

[Remover] a manivela da bomba [da Broad Street] representa mais do que a redenção do bairro [Soho]. Assinala um momento crucial na luta entre o homem da cidade e o *Vibrio cholerae*; pois, pela primeira vez, uma instituição pública intervinha de modo consciente contra um surto de cólera, tendo por base uma razoável teoria científica (Johnson, 2008, p. 152)

Relevante considerarmos também que a cólera, embora ausente no Brasil, desde 2005, continua a produzir vítimas em grande número no mundo, e que as condições de vida estão amplamente correlacionadas à virulência do vibrião. A Organização Mundial da Saúde (OMS) recebe, em média, 129 mil a 589.900 notificações de casos por ano (WHO, 2017), mas afirma que há subnotificação e estima 2,8 milhões de casos por ano, em todo o mundo, com cerca de 91 mil mortes, em 51 países endêmicos (WHO, 2020).

A transmissão do vibrião ocorre por via fecal-oral, a partir da ingestão de água e/ou de alimentos contaminados. A patogenicidade ocorre mediada quase que exclusivamente pela ação da toxina colérica que leva à diarreia de até 20 L/dia (Brooks *et al.*, 2014, p. 256), com consequente desidratação, baixa expressiva da pressão arterial, insuficiência renal, coma e morte. A taxa de mortalidade sem tratamento é entre 25 e 50% (Brooks *et al.*, 2014). A diarreia tem aspecto de “água de arroz” (branca), sem pus ou sangue (Campos & Ferreira, 2008), com alto número de vibriões (100 milhões/mL) (Johnson, 2008).

As espécies de *Vibrio* são encontradas no ambiente aquático no mundo inteiro (Brooks *et al.*, 2014). *Vibrio cholerae* é autóctone de ecossistemas aquáticos, podendo ser encontrado em águas marinhas, estuarinas e dulcícolas, assim como na superfície e conteúdo intestinal de animais vertebrados e invertebrados (Campos & Ferreira, 2008). Sobrevive melhor na água do mar (cerca de 60 dias), de regiões temperadas e tropicais em todo o mundo, em temperatura entre 10 e 32°C. Em meio dulcícola, não vive mais que 19 dias (Brasil, 2010).

2 TEORIA DA EVOLUÇÃO POR SELEÇÃO NATURAL E DOENÇAS

Na mesma época e país em que Snow estudava a cólera, vivia o naturalista Charles Darwin (1809-1882) residindo a cerca de 30 quilômetros de Londres. Não há relatos de que Snow tenha conhecido Darwin, mesmo ambos sendo britânicos. O epidemiologista faleceu em junho de 1858, pouco mais de um ano antes do lançamento de *A origem das espécies*, publicado em 24 de novembro de 1859. Nesse livro, Darwin se referiu algumas vezes ao ser humano, sobretudo ao compor a analogia entre seleção artificial e natural, no âmbito evolutivo, mas, como se sabe, há apenas uma referência à espécie humana:

No futuro distante, visualizo novos campos que se estendem para pesquisas ainda mais importantes. A psicologia irá basear-se num fundamento novo, o da necessária aquisição gradual de cada faculdade mental. Nova luz será lançada sobre o problema da origem do homem e de sua história. (Darwin, [1859] 2002, p. 380)

Darwin (1859) não referiu a problemas de saúde humana. O historiador Pierre Méthot afirma que em *The variation in plants and Animals under Domestication*, Darwin (1868) se remete a doenças, como gota, tuberculose, insanidades e epilepsia (Méthot, 2015, p. 591). De fato, uma busca eletrônica no segundo volume dessa obra confirma a informação de Méthot (Darwin, 1868, vol. 2, pp. 7, 8, 11, 24, 77, 78, 97, 119, 142, 335, 371, 395). Com exceção da epilepsia, essas doenças também são encontradas em menor frequência no volume 1 do livro *The descent of man* (Darwin, 1871, pp. 12, 111, 244, 292). Também se encontram nesse livro escassas referências ao parasitismo em humanos (Darwin, 1871, p. 12, 191). Entretanto, mesmo em conjunto, essas referências são episódicas e Darwin não analisa e nem tampouco apresenta a possibilidade de integrar a teoria da evolução com a medicina.

Outras tentativas de aproximar a teoria da evolução por seleção natural e a resolução de problemas de saúde foram feitas entre 1880 e 1940 (Zampiere, 2009). Houve também outras poucas manipulações isoladas do raciocínio evolutivo para explicar a coevolução entre a malária e o genótipo heterozigoto para anemia falciforme (Haldane,

1949; Alisson, 1954), e a evolução da resistência a antibióticos (Blaser, 2013).

Entretanto, apenas em princípios da década de 1990, o encontro entre medicina e teoria da evolução deu ensejo a uma “nova ciência” (Alcock, 2012), denominada Medicina Evolutiva (ou Darwinista ou Evolucionária ou Darwiniana) (Williams & Nesse, 1991; Nesse & Williams, 1997; Stearns & Medzhitov, 2016; Waizbort & Luz, 2017; Enam & Hashmi, 2018), que pode ser definida como “a aplicação da teoria da evolução por seleção natural para compreender problemas de saúde que acometem populações humanas” (Waizbort & Luz, 2017, p. 489).

O que se concebe como a teoria da evolução por seleção natural é um conjunto de teorias elaboradas por Charles Darwin e, de uma forma ligeiramente diferente, por Alfred Russel Wallace. Ernst Mayr, (1982; 2009) destacou que, pedagogicamente, seria importante discernir, no âmbito da teoria da evolução de Darwin entendida de forma geral, cinco teorias evolutivas:

- 1) As espécies são mutáveis (teoria básica da evolução); 2) Todos os organismos descendem de um ancestral comum (teoria da origem comum); 3) A evolução é gradual, não existem saltos ou descontinuidades (teoria do gradualismo); 4) As espécies se multiplicam (teoria da especiação); 5) Na luta pela sobrevivência, em um determinado ambiente, uns indivíduos se saem melhor que outros modificando continuamente as populações (teoria da seleção natural). (Mayr, 2009, p. 113)

Quando indivíduos bacterianos, pertencentes à espécie *V. cholerae*, parasitam seres humanos, há uma interação entre indivíduos de duas populações: as espécies humana e do vibrião, e ambas mudam evolutivamente ao longo do tempo. “É a mudança das populações de organismos que constitui a evolução” (Mayr, 2009, p. 111). Os organismos que constituem as duas espécies possuem variações (ou diferenças individuais genéticas entre si) e, diante de condições ambientais específicas, certas características podem, na média, ser favorecidas facilitando a sobrevivência (e reprodução) de certos indivíduos em detrimento de outros. Ao passo que as variações populacionais são aleatórias, a seleção natural é, portanto, um processo não aleatório (Mayr, 1982).

O processo seletivo proposto pela teoria implica que em populações de espécies biológicas, sempre situadas em ambientes ecológicos específicos, determinadas variações são favorecidas em detrimento de outras. Se o ambiente for modificado, uma determinada variante, antes favorecida, pode ser desfavorecida, e vice-versa. Note-se, então que a evolução não é um processo determinista, e que o mecanismo da seleção natural também não funciona ao acaso, mas favorecendo certas variações, cujos portadores tenderão a deixar mais descendentes para as gerações futuras. A seleção natural não é teleológica. A teleologia é um tipo de explicação que mobiliza causas finais, ou seja, atribui finalidade e objetivo pré-determinados a processos e ações. É importante ressaltar esse aspecto, pois, ao longo de nossa pesquisa, nos deparamos com respostas teleológicas dos alunos para responder questões sobre a teoria da evolução.

De fato, há processos fisiológicos e comportamentais que são caracterizados e explicados em termos de função e finalidade (os olhos servem para ver, as hemácias existem para transportar oxigênio, a fuga para se proteger; a lista é virtualmente infinita); mas esse raciocínio não deve ser expandido para explicar como evoluíram as adaptações evolutivas. Do ponto de vista evolutivo não faz sentido pensar que os olhos apareceram por causa da necessidade de enxergar; as hemácias, pela necessidade de capturar oxigênio para a respiração; a fuga, pelo impulso de não ser imediatamente devorado. A evolução acontece à revelia das necessidades dos indivíduos; ela é um processo não intencional, populacional, seleção sem selecionador, cuja direção (favorecimento de determinadas variações em detrimento de outras) pode mudar com as mudanças ambientais. Basta, por exemplo, observarmos o alto número de espécies extintas no planeta por processos naturais. Todavia, há debates vivos sobre a pertinência ou não de se usar raciocínios teleológicos para explicar o processo evolutivo (Lennox, 1993; Ghiselin, 1994; Nagel, 2012; McDaniel, 2013), incluindo o uso da explicação por causas finais para objetivos pedagógicos (Ferreira, 2003; Nunes-Neto & El-Hani, 2009; Werth & Allchin, 2020).

A teoria da evolução por seleção natural procura explicar o processo de diversificação de espécies e o processo de adaptação evolutiva (Caponi, 2014). Focalizaremos aqui o processo de adaptação, fun-

damental para a temática da pesquisa. Atualmente a adaptação evolutiva pode ser definida como o "processo de mudança genética em uma população, devido à seleção natural, pelo qual o estado médio de um caráter (*uma característica*) é aperfeiçoado em relação a uma função específica" (Futuyma, 1998, p. 578). Caponi (2014) frisa que há uma diferença muito importante entre adaptação fisiológica e adaptação evolutiva, diferença essa que muitas vezes não é percebida por alunos quando estudam a teoria da evolução:

A capacidade que os músculos têm de crescer quando são exercitados regularmente talvez possa ser considerada uma adaptação evolutiva. Ela é um produto da seleção natural. Mas o crescimento de alguns dos nossos músculos por efeito de um esforço repetido é uma adaptação fisiológica; e são também adaptações fisiológicas tanto a hipertrofia do coração de um atleta como o batimento cardíaco aumentado que ocorre em resposta a um aumento pontual de atividade física. Mas essa margem suplementar de crescimento mais rápido, assim como a capacidade de incrementar o ritmo cardíaco, são adaptações evolutivas que herdamos, provavelmente de algumas espécies ancestrais muito remotas (Caponi, 2014, p. 192).

A *capacidade* de efetuar certa função e possuir certa estrutura ocorre ao longo de muitas gerações, no âmbito das populações (espécies) constituídas de indivíduos diferentes. A adaptação é um fenômeno populacional, pois, a cada geração, os indivíduos que, na média, sobrevivem ao processo de seleção natural, estão adaptados – isto é: apresentam características que os permitiram sobreviver melhor àquele ambiente. De acordo com Mayr: “A eliminação (*seleção natural*) não tem o ‘propósito’ ou a ‘meta teleológica’ de promover a adaptação; ao contrário, é a adaptação que é um subproduto da eliminação” (Mayr, 2009, p. 182). Indivíduos vivos não contribuem de forma ativa para tornarem-se mais bem adaptados, do ponto de vista evolutivo. No nosso trabalho, veremos, os alunos afirmam que tanto o vibrião da cólera quanto o indivíduo humano evoluem *para* continuarem sobrevivendo, ou seja, os indivíduos se adaptam *para* sobreviver e essas adaptações são transmitidas para as gerações seguintes, implicando a crença da herança dos caracteres adquiridos.

3 A MEDICINA EVOLUTIVA E A CÓLERA

O artigo de George Williams e Randolph Nesse⁴ (1991) é considerado o ponto de partida da Medicina Evolutiva (Williams & Nesse, 1991). Três anos depois eles publicaram um livro de divulgação científica (Nesse & Williams, 1994) que recebeu uma tradução brasileira em 1997 (Nesse & Williams, 1997). No livro em questão eles pontuam que uma das propostas centrais da Medicina Evolutiva é compreender o significado das adaptações evolutivas no contexto da saúde humana. Eles explicam:

Adaptações através das quais combatemos agentes patogênicos, adaptações de agentes patogênicos que se opõem às nossas adaptações, custos inadequados, porém necessários, de nossas adaptações, desencontros adaptativos entre a estrutura do nosso organismo e nossos atuais ambientes, e assim por diante (Nesse & Williams, 1997, p. X)

Em seus trabalhos, Williams e Nesse ressaltam a importância de se considerar as causas evolutivas (distantes) no estudo das doenças, ao lado de suas causas fisiológicas (próximas), comumente investigadas pela medicina mais tradicional (Waizbort & Luz, 2017). Ambos os autores ressaltam que a Medicina Evolutiva não é uma alternativa a formas mais tradicionais da medicina, não é um método curativo miraculoso, nem pretende o aperfeiçoamento da espécie (Nesse & Williams, 1997, p. 9). Ao contrário, ela procura complementar os achados da medicina tradicional com vistas a equacionar melhor tanto os quadros clínicos de pacientes quanto às circunstâncias epidemiológicas de populações humanas.

A Medicina Evolutiva analisa como a teoria da evolução pode contribuir para compreender, explicar, minimizar e talvez mitigar problemas de saúde humana. Williams leu o artigo do biólogo estadunidense Paul Ewald (1980), que o levou a correlacionar a evolução à medicina (Nesse & Williams, 1997, p. IX). Ao que tudo indica, Ewald foi o primeiro médico a utilizar de forma sistemática a estrutu-

⁴ Randolph Nesse é médico psiquiatra e George Williams foi um biólogo evolucionista.

ra da teoria da evolução para lidar com problemas de saúde humana. Ewald realizou essa tarefa atacando uma forma difundida de interpretar as relações entre parasitos e seus hospedeiros. Até os primeiros anos da década de 1980, na epidemiologia, parasitologia e outros campos médicos e biológicos que lidavam com doenças infecciosas, considerava-se que a virulência de um parasito em relação ao seu hospedeiro decrescia obrigatoriamente com o passar das gerações (Palmieri, 1982; Doyle & Lee, 1985; Cimerman & Cimerman, 2002; Neves 2005). O prêmio Nobel Joshua Lederberg (1925-2008), em artigos de 1999 e 2000, era tributário dessa visão (Lederberg, 1999; 2000), assim como o geneticista Sérgio Pena que afirmava: “Parasitos bem-sucedidos e hospedeiros bem-sucedidos estão sempre em um ‘equilíbrio’ competitivo que permite a sobrevivência de ambos” (Pena, 2005, p. 143)

Em Ewald (1994), o autor faz uma síntese de trabalhos anteriores que combatem a ideia de que a relação entre parasitos e hospedeiros evolui inexoravelmente para esse suposto estado de equilíbrio, em que prejuízos ao hospedeiro são diminuídos, até chegar ao comensalismo ou mesmo simbiose. Ewald argumenta que a evolução da virulência depende do impacto do patógeno na mobilidade do hospedeiro e da forma como um agente patogênico alcança novos hospedeiros. Essa ideia é conhecida na biologia evolutiva como a hipótese do *trade-off*, no caso um equilíbrio entre a virulência e a reprodução do parasito dentro de um hospedeiro, de um lado, e de outro, sua transmissão a novos hospedeiros.

A virulência é normalmente definida como dano na aptidão, na capacidade de sobrevivência e reprodução do hospedeiro (Cressler *et al.*, 2016, p. 915). Todavia, a virulência não é uma característica fixa e essencial dos parasitos. Ela pode mudar dependendo do ambiente, e de como os hospedeiros se comportam diante da infecção. Como salienta Pierre Méthot:

[...] as interações parasita-hospedeiro são mais bem descritas como formando um *continuum* que vai do comensalismo e mutualismo ao parasitismo e patogenicidade, não como categorias biológicas discretas. (Méthot, 2012, p. 690)

Assim, para Ewald há um *trade-off* entre a reprodução e a transmissão de um parasito. Para Stephen Stearns (1989), os *trade-offs* represen-

tam os custos pagos, na moeda da aptidão, por uma mudança benéfica em uma característica, relacionada a uma mudança prejudicial em outra característica. Como se fosse um jogo de compensações, ou um balanço financeiro: com um determinado recurso, você pode comprar um bem, mas não pode, ao mesmo tempo, comprar outro. Ou dito de uma forma mais poética, sobre os benefícios e custo do heroísmo:

se debelo a grã cidade, não regresso,
mas compro glória eterna;
se torno ao doce ninho, murcha a glória,
terei velhice longa e fim tardio.

(Homero, *A Ilíada*, Livro IX, 2009, p.197)

Para Stearns, o mais proeminente *trade-off* da história de vida envolve o custo da reprodução. Ele possui dois grandes componentes: os custos pagos na sobrevivência e os custos pagos na reprodução futura (Stearns, 1989, p. 259). A relação entre virulência e transmissão de parasitos indica esse jogo de contrapartidas entre custos e benefícios - para a própria aptidão dos parasitos - de uma alta reprodução desses microrganismos, nos corpos dos hospedeiros, considerando tais hospedeiros como parte dos recursos que esses parasitos exploram (Waizbort & Porto, 2018). Dessa perspectiva, contrariando o consenso epidemiológico da década de 1980, a virulência poderia aumentar ou se manter em níveis altos ao longo do tempo, dependendo da forma de transmissão do parasito.

Assim, salienta Ewald, doenças que se disseminam por contato pessoal mais ou menos direto, em geral, devem ser menos virulentas do que as transmitidas por vetores, uma vez que os parasitos dependem da mobilidade do hospedeiro para serem transmitidos a outros hospedeiros. Por outro lado, doenças de transmissão indireta, veiculadas por mosquitos ou pela água, tendem a ser mais agressivas que aquelas transmitidas diretamente entre humanos, pois o movimento das próprias pessoas afetadas *não* é fundamental para a disseminação do agente patogênico. A cólera é veiculada pela água (principalmente). Os vibriões não dependem da mobilidade humana, como em um resfriado comum, para poderem ser transmitidos para novos hospedeiros. Nesse caso, segundo Ewald, pode haver a evolução de uma

virulência aumentada (Ewald, 1994). Ewald e colaboradores (1998), em relação à evolução da cólera em países da América Latina, ressaltaram:

A transmissão por via aquática permite que os patógenos diarreicos sejam transportados de hospedeiros infectados imobilizados para hospedeiros não infectados. Onde os suprimentos de água não são tratados, uma pessoa com doença diarreica incapacitante liberará os patógenos diarreicos em roupas, lençóis ou recipientes para coletar excrementos. Esses itens tendem a ser removidos pelos atendentes e lavados em canais ou rios, que podem ser usados como fontes de água potável ou podem fluir para o fornecimento de água potável. De qualquer forma, o ciclo é concluído quando indivíduos suscetíveis bebem a água contaminada (Ewald *et al.*, 1998, p. 568)

Quando a água utilizada para a higiene de um doente de cólera (ou de outra infecção gastrointestinal que deixe o hospedeiro imobilizado) se mistura com água potável, um grande número de pessoas suscetíveis pode ser infectado (Ewald, 1991). Para os patógenos, os benefícios são grandes porque muitos indivíduos suscetíveis podem ser contaminados pelo aumento do número de partículas infectantes na água. O custo dessa transmissão, para os patógenos, é baixo, pois ao invés de depender da mobilidade dos indivíduos infectados para a transmissão, eles tiram proveito da *mobilidade* dos atendentes e da água (Ewald *et al.*, 1998). Assim, onde o abastecimento de água é contaminado por esgoto, a seleção natural favorece os vibriões mais agressivos e virulentos, que não dependem de contato direto dos hospedeiros. Melhorando a qualidade da água, ou seja, impedindo que os vibriões de pessoas acamadas cheguem aos reservatórios de água que irá ser ingerida, cria-se uma pressão seletiva a favor de vibriões menos virulentos transmitidos por contato direto entre pessoas contaminadas, com sintomas muito mais brandos, e que não imobilizam as pessoas. Ou seja, nesse cenário, as bactérias menos virulentas ficam em vantagem. O saneamento público altera as forças de seleção (Nesse, 2001). Ao reduzir o potencial de transmissão por via aquática, pode-se forçar os patógenos diarreicos a evoluir para uma virulência reduzida (Ewald *et al.*, 1998).

Analisando amostras de *V. cholerae* na América Latina, após a epidemia do início dos anos 1990, Ewald e colaboradores (1998) sugeriram:

ram que em regiões com melhor qualidade de água, especialmente no Chile, houve diminuição da virulência (atestada pela menor produção da endotoxina da bactéria); enquanto no Peru (em que o saneamento básico é mais precário), observaram maior virulência nessa espécie. Os pesquisadores, na época, compararam a importância dessas análises ao trabalho feito por Snow, no século XIX:

Ao quantificar as frequências de cólera em áreas de Londres, John Snow mostrou que havia uma associação com a contaminação do suprimento de água. Ao integrar *insights* evolutivos com esse tipo de *insight* epidemiológico, podemos acrescentar uma segunda dimensão aos estudos sobre a cólera, a saber, que a nocividade dos patógenos (e, portanto, a nocividade da infecção) também está associada à contaminação dos suprimentos de água (Ewald *et al.*, 1998, p. 570).

Quando, no filme, Walter Fane interdita o poço que abastece o vilarejo (à forma de John Snow e a bomba da Broad Street) e busca, rio acima, água não contaminada para a população de Mei-tan-fu, podemos inferir, à luz da Medicina Evolutiva que, gradativamente, a população de vibriões daquela área tornou-se cada vez menos virulenta, pois essa ação do Dr. Fane interferiu na “contaminação dos suprimentos de água”, conforme a citação acima (Ewald *et al.*, 1998, p. 570). Isso significa que, talvez, os vibriões não tenham desaparecido por completo, mas que as linhagens mais virulentas, que levam a morte em poucos dias, seriam, essas sim, cada vez menos representadas nas gerações subsequentes do vibrião. Note-se que estamos querendo sugerir que embora o processo evolutivo não tenha finalidade, não seja teleológico, a ação humana pode dirigir o caminho genético de uma população, por intermédio da mudança nas pressões de seleção. Um ambiente que favoreça a disseminação de linhagens mais virulentas pode ser modificado para um ambiente que favoreça linhagens menos virulentas, menos mortais.

Sabemos que esse raciocínio evolutivo, que seria o alvo ideal de nossa pesquisa, ficou longe de ser contemplado em nosso trabalho com os alunos, e que em parte isso é devido às limitações do nosso próprio instrumento de pesquisa, em parte pelo ambiente cognitivo dos alunos, majoritariamente ancorado em concepções teleológicas do processo evolutivo.

4 METODOLOGIA

4.1 O filme

“O despertar de uma paixão” foi escolhido por ser uma obra que trata de uma doença infectocontagiosa (cólera), e que mostra de forma clara e com riqueza de imagens suas formas de transmissão, sintomas e profilaxia. Também viabiliza a correlação com os trabalhos de John Snow e conceitos de epidemiologia e evolução. Além disso, tem indicação de faixa etária compatível (acima de 12 anos) e é um filme bem produzido e de boa qualidade estética.

À maneira de Fresnadillo-Martinez e colaboradores (2005), “O despertar de uma paixão” foi apresentado “integral e coletivo”; ou seja, por inteiro e para toda a turma. Essa forma vem ao encontro da proposta de permitir que o aluno se identifique com os personagens, compreendendo as suas histórias, o que proporciona também melhores possibilidades de debate.

Foi utilizada a versão dublada em português.

Para mostrar a relação entre uma doença e a teoria da evolução biológica, foram utilizados também trechos do filme/documentário “A corrida das espécies” (2001), produzido pela *Scientific American Brasil*, numa série intitulada Evolução: a incrível jornada da vida. O filme em questão corresponde ao Episódio IV do volume 3, apresenta áudio apenas em inglês e utilizamos o formato com legenda em português. Nele, pesquisadores, como o próprio Paul Ewald, explicam as bases da teoria da evolução por seleção natural a partir de problemas de saúde mundiais da atualidade. Doenças como tuberculose, Aids e cólera e suas possíveis formas de controle são analisadas à luz da evolução biológica.

4.2 Os questionários

Para identificarmos as concepções prévias sobre cólera e sobre teoria da evolução em uma turma de alunos do 1º. ano de Ensino Médio, antes de exibirmos o filme *O despertar de uma paixão*, foi aplicado um questionário com questões abertas (Questionário Inicial – QI), que possibilitou fazer um levantamento de dados (respostas) para identificar os conhecimentos prévios que os alunos traziam sobre os temas que seriam abordados. Eles permitiram uma certa padronização e comparação dos dados, facilitando sua análise e interpretação.

Optou-se por questões abertas e de linguagem simples (Vieira, 2009). Após a apresentação do filme, dos trechos do documentário e a discussão, os alunos responderam outro questionário (Questionário Final – QF), com as mesmas perguntas.

Colhemos 38 questionários iniciais e 37 finais. Toda identificação foi sigilosamente guardada. A organização e interpretação das informações recebidas foram realizadas empregando-se em parte a tematização proposta por Helena Fontoura (2011) para questões abertas e em parte a hierarquia de padrões de respostas de Mortimer, Chagas e Alvarenga (1998). As categorias que utilizamos foram desenvolvidas ao longo do processo de análise das respostas dadas pelos alunos.

Semelhante a Mortimer, Chagas e Alvarenga (1998), criamos uma hierarquia de padrões de respostas, em que a primeira categoria retrata que o estudante respondeu utilizando conceito que tem alguma correlação com a pergunta; enquanto o último padrão é “Em branco/Não sabe” (indicando que o aluno não respondeu à questão ou declarou seu desconhecimento sobre o assunto). Os padrões intermediários correspondem a respostas vagas e respostas em que não há correlações condizentes com as perguntas elaboradas.

A pesquisa foi aprovada pela Comissão de Ética em Pesquisa com Seres Humanos, CAEE 67084617.9.0000.5248, parecer número: 2.055.047, em conformidade com a resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde (CNS).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os alunos responderam às seguintes questões, nessa ordem: 1) O que você entende por evolução biológica? 2) O que você entende por seleção natural? 3) O que você entende por adaptação? 4) O que você sabe sobre a doença cólera? 5) Como a cólera é transmitida? 6) Qual relação pode haver entre uma doença como a cólera e a teoria da evolução biológica?

Para cada uma das perguntas, analisamos e comparamos QI e QF. Podemos afirmar que, de um modo geral, houve mudança positiva nas respostas para os temas das perguntas. Em todos os QF, houve aumento de correlações das respostas às questões propostas, quando comparados com o QI. O padrão ‘Em branco/Não sabe’, em relação ao QI, diminuiu na maior parte das respostas, à exceção da questão 2

(sobre seleção natural), em que identificamos um pequeno aumento, e da questão 3 (sobre adaptação), que se manteve igual. A questão 2 foi a que percebemos ser a mais difícil para os alunos. Pressupomos que o aumento de ‘Em branco/Não sabe’ pode significar maior conscientização dos alunos acerca dessa dificuldade, pois diminuiu bastante também o percentual de respostas sem correlação com a pergunta. O padrão ‘Qualquer conceito em que não se identificou correlação com a pergunta’ também apresentou diminuição em todas as respostas de QF, quando comparadas ao QI. A pergunta 6 (correlacionando evolução e cólera) apresentou, para esse quesito, praticamente o mesmo percentual nas respostas, mas houve diminuição no padrão ‘Em branco/Não sabe’.

Essa análise puramente descritiva tem que ser balanceada por considerações mais qualitativas, pois não refletem a imensa dificuldade que os alunos experimentam com os conceitos relacionados à teoria da evolução e ao seu complexo significado científico. De particular importância, relatada na literatura sobre o tema, é a dificuldade de compreender que a teoria da evolução não implica em um processo teleológico, em que mudanças causadas aos indivíduos durante sua vida seriam transmitidas às gerações seguintes, processo conhecido como herança dos caracteres adquiridos, erroneamente atribuído a Lamarck (Martins, 1999; Lassen & Oliveira, 2015; Kuschmierz *et al.*, 2020). Confunde-se processos de adaptação fisiológica com adaptação evolutiva (Caponi, 2014).

Descreveremos a seguir algumas respostas que representam essa situação. A questão 6 (“Qual relação pode haver entre uma doença como a cólera e a teoria da evolução biológica?”) estará no foco de nossa análise, mas antes faremos uma breve apresentação das cinco primeiras questões, para uma melhor compreensão dos resultados e limites dessa pesquisa.

Pergunta 1 – O que você entende por Evolução Biológica?

Observamos que o percentual de respostas em branco passou de 10,5 para 2,7%. As respostas que não expressaram qualquer correlação com a pergunta só apareceram no QI. Apesar disto, o percentual de respostas vagas manteve-se semelhante em ambas as etapas. As respostas mais bem correlacionadas à pergunta aumentaram de 31,7 para 43,2%. Também houve modificações (de 18,4% para 24,3%) que

demonstravam que o aluno adquiriu um certo entendimento de que a evolução ocorre a populações, com as respostas que se referiam a um indivíduo (“um ser”, como na expressão a seguir), se transformando em respostas com um leve sabor populacional, como mostrado pelo aluno 4 (A4):

Aluno 4:

QI: “É a mudança que um ser sofre.”

QF: “É um conjunto de transformações em um grupo de seres vivos com o passar dos anos e é hereditário.”

O fato de que, no QF, há referência de que o processo evolutivo (“transformações”) ocorra a um “grupo de seres”, e que é “hereditário” mostra que de fato há uma mudança em relação à resposta dada ao QI. Entretanto, não se pode afirmar que tal mudança signifique que A4 tenha apreendido o caráter seletivo e populacional do fenômeno que trata a teoria da evolução.

Pergunta 2 – O que você entende por seleção natural?

O padrão que apresentou maior diferença entre QI e QF foi o de respostas que não expressaram qualquer correlação com a pergunta (36,9 para 13,5%). O percentual de respostas em branco subiu de 18,4 para 21,6%, enquanto o de respostas vagas foi bem parecido em ambas as etapas. As respostas mais bem correlacionadas à pergunta aumentaram de 26,3 para 48,7%, como a do aluno 14 (A14), que passou a uma reflexão envolvendo ‘espécie’, ‘adaptação’ e ‘descendência’:

Aluno 14:

QI: “É a seleção da natureza.”

QF: “É quando um ser de uma determinada espécie (sofre uma) adaptação na qual se ela for boa ela passará aos seus descendentes ou, caso não, morrerá nele.”

Aqui está clara a expressão de que a seleção natural, para A14, é um processo finalístico que ocorre a um indivíduo (“um ser” no QF). Há uma confusão entre adaptação fisiológica e adaptação evolutiva, do tipo apontado por Caponi (2014).

Pergunta 3 – O que você entende por adaptação?

Analisamos que o percentual de respostas em branco manteve-se o mesmo (2,7%) e o de respostas que não expressaram qualquer correlação com a pergunta caíram de 23,7 para 10,9%.

Mais uma vez, percebemos conceitos, no QI, envolvendo adaptações individuais, fisiológicas (homeostase) e, posteriormente, no QF, passam a se referir à espécie, como o aluno 30, a seguir. Houve decréscimo do percentual desse padrão, de 68,4% para 62,1%; ao passo que o de respostas envolvendo a noção de ajustes populacionais subiu de 5,3 para 24,3%.

Aluno 30:

QI: “São as mudanças ocorridas no corpo por conta do clima e local.”

QF: “É a capacidade de uma espécie de se acostumar ao ambiente ou às condições que são dadas.”

No QF, esse aluno faz referência à espécie como o sujeito do processo de adaptação, que seria uma capacidade de se acostumar a um determinado ambiente. Embora essa referência possa sugerir que o aluno apreendeu que a evolução biológica é um processo que ocorre no nível das populações e não dos indivíduos, não se pode descartar que essa capacidade da espécie não provenha da capacidade de cada indivíduo de se adaptar (fisiologicamente) a um dado ambiente. Atenemos para o fato de que no QI esse aluno define adaptação como “mudanças ocorridas no corpo por conta do clima e local”.

Pergunta 4 – O que você sabe sobre a doença cólera?

Inicialmente os alunos sabiam muito pouco sobre cólera. A maioria deixou essa questão em branco (39,5%) ou declarou que nada sabia (39,5%). Essa situação se modificou totalmente no QF e esses dois padrões chegaram a zero.

Aluno 9:

QI: ‘Em branco’

QF: “Que causa desidratação, pode matar em até 36 horas e é transmitida pela água.”

O QF da pergunta 4 mostra claramente que grande parte dos alunos que não sabiam praticamente nada sobre cólera, passaram a identificar algumas de suas mais importantes características (os percentuais passaram de 7,9 para 89,2%).

Pergunta 5 – Como a cólera é transmitida?

Aluno 8:

QI: ‘Em branco’

QF: “Ela é transmitida pela água”.

Como assinalado, a mudança entre o QI e o QF da pergunta 5 demonstra que os alunos conseguem expressar corretamente as vias pelas quais se adquire a doença (89,2% em QF). Os padrões em que se evidenciava falta de correlação às questões (44,8% no QI) e ‘Em branco/Não sabe’ (36,8% no QI) chegaram a zero no QF, assim como na pergunta 4.

Pergunta 6 - Qual relação pode haver entre uma doença como a cólera e a teoria da evolução biológica?

A figura 1 demonstra a tabulação das respostas dos estudantes à pergunta 6 e a quantificação das mesmas (em números absolutos e em percentuais), tanto para o QI (n = 38), quanto para o QF (n = 37). Nós desenvolvemos tais padrões de respostas a partir da leitura e muitas releituras das respostas dadas pelos alunos à pergunta 6.

Enquanto os números absolutos e percentuais nos QF aumentam para o padrão de resposta 1 (e até para o 2), para o padrão 3 não há alteração e para o padrão 4 há uma diminuição acentuada.

A figura 2 apresenta uma comparação específica entre os percentuais de QI e QF para esta sexta pergunta, indicando esse relevante aumento do percentual de respostas em que há correlações entre evolução e cólera (padrão 1).

Padrões de respostas	Respostas (QI)	Respostas (QF)	Percentuais QI	Percentuais (QF)
Microrganismos e seres humanos evoluem; logo, a doença também pode mudar com o tempo	13	23	34,2%	62,1%
Seres humanos evoluem	01	02	2,6%	5,4%
Qualquer conceito em que não se identificou correlação com a pergunta	07	07	18,4%	19%
Em branco/Não sabe	17	06	44,8%	16,2%
Total	38	37	100%	100%

Figura 1. Categorização e tabulação das respostas de QI e QF à questão número 6.

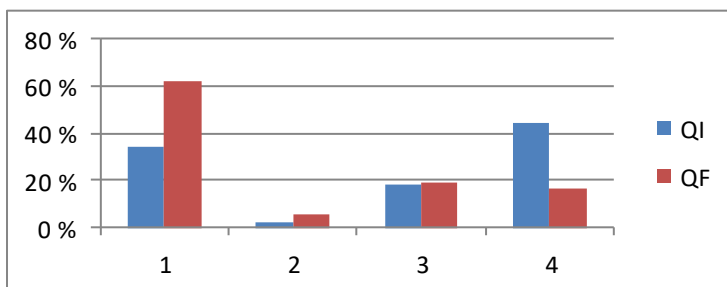


Figura 2. Comparação dos percentuais entre QI e QF – Questão 6. Os números 1 a 4 correspondem aos padrões de respostas.

Exemplos que ilustram os resultados representados no gráfico anterior podem ser observados nas seguintes respostas:

Aluno 20 (A20):

QI: ‘Em branco’

QF: “Pode-se diminuir a virulência da cólera com um tipo de evolução.”

A20, que não respondeu a esta pergunta no QI, passou a mostrar uma ideia de ‘virulência’ e de possibilidade de alteração dessa virulência, ainda que tenha tido dificuldade para expressar esse mecanismo, indicando provavelmente que o próprio conceito de evolução não está bem sedimentado. Todavia, sua resposta talvez esteja bem relacionada com a ideia de Ewald que oferece, em trecho do vídeo assistido em sala de aula, a possibilidade de usar conceitos evolutivos com vistas a pressionar populações de microrganismos para uma menor virulência. Vejamos mais alguns exemplos de resposta à pergunta 6:

Aluno 32 (A32):

QI: “Que a cólera conseguiu se adaptar ao meio e ‘as’ mudanças e evoluiu.”

QF: “A relação entre a cólera e a teoria da evolução biológica é que a bactéria da cólera pode sofrer mudanças, evoluir para impedir que seja afetada e exterminada pelos antibióticos. Conforme o tempo passa, as bactérias estão conseguindo inibir o efeito dos remédios pelo fato de que, nós, seres humanos, ingerimos remédios que em sua maioria, não são necessários.”

Ambas as respostas de A32 foram classificadas no padrão 1; no entanto, observa-se que o aluno constrói a segunda resposta com mais elementos. No QI, revelam-se conceitos tais como ‘adaptação’, ‘meio’ e ‘mudanças’. No QF, ele identifica a bactéria causadora da doença, um microrganismo, passível de evoluir (ainda que com ideias teleológicas: “para impedir que seja afetada e exterminada”) gradativamente (“conforme o tempo passa”) e a relação com os seres humanos. Provavelmente, a descrição dos efeitos de antibióticos se deve mais uma vez à explicação apresentada no documentário *A corrida das espécies*, que alerta para o uso indiscriminado dessas substâncias e o aumento da resistência entre as populações bacterianas.

A seguir, mais um caso explícito da necessidade da mudança no indivíduo (explicação lamarckista):

Aluno 33:

QI: ‘Em branco’

QF: “Que a cólera também precisa adaptar-se para assim sobreviver podendo diminuir sua força, tornando-a quase imperceptível para entrar nos seres vivos e sobreviver”.

Ainda que possamos identificar a ideia de modificação de virulência (“podendo diminuir sua força”), relacionada aos conceitos de adaptação e seleção natural, a ideia de que uma entidade biológica qualquer precisa se adaptar para sobreviver revela incompreensão a respeito de como a seleção natural atua, completamente alheia a qualquer sinal necessidade. As espécies não mudam porque é necessário; elas mudam porque características herdáveis de alguns indivíduos variam entre si (os indivíduos são geneticamente diferentes em relação a inúmeras características); e porque essa variação é submetida a um regime seletivo: logo aquelas variações que na média são favorecidas pelo ambiente seletivo tendem a prosperar. Não há necessidade nesse processo; as espécies podem não fazer frente ao ambiente em que se encontram e perecer para sempre.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como se pode observar, não podemos afirmar que os alunos participantes de nossa pesquisa mudaram suas concepções a respeito de temas relativos à relação entre cólera e evolução biológica. Muitas respostas, em ambos os questionários, retratam, por exemplo, expli-

cações teleológicas. Mas podemos supor que certos conceitos evolutivos que procuramos apresentar ao discutir o filme “O despertar de uma paixão” passaram a coexistir com outros conceitos.

De qualquer forma, acreditamos ter desenvolvido uma proposta para o ensino de doenças infectocontagiosas e de questões evolutivas a elas relacionadas a partir da utilização do filme *O despertar de uma paixão* associado a trechos do documentário *A corrida das espécies*. Conceitos como evolução biológica, adaptação e seleção natural, quando bem entendidos pelo aluno, são capazes de permitir a compreensão de outros conceitos e ajudam a ampliar a dimensão da importância da teoria da evolução.

Associar evolução à epidemiologia, como propõe a Medicina Evolutiva, amplia não apenas nosso entendimento sobre os patógenos, mas nos permite uma melhor capacitação para sua profilaxia. Identificar nas ações de Walter Fane, no filme, semelhanças com John Snow facilita ainda ao aluno compreender a sua importância na história da epidemiologia.

Tradicionalmente, procura-se exemplificar a seleção natural pela evolução de grandes animais. No entanto, é em microrganismos, como bactérias e vírus, causadores de muitos danos aos seres humanos, que o processo evolutivo é mais fácil de surpreender, pois ocorre em um tempo que pode ser por nós acompanhado. A compreensão da evolução desses seres pode auxiliar a prevenção de doenças.

Assim, com o presente estudo, pretendemos aprimorar estratégias de uma abordagem convidativa e motivadora ao aprendizado do aluno, para a construção do conhecimento sobre doenças infectocontagiosas à luz da teoria da evolução no âmbito escolar, de forma a propiciar uma visão consciente do mundo onde vivemos, com mais autonomia, aplicando os saberes desenvolvidos nas aulas de Biologia em seu cotidiano. Nesse sentido, esperamos contribuir para a formação de cidadãos críticos, sensíveis e solidários.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCOCK, Joe. Emergence of evolutionary medicine: publication trends from 1991–2010. *Journal of Evolutionary Medicine*, 1 (2): 1-12, 2012. DOI: <https://doi.org/10.4303/jem/235572>

- ALISSON, Anthony C. The distribution of the sickle-cell trait in East Africa and elsewhere, and its apparent relationship to the incidence of subtertian malária. *Transactions of The Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, **48** (4): 312-318, 1954. DOI: [https://doi.org/10.1016/0035-9203\(54\)90101-7](https://doi.org/10.1016/0035-9203(54)90101-7)
- BLASER, Martin J. *Missing Microbes: How the overuse of antibiotics is fueling our modern plagues*. New York: Henry Holter, 2013.
- BRASIL. Ministério da Saúde. *Manual integrado de Vigilância Epidemiológica da Cólera*/Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. 2. ed. rev. Brasília: Ministério da Saúde, 2010. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_integrado_vigilancia_colera2ed.pdf. Acesso em: 8 mar. 2021.
- BROOKS, Geo. F.; CARROLL, Karen C.; BUTEL, Janet S.; MORSE, Stephen A.; MIETZNER, Timothy A. [1954]. *Microbiologia médica de Jawetz, Melnick & Adelberg*. Trad. Cláudio M. Rocha-de-Souza. 26. ed. Porto Alegre: AMGH, 2014.
- CAMPOS, Leila C.; FERREIRA, Eliane de O. *Vibrio cholerae*. Pp.347-354, in: TRABULSI, Luiz R.; ALTERTHUM, Flavio (orgs.). *Microbiologia*. 5. ed. São Paulo: Atheneu, 2008.
- CAPONI, Gustavo. Contra el neolamarckismo escolar La representación fisiológica de la adaptación como obstáculo epistemológico para la comprensión de la teoría de la selección natural. *Acta Scientiae*, **16** (2), 189-199, 2014.
- CHAMPOUX, Joseph E. Film as a teaching resource. *Journal of management inquiry*, **8** (2): 206-217, 1999. DOI: <https://doi.org/10.1177/105649269982016>
- CIMERMAN, Benjamin; CIMERMAN, Sérgio. *Parasitologia humana e seus fundamentos gerais*. São Paulo: Ateneu, 2002.
- CRESSLER, Clayton E.; MCLEOD, David V.; ROZINS, Carly; van den HOOGEN, José; DAY, Troy. The adaptive evolution of virulence: a review of theoretical predictions and empirical tests. *Parasitology*, **143**: 915-930, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1017/S003118201500092X>
- CURRAN, John (Dir.). “O despertar de uma paixão”. Estados Unidos-China: Swen Filmes, 2006. (124 min.), DVD. Título original: “The painted veil”.

- DARWIN, Charles R. [1859]. *Origem das espécies*. Trad. Regina Regis Junqueira. Belo Horizonte: Itatiaia, 2002.
- DARWIN, Charles R. *The variation of animals and plants under domestication*. London: John Murray. Vol. 2. 1868. Disponível em: http://darwin-online.org.uk/converted/published/1868_Variation_F877/1868_Variation_F877.2.html
- DARWIN, Charles R. *The descent of man*, and selection in relation to sex. London: John Murray. 1st edition. 1871. Disponível em: <http://darwin-online.org.uk/content/frameset?pageseq=1&itemID=F937.1&viewtype=text>. Acesso em: 20 mar. 2021.
- DOYLE, Ronald Jennings; LEE, Nancy. Microbes, warfare, religion and human institutions. *Canadian Journal of Microbiology*, 32: 193-200, 1985. DOI: <https://doi.org/10.1139/m86-040>
- ENAM, Syed F.; HASHMI, Shumaila. The importance of evolutionary medicine in developing countries: a case for Pakistan's medical schools. *Evolution, Medicine, and Public Health*, 1: 26-33, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1093/emph/eoy004>.
- EWALD, Paul W. Evolutionary biology and the treatment of signs and symptoms of infectious disease. *Journal of theoretical Biology*, 86 (1): 169-176, 1980. DOI: [https://doi.org/10.1016/0022-5193\(80\)90073-9](https://doi.org/10.1016/0022-5193(80)90073-9)
- EWALD, Paul W. Waterborne transmission and the evolution of virulence among gastrointestinal bacteria. *Epidemiology and Infection*. 106, 83-119, 1991. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0950268800056478>
- EWALD, Paul W. *Evolution of infectious disease*. New York: Oxford University Press, 1994.
- EWALD, Paul W.; SUSSMAN, Jeremy B.; DISTLER, Matthew T.; LIBEL, Camila; CHAMMAS, Wahid P.; DIRITA, Victor J.; SALLES, Carlos A.; VICENTE, Ana C.; HEITMANN, Ingrid; CABELLO, Felipe. Evolutionary control of infectious disease: prospects for vectorborne and waterborne pathogens. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 93 (5): 567-576, 1998. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0074-02761998000500002>
- FERREIRA, Marcelo Alves. A teleologia na biologia contemporânea. *Scientia Studia*, 1 (2): 183-93, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1678-31662003000200004>

- FONTOURA, Helena A. Tematização como proposta de análise de dados na pesquisa qualitativa. Pp. 61-82, *in*: FONTOURA, Helena A. (org.). *Formação de professores e diversidades culturais: múltiplos olhares em pesquisa*, v.1. Niterói, RJ: Intertexto, 2011.
- FRESNADILLO-MARTÍNEZ, Maria J.; AMADO, Carmen D.; GARCIA-SÁNCHEZ, Enrique; GARCIA-SÁNCHEZ, José E. Teaching methodology for the utilization of cinema in the teaching of medical microbiology and infectious diseases. *Journal of Medicine and Movies*, **1** (1): 17-23, 2005.
- FUTUYMA, Douglas J. *Evolutionary Biology*. Sunderland: Sinaver, 1998.
- GHISELIN, Michael T. Darwin's language may seem teleological, but his thinking is another matter. *Biology and Philosophy*, **9**: 489–492, 1994. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF00850377>
- HALDANE, John Burdon Sanderson. The rate of mutation of human genes. *Hereditas*, **35**: 267-273, 1949.
- HOMERO. [1874]. *Iliada*. Trad. Manoel Odorico Mendes. Digitalização do Vol. XXI dos Clássicos Jackson. 2009. Disponível em: <<http://www.ebooksbrasil.org/adobeebook/iliadap.pdf>>
- JOHNSON, Steven. *O mapa fantasma: como a luta de dois homens contra a cólera mudou o destino de nossas metrópoles*. Rio de Janeiro: Zahar, 2008.
- KOIFMAN, Sérgio. Apresentação da segunda edição brasileira. *in*: SNOW, J. *Sobre a maneira de transmissão do cólera*. 2. ed. São Paulo: HUCITEC/Rio de Janeiro: ABRASCO, 1999.
- KUSCHMIERZ, Paul; MENEGANZIN, Andra; PINXTEN, Rianne; PIEVANI, Telmo; CVETKOVIĆ, Dragana; MAVRIKAKI, Evangelia; GRAF, Dittmar; BENIERMANN, Anna. Towards common ground in measuring acceptance of evolution and knowledge about evolution across Europe: a systematic review of the state of research. *Evolution: Education and Outreach*, **13** (1): 1-24, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12052-020-00132-w>
- LASSEN, Manoel F. M.; OLIVEIRA, Inaiara R. de. Percepções e conhecimento dos estudantes do curso de Ciências Biológicas sobre evolução biológica e origem das espécies. *Salão do Conhecimento*, **1**(1), 2015.

- LEDERBERG, Joshua. Infectious disease as an example of evolution. Pp. 13-17, in: DESALLE, Robert (Ed.). *Epidemic! The World Infectious Disease*. New York: The New Press & The American Museum of Natural History, 1999.
- LEDERBERG, Joshua. Infectious history. *Science*, **288** (5464): 287-293, 2000. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.288.5464.287>
- LENNOX, James G. Darwin was a teleologist. *Biology and Philosophy*, **8**: 409-421, 1993. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF00857687>
- MARTINS, Lilian Al-Chueyr Pereira. Lamarck e as quatro leis da variação das espécies. *Epistême. Filosofia e História da Ciência em Revista* **2** (3): 33-54, 1997.
- MAUGHAM, William S. *O véu pintado*. Trad. Amílcar de Garcia. São Paulo: Círculo do Livro, 1980.
- MAYR, Ernst. *O desenvolvimento do pensamento biológico*. Trad. Amílcar de Garcia. Brasília: UnB, 1982.
- MAYR, Ernst. *O que é a evolução*. Trad. Ronaldo Sergio de Biasi e Sergio Coutinho de Biasi. Rio de Janeiro: Rocco, 2009.
- MCDANIEL, Stan V. Mind and cosmos: Why the Neo-Darwinian conception of nature is almost certainly false by Thomas Nagel. *Journal of Scientific Exploration*, **27** (2) 2013.
- MÉTHOT, Pierre-Olivier. Understanding pathogens in the era of next generation sequencing. *The Journal of Infection in Developing Countries*, **6** (9): 689-691, 2012. DOI: <https://doi.org/10.3855/jidc.3012>
- MÉTHOT, Pierre-Olivier. Darwin, evolution, and medicine: Historical and contemporary perspectives. Pp. 587-617, in: HEAMS, Thomas; HUNEMAN, Philippe; LECOINTRE, Guillaume; SILBERSTEIN, Marc. (eds.). *Handbook of Evolutionary Thinking in the Sciences*. Cham: Springer, 2015. DOI: https://doi.org/10.1007/978-94-017-9014-7_27
- MORTIMER, Eduardo; CHAGAS, Alexander N.; ALVARENGA, Vera T. Linguagem científica versus linguagem comum nas respostas escritas de vestibulandos. *Investigações em ensino de ciências*, **3** (1): 7-19, 1998.
- NAGEL, Thomas. *Mind and cosmos: why the materialist Neodarwinism conception of nature is almost certainly false*. New York and Oxford: Oxford University Press. 2012.

- NESSE, Randolph M.; WILLIAMS, George C. *Por que Adoecemos?* Rio de Janeiro, RJ: Campus, 1997.
- NESSE, Randolph M. How is Darwinian medicine useful? *Western Journal of Medicine*, **174** (5), 358-360, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1136/ewj.174.5.358>
- NEVES, Davi Pereira. Relação parasito-hospedeiro. Pp. 7-13, in: NEVES, Davi Pereira; MELO, Alan Lane; LINARDI, Pedro Marcos; VITOR, Ricardo. W. de Almeida. *Parasitologia médica*. São Paulo: Atheneu, 2005.
- NUNES-NETO, Nei Freitas; EL-HANI Charbel Niño. O que é função? Debates na filosofia da biologia contemporânea. *Scientiae Studia*, São Paulo, **7** (3): 353-401, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1678-31662009000300002>
- PALMIERI, James R. Be fair to parasites. *Nature*, 298: 220, 1982.
- PENA, Sérgio. Parasitos e hospedeiros: evolução genômica sob o jugo da Rainha Vermelha. Pp. 143-147, in: COURA, José Rodrigues. *Dinâmica das doenças infecciosas e parasitárias*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005.
- REZENDE FILHO, Luiz A. C.; BASTOS, Wagner G.; PASTOR JUNIOR, Américo A.; PEREIRA, Marcus V.; SÁ, Marcia B. Contribuições dos estudos de recepção audiovisual para a educação em ciências e saúde. *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, **8** (2): 143-161, 2015. DOI: <https://doi.org/10.5007/1982-5153.2015v8n2p143>
- SCIENTIFIC AMERICAN BRASIL. Evolução: a incrível jornada da vida. Episódio IV: A corrida das espécies. Série 3, Scientific American, BBC, Discovery Chanel e ProSieben, 2001. (60 min), DVD.
- SILVEIRA, Anny J. T. O despertar de uma paixão. Pp. 211-230, in: FIGUEIREDO, Betânia G.; SILVEIRA, Anny J. T. (orgs.). *História da ciência no cinema*, vol 3. Belo Horizonte, MG: Argvmentvm, 2010.
- SNOW, John. [1854] *Sobre a maneira de transmissão do cólera*. Trad. Agência dos Estados Unidos para o Desenvolvimento Internacional (USAID). 2. ed. São Paulo: HUCITEC/Rio de Janeiro: ABRASCO, 1999.

- STEARNS, Stephen C. Trade-offs in life-history evolution. *Functional Ecology*, **3** (3): 259-268, 1989. DOI: <https://doi.org/10.2307/2389364>
- STEARNS, Stephen C.; MEDZHITOV, Ruslan. *Evolutionary Medicine*. Sunderland: Sinauer Associates, 2016.
- VIEIRA, Sonia. *Como elaborar questionários*. São Paulo, SP: Atlas, 2009.
- WAIZBORT, Ricardo F; LUZ, Maurício R. M. P. da. Medicina evolutiva: incorporando a teoria da evolução na formação de profissionais de saúde brasileiros. *Revista Brasileira de Educação Médica*, **41** (4): 487-496, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/1981-52712015v41n4rb20160074>
- WAIZBORT, Ricardo; PORTO, Filipe. Raízes históricas da medicina evolutiva, a hipótese do *trade-off* entre virulência e transmissão, de Paul Ewald. *Filosofia e História da Biologia*, **13** (2): 229-261, 2018.
- WERTH, Alex; ALLCHIN, Douglas. Teleology's long shadow. *Evolution: Education and Outreach*, **13** (4): 1-11, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12052-020-00118-8>
- WILLIAMS, George C.; NESSE, Randolph M. The dawn of Darwinian medicine. *The Quarterly review of biology*, **66** (1): 1-22, 1991. DOI: <https://doi.org/10.1086/417048>
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. WHO. *Weekly Epidemiological Records (WER)*.; vol. 92, 36, pp. 521-536, 08 set. 2017. Disponível em: <<https://www.who.int/wer/2017/wer9236/en/>> Acesso em: 14 abr. 2018.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. WHO. *Weekly Epidemiological Records (WER)*.; *Cholera - 2019*. vol. 95, 37, pp. 441-448, 11 set. 2020. Disponível em: <https://www.who.int/wer/2020/wer9537/en/> Acesso em 08 mar. 2021.
- ZAMPIERI, Fabio. Origins and history of Darwinian Medicine. *Humanamente*, **9**: 13-38, 2009.

Data de submissão: 03/12/2020

Aprovado para publicação: 09/03/2021

As diferentes concepções de natureza na sociedade ocidental: da *physis* ao desenvolvimento sustentável

Diogenes Rafael de Camargo ^{*}
Kátia Vanessa Tarantini Silvestri [#]

Resumo: Mediante às proposições de desenvolvimento sustentável, recursos naturais e sustentabilidade, deve se compreender a natureza em um contexto polivalente permeado pelos discursos políticos, científicos, sociais, artísticos e filosóficos. De abordagem qualitativa, o procedimento metodológico fez revisão sistemática acerca do conceito *physis* na história da filosofia objetivando traçar 1. um percurso semântico até a função desenvolvimento sustentável e, 2. propor uma inflexão às proposições de desenvolvimento sustentável e, 3. evitar ambiguidades dos termos homem e humano. Para tanto, fundamenta-se a revisão sistemática em Heidegger (1989; 2017), Deleuze e Guattari (2016), Loureiro (2012), Montibeller-Filho (2008), Unger (2006), Guattari (2006), Singer (2000). A pesquisa desenvolvida mostrou que após as grandes catástrofes sociais e ambientais que o mundo assistiu na primeira metade do século XX, ocorreu a emergência de muitas correntes ambientalistas. Algumas dessas correntes partiram de um viés propagandista e ideológico oficial pelo qual se propagaram os sistemas discursivos mais bem estruturados e, um pouco mais estagnados na dinâmica entre supra e infraestrutura, utilizando o discurso ambiental. Este que começava a brotar na sociedade, como ferramenta de garantia da manutenção de uma hegemonia econômica e política contribuiu historicamente para o abismo da dicotomia Homem *versus* Natureza.

Palavras-chave: Biologia. Filosofia. Meio ambiente.

^{*} Centro Universitário Herminio Ometto de Araras. Grupo de pesquisa 'A Temática Ambiental e o Processo Educativo'. E-mail: dio_raphael@fho.edu.br

[#] Centro Universitário Herminio Ometto de Araras. Instituto de Pesquisa e Educação Continuada em Economia e Gestão de Empresas. E-mail: katiavanesa@fho.edu.br; katiasilvestri@pecege.com

The different conceptions of nature in Western society: from *physis* to sustainable development

Abstract: Through the propositions of sustainable development, natural resources and sustainability, we must understand nature in a multipurpose context permeated by political, scientific, social, artistic and philosophical discourses. With a qualitative approach, the methodological procedure did a systematic review about the *physis* concept in the history of philosophy aiming to trace 1. a semantic path to the sustainable development function, 2. to propose an inflexion to the sustainable development propositions and, 3. to avoid ambiguities of the terms man and human. For this, the systematic review is based on Heidegger (1989; 2017), Deleuze e Guattari (2016), Loureiro (2012), Montibeller-Filho (2008), Unger (2006), Guattari (2006), Singer (2000). The results showed that after the great social and environmental catastrophes that the world witnessed in the first half of the 20th century, many environmental currents emerged. Some of these currents started from an official propagandist and ideological bias. The best structured discursive systems are propagated. The environmental discourse began to spring up in society. As a tool for guaranteeing economic and political hegemony, it contributed to the abyss of the dichotomy Man versus Nature.

Keywords: Biology; Philosophy; Environment.

1 INTRODUÇÃO

Eu sou o que me cerca. Se eu não preservar o
que me cerca, eu não me preservo.

José Ortega y Gasset

A história narra diversas criações, construções e desconstruções humanas (Giacóia, 2010). Perceptos, funções e conceitos, criados, respectivamente, pela Arte, pela Ciência e pela Filosofia, buscam, desde a Antiguidade Grega, definir para compreender e dominar a natureza (Deleuze & Guattari, 2016). Deleuze e Guattari assim se expressaram:

A ciência não tem por objeto conceitos, mas funções que se apresentam como proposições nos sistemas discursivos. Os elementos das funções se chamam *functivos* (Deleuze & Guattari, [1992] 2016, p. 139)

Do conceito de *physis* dos filósofos pré-socráticos (Kirk, Raven & Schofield, 1983; Heidegger, [1953], 2017) à visão utilitarista de natu-

reza, as funções “recursos naturais”, “sustentabilidade” e “desenvolvimento sustentável” passaram por variações semânticas (Carvalho, 2008; Montibeller-Filho, 2008). As funções mencionadas, construídas da atividade científica, serão aqui discutidas.

Ao tecer reflexões acerca da natureza, sobretudo na contemporaneidade, há que se atentar amiúde ao fato de que um conceito, uma função ou um percepto são pontes movediças (Deleuze & Guattari, 2016), o que significa que o movimento é imanente aos conceitos filosóficos, às funções científicas e perceptos (afetos) da Arte. É imanente porque cada filósofo, cientista e artista cria, a partir de seu plano de imanência, um produto singular, ou seja, um conceito no caso da Filosofia, uma função no caso da ciência e um percepto no caso da Arte. Este produto singular, possui uma história, remete a um problema, une diferentes elementos e carrega uma assinatura. Portanto, é sempre relativo e absoluto e, é nesse sentido, que a natureza como produto (objeto de estudo) de criações filosóficas, artísticas e científicas, não se reduz à uma única definição dada o resultado da criação dessas potencialidades do pensamento que são a filosofia, a ciência e a arte.

Portanto, a natureza, aqui discutida mediante às proposições de desenvolvimento sustentável, recursos naturais e sustentabilidade, deve ser compreendida dentro de um contexto polivalente permeado pelos discursos políticos, científicos, sociais, artísticos e filosóficos correspondentes a um período e à uma sociedade.

Dado que o Homem ao escolher a si mesmo escolhe toda a humanidade (Sartre, [1970] 1996), as ações de um único indivíduo refletem e refratam toda a sociedade porque cada escolha tem um valor universal e, por isso, compreender as questões socioambientais começa por atividades micropolíticas, Guattari (2006), de cada um em relação a si mesmo, ao meio e ao social.

De abordagem qualitativa, com natureza básica e objetivos explicativos, o procedimento metodológico fez uma revisão sistemática acerca do conceito *physis* na História da Filosofia objetivando traçar 1. um percurso semântico até a função desenvolvimento sustentável, 2. propor uma inflexão às proposições de desenvolvimento sustentável e, 3. evitar ambiguidades cuidando das sutilezas dos termos homem e humano (Singer, 2000, p. 11). De acordo com Deleuze:

A filosofia deve não redizer o que disse um filósofo, mas dizer o que ele necessariamente subentendia, o que ele não dizia e que, no entanto, está presente naquilo que diz (Deleuze, 1992, pp. 169-170)

Para alcançar os objetivos propostos, uma incursão pelo conceito Homem abre a discussão. Homem deriva da raiz sânscrita *man* que, ao ser transliterada para o latim fecunda o termo *humanus* desdobrando-se em *humus* (terra) e *homo* (homem). Com efeito, o conceito de Homem (Giacóia, 2010; Abbagnano, 2007), é assumido em duas frentes: tanto em consonância com o jargão filosófico quanto especificado nas conjecturas históricas de quando se aproxima de *humus* e humildade, está de raiz indo-Europeu *ghyom* (terra) significando o que fica no chão, que não se ergue, e quando se distancia da noção de *humus*, como *ver-se-á* na problematização da noção de *physis* à noção de desenvolvimento sustentável.

2 MAS O QUE É A *PHYSIS*?

A natureza ama esconder-se
Heráclito

No princípio era o verbo, e o verbo era *phuein*, de onde originou a *physis*, que se compreende como emergir (Heidegger, [1953] 2017) a totalidade de tudo o que existe.

Etimologicamente, *physis* tem origem no radical *phuein* que seria algo semelhante ao brotar da flor, ao jorrar da água da fonte, ao precipitar da chuva. Já a flor, a água e a fonte, a chuva e, por que não, o próprio termo *phuein*, seriam a *physis*. E, a gênese de todas estas coisas, da força que impulsiona e daquilo que se fez, é o princípio, a “fonte perene” do existir.

Entre os filósofos gregos pré-socráticos como Heráclito e Anaximandro, o entendimento era que o Ser se revela, saindo de seu ocultamento para à luz do entendimento dos humanos (Heidegger, [1970] 1989). Os entes, portanto, aparecem. A *physis* é o desvelamento, emergência dos entes para a presença.

Ser, no sentido de *physis*, é o poder que emerge. Em contraste com o tornar-se, é a permanência, a presença permanente. Em contraste

com a aparência, é o aparecimento, a presença manifesta (Heidegger, [1953] 2017, p. 125)

Physis não se reduz ao ente natureza no sentido da Botânica ou da Zoologia. *Physis* é o princípio natural de onde tudo emerge e para onde tudo retorna e só pode ser conhecida pelo raciocínio intelectual e não pela empiria. A *physis* é a causa natural imperecível da existência de todas as coisas. Os seres humanos, bem como suas dimensões biopsicossocioespirituais ou biopsicossocioculturais, são também *physis*.

Na ontologia pré-socrática, a *physis*, revela-se de diferentes formas para diferentes filósofos.

Pensando a *physis*, o filósofo pré-socrático pensa o ser, e a partir da *physis* pode então aceder a uma compreensão da totalidade do real: do cosmos, dos deuses e das coisas particulares, do homem e da verdade, do movimento e da mudança, do animado e do inanimado, do comportamento humano e da sabedoria, da política e da justiça (Bornheim, 1967, p. 14)

Os filósofos pré-socráticos eram os *physikoi*: físicos. Entretanto, é preciso pensar o termo “físicos” naquela conjuntura, ou seja, a partir da perspectiva pré-socrática, atribuindo ao termo *physikoi* o sentido de pensadores da *physis* e esta enquanto concepção de natureza da época (Bornheim, 1967).

A *arché* (origem) era o que a filosofia pré-socrática buscava alcançar entendimento (Unger, 2006, p. 26). Dessa forma, cada filósofo definia a *arché* a partir de uma *physis* como água (Tales), ar (Anaxímenes), átomos (Demócrito), número (Pitágoras), fogo (Heráclito), a composição entre úmido, seco, quente e frio e todas as oposições qualitativas entre os elementos (Anaxágoras) e o ilimitado (Anaximandro).

Apesar de a *physis* ser imutável, tudo o que é gerado por ela está em movimento (*kínesis*) contínuo. A *arché* organiza o devir e o caos não se instala porque a ordem (cosmos) reside nas leis determinadas pela *physis*.

O processo de surgir do cosmos em suas revelações e movimentos, do aparecer e desaparecer das coisas é a visão de mundo pré-socrática e nela o Homem não está destacado e nem em destaque,

tampouco está a natureza ao seu serviço. Antes e substancialmente, o homem é também *humus*, é também *physis*.

Os entes (*tà onta*) não são idênticos, há os entes materiais, ideais, valorativos e metafísicos, (Heidegger, [1970] 1989), porém todos participam do mesmo jogo do velar e ocultar-se da *physis*, os mistérios de todas as coisas, como algo inseparável do próprio sentido de realidade e, condição *sine qua non* de pensamento.

Um erro historiográfico apontado pelo filósofo alemão Martin Heidegger (1889-1976) desviou a própria Filosofia da questão ontológica. A inflexão aos pré-socráticos é uma transgrediência à visão que no passado reside algo ultrapassado. Não obstante, mapeando o destino ocidental, a própria essência do Ser que reside no velar-se, levou ao esquecimento (Heidegger, [1970] 1989). Unger explica:

Para nós, habitantes de um mundo no qual tanto a natureza como um todo quanto o próprio ser humano foram reduzidos à condição de objetos cujo único valor está no lucro que podem produzir, o pensamento pré-socrático convida a um repensar de nossa identidade enquanto humanos e de nosso lugar no universo. [...]. O diálogo com pensadores como Anaximandro, Heráclito, Parmênides, Empédocles pode nos remeter a uma experiência (contida na origem de nossa trajetória ocidental), na qual a sabedoria não reside em ter muitas informações, mas em manter-se em sintonia com a lei que dá origem, anima e permeia a *physis*, a sabedoria de reconhecer na multiplicidade de manifestações do real, a Unidade profunda de todas as coisas. Esta unidade é, por sua vez, dinâmica: não exclui, mas inclui, o movimento, o múltiplo, o diverso; inclui o ser humano, que precisa aprender a pôr-se a escuta do Cosmos e de seus sinais, encontrando o comum acorde que vibra na totalidade do real. (Unger, 2006, p.28)

O conceito *physis* transvia a tradição cartesiana de compreensão do mundo como dado e distinto do homem. Nota-se aqui a mudança semântica. O desvio linguístico de homem como *humus* dos pré-socráticos para homem não mais humilde, mas senhor e dominador. O conceito de *physis*, o mundo (todos os entes) se determinam mutuamente.

3 A SEMÂNTICA DE *PHYSIS* NA HISTÓRIA DA FILOSOFIA

O ser se diz de várias maneiras
Aristóteles

Na transição da filosofia pré-socrática para a socrática, a metafísica encontra-se em seu primeiro período compreendido de Platão e Aristóteles até Hume (Reale & Antiseri, 1990).

O pensamento começa a se organizar mais em torno do homem e tem-se a “antropologia” nascente no período socrático. A epígrafe do templo de Apolo “conhece-te a ti mesmo” faz uma inflexão aos pré-socráticos propondo que antes de conhecer a verdade oculta (*physis*) era sábio conhecer a si mesmo, sua *Physis* própria.

A condição para a verdade, mesmo a da *physis*, passa pelo *homo*. Este se torna condição para.

Em Platão (séc. IV a.C., 2015) e Aristóteles (séc. IV a. C., 1997) a ascensão dialética eleva o homem da condição de prisioneiro da caverna a nomeador, definidor e classificador de todas as coisas do mundo.

De acordo com Alfredo Culleton, a relação estabelecida entre mundo sensível e mundo inteligível:

[...] é a ideia de correspondência entre a ordem cósmica e a ordem da cidade sob a soberania de uma mesma: lei universal à qual o homem deve se elevar para escapar do mundo da violência e da desordem (Culleton, 2006, p. 44)

Caberia ao Homem participar da construção da segunda natureza, que seria o *nomos*, e manter a ordem da cidade-estado (*polis*) por meio da política e da filosofia. A vida do cidadão estaria, portanto, indissociável da *polis*. Seria o homem um animal político, ou como descreveu Aristóteles, um ser *zoon politikon*. Danilo Marcondes explica:

Aristóteles concebe a natureza como dotada de uma finalidade, um *telos*, considerando o ser humano como parte da natureza. Essa finalidade consiste em que cada coisa que pertence à natureza deve realizar o seu potencial; por exemplo, uma semente se transforma em árvore, um ser humano busca realizar-se plenamente em sua vida e em

suas atividades. O processo de realização do próprio potencial, no caso dos objetos naturais, é imanente a eles mesmos, está inscrito em sua própria natureza e, dadas as condições adequadas, isso ocorrerá (Marcondes, 2006, p. 35)

Quanto ao homem, realizar seu potencial é ter a vida ativa, está associada a Política e a Filosofia. Aristóteles (1997) chamou de *mesótes*, (a justa medida), fundada nas virtudes como o meio termo entre os vícios por deficiência e por excesso.

Da “antropologia socrática” um novo pensamento se desdobra pelo qual a natureza é sacralizada. Se na ontologia socrática a pergunta era *quem sou eu?* com os filósofos medievais a pergunta se torna *como Deus quer que eu seja?*

Santo Agostinho (354-430) entendia o homem como uma alma que se serve de um corpo (Agostinho, [séc. IV] 1984). Uma hierarquia transcendental da alma sobre o corpo revelando o diálogo com Platão para quem o Homem é, sobretudo, um ser pensante e seu pensamento não se confunde com a materialidade corporal (Platão, [séc. IV a.C.] 2015).

Com Agostinho o mundo inteligível é redefinido como o sagrado e o mundo sensível como o vale de lágrimas, onde a única fonte de luz e alegria advém da misericórdia divina.

Da “antropologia socrática” para o teocentrismo medieval, o homem se torna a imagem e semelhança de Deus. Nas palavras de Pessanha:

Estava findando a Antiguidade e preparando-se para a Idade Média. A nova era seria dominada pela palavra do bispo de Hipona, pois ninguém como ele teria conseguido, na filosofia ligada ao cristianismo, atingir tal profundidade e amplitude de pensamento. Vinculou a filosofia grega, especialmente Platão, aos dogmas cristãos, mas, quando isso não foi possível, não teve dúvidas em optar pela fé revelada (Pessanha, 1984, p. 19)

A doutrina agostiniana se aproxima da doutrina platônica no que tange ser reminiscência todo e qualquer conhecimento que se apresenta no mundo sensível, porém, a grande muralha que as afastam, reside nas supostas fontes desse conhecimento, quais sejam: para Platão, seriam os conhecimentos do mundo sensível, pequenas reve-

lações de conteúdos passados no mundo inteligível. Agostinho acreditava ser este conhecimento fruto de irradiação divina:

Assim como os objetos exteriores só podem ser vistos quando iluminados pela luz do sol, também as verdades da sabedoria precisariam ser iluminadas pela luz divina para se tornarem inteligíveis. (Pessanha, 1984, p. 15)

O conhecimento, a sabedoria dos homens no mundo sensível, seria então a sabedoria criada por uma Sabedoria transcendental, que para Agostinho equivale ao próprio Deus, de onde tudo surge, conforme Sua vontade:

[...] porque a sabedoria foi criada anteriormente a todas as coisas. Não me refiro, é claro, àquela Sabedoria de que Vós, ó meu Deus, sois Pai, e que é coeterna convosco, igual a Vós, pela qual todas as coisas são criadas, e em cujo Princípio fizestes o céu e a terra, mas simplesmente a esta sabedoria criada, quer dizer, a esta natureza intelectual que é a luz pela contemplação da luz, e é chamada também sabedoria, ainda que criada. Porém, a diferença que há entre a Luz que ilumina e a luz iluminada é tão grande como a que separa a Sabedoria criadora da sabedoria criada [...] (Agostinho, [séc. IV] 1984, p. 243 – Livro XII)

O homem que deveria pensar sobre si mesmo antes de pensar a *physis* dos demais entes na Idade Média, passa a pensar o que o transcendente inspirasse. Forças sobrenaturais reivindicam um lugar no topo de uma hierarquia que se atualiza e, contra as quais, os pré-socráticos já haviam se insurgido. A linguagem simbólica, própria do pensamento mítico, religioso e artístico se destaca na Medievalidade.

A metafísica aristotélica influencia igualmente a Idade Média como se lê nos escritos de Tomás de Aquino (1225-1274). A grande rivalidade entre os dois filósofos reside no instante em que para a metafísica de Aristóteles a verdade está nas próprias coisas e, portanto, fora da revelação.

Tudo é capaz de ser conhecido pelo homem, desde que tenha método, porque tudo está formatado na mesma chave racional, tudo tem um sentido holístico, nada sobra e nada é por acaso, assim como tudo tem uma finalidade predeterminada e não pode ser utilizada de qualquer maneira (Culleton, 2006, p. 47)

Para Tomás de Aquino, inclusive Deus agiria racionalmente. Tudo era pautado no princípio da Razão e nada seria por acaso. Tudo seria criado por meio de uma ordem racional, e conhecer a ordem das coisas seria conhecer o próprio Deus, criador de todas as coisas e de toda ordem natural. Por isso, todas as coisas e toda ordem do mundo natural seriam virtuosas e verdadeiras.

Deus abençoou Noé e seus filhos, dizendo: “Sejam fecundos, multipliquem-se e encham a terra. Todos os animais da terra temerão e respeitarão vocês: as aves do céu, os répteis do solo e os peixes do mar estão no poder de vocês. Tudo o que vive e se move servirá de alimento para vocês. E a vocês eu entrego tudo, como já havia lhes entregue os vegetais. [...] Porque o homem foi feito à imagem e semelhança de Deus. Quanto a vocês, sejam fecundos e se multipliquem, povoem e dominem a terra” (A Bíblia de Jerusalém, Gênesis 9,1-7, pp. 20-21)

Se para a *physis* pré-socrática nada vem do nada, na Medievalidade, por exemplo, Deus criou o mundo do nada. O conceito de *physis* é transfigurado. Entre as várias compreensões do discurso religioso de cunho cristão, uma delas indica que a visão superficial da ecologia, por exemplo, advém também da teologia (Naess, 1994).

Lynn White (1967) afirma que passagens como “crescei e multiplicai-vos”, “dominai a terra” e “submeteí os animais” (Gênesis - 1, 28), propiciaram pensares que o meio ambiente só deve ser preservado em função ao bem-estar do homem, sem levar em conta a reflexão de um valor intrínseco de todas as formas de vida, de todas as coisas. Interpretada essas passagens como a vontade explícita divina, o homem deve agir explorando a natureza para os seus fins e subjugar a força da natureza pela inteligência.

Da *physis* em que o Homem era um ente entre outros, era *humus*, humano, guardadas as diferenças, mas como parte de um todo, vê-se uma *physis* em que Deus está acima, o Homem abaixo e a vida no planeta, o *humus*, abaixo do Homem. Nessa perspectiva, o Homem afastado do *humus*, dá a expressão desumano como construído dessas nuances na compreensão e relações entre Homem e natureza.

É contra essa visão que o norueguês Arne Naess (1994) fala em ecologia profunda, pela qual a defesa é que o homem é parte do mundo e toda escolha que faz terá repercussões que se estendem a

cada homem e a todos os demais entes como a fauna, a flora, a biosfera etc.

O cogito cartesiano inaugura a Modernidade, uma ressignificação da natureza começa a ocorrer, onde o ser humano, principalmente por meio da ciência nova, atribuíu a si próprio o suposto direito e dever de ser o senhor supremo de todos os seres, o dominador da natureza (Cascino, 2007; Thomas, 2010).

A insurgência contra o pensamento medieval gera, a seu modo, repercussões diversas como por um lado, o retorno do pensamento conceitual fundado em bases linguísticas não mais simbólicas e, por outro, tecnicismo e cientificismo. Com o princípio empirista de Francis Bacon (1561-1626), saber é poder e razão de separação entre corpo e alma, um desencantamento da natureza desdobra-se. Corpo-máquina, *mathesis universalis*, mente como folha em branco, razão instrumental são alguns dos princípios que sustentam esse novo trazer à luz da *physis*.

O homem, ministro e intérprete da natureza, faz e entende tanto quanto constata, pela observação dos fatos ou pelo trabalho da mente, sobre a ordem da natureza (...). Nem a mão nua nem o intelecto, deixados a si mesmos, logram muito. Todos os efeitos se cumprem com instrumentos e recursos auxiliares, de que dependem, em igual medida, tanto o intelecto quanto as mãos. Assim como os instrumentos mecânicos regulam e ampliam o movimento das mãos, os da mente aguçam o intelecto e o precavêm. Ciência e poder do homem coincidem, uma vez que, sendo a causa ignorada, frustra-se o efeito (...) (Bacon, [1620] 2014, p. 14)

A paixão, nada ausente, se deslocada da figura divina e transcendente à figura laica e imanente. Somente o ser humano dotado de razão, *res cogitans*, deve por meio de suas faculdades mentais, alcançar a verdade, a *physis*, por si mesmo.

Quanto a mim, nunca supus que meu espírito fosse em nada mais perfeito do que os dos outros; com frequência desejei ter o pensamento tão rápido, ou a imaginação tão clara e diferente, ou a memória tão abrangente ou tão pronta, quanto alguns outros. E desconheço quaisquer outras qualidades, afora as que servem para o aperfeiçoamento do espírito; pois, quanto à razão ou ao senso, posto que é a única coisa que nos torna homens e nos diferencia dos animais, acredito que existe totalmente em cada um, acompanhando nisso a opini-

ão geral dos filósofos, que afirmam não existir mais nem menos senão entre os *acidentes*, e não entre as *formas* ou naturezas dos *individuos* de uma mesma *espécie* (Descartes, [1637] 2011, p. 36)

A modernidade traz à luz o poder do ser humano de sexo masculino *burguês branco europeu* (Negri & Hardt, 2005). Emancipar-se e fazer-se soberano à todas as coisas era o princípio norteador do pensar. Homem distante de *humus*. Homem próximo ao *sapiens* (*rationale*) que como se evidencia pela História, a razão como uma faculdade do intelecto, pode ser usada de n formas. Descartes explicou:

[...] Adquiri algumas noções gerais concernentes à física, e, começando a comprová-las em várias dificuldades particulares, percebi até onde podiam conduzir e quanto diferem dos princípios que haviam sido utilizados até o presente, considerei que não podia mantê-las escondidas sem transgredir a lei que nos obriga a procurar, no que depende de nós, o bem geral de todos os homens. Pois elas me mostraram que é possível chegar a conhecimentos que sejam muito úteis a vida, e que, em lugar dessa filosofia especulativa que se ensina nas escolas, é possível encontrar-se um outra prática mediante a qual, conhecendo as forças e as ações do fogo, da água, do ar, dos astros, dos céus e de todos os outros corpos que nos cercam, tão claramente como conhecemos os vários ofícios de nossos artífices, poderíamos utilizá-los da mesma forma em todos os usos para os quais são próprios, e assim nos tornar como senhores e possuidores da natureza (Descartes, [1637] 2011, p. 86)

Mitos como o da neutralidade, são criados na Modernidade. É um período de grandes tensões provocadas por filosofias contraditórias. O poder dado à razão, por um lado, conflita diretamente, na Idade Moderna, com a defesa de um bom selvagem e uma educação negativa (Rousseau, [1762] 1979). Ao contrapor as ideias antropocêntricas da época, Rousseau criticou, sobretudo, o modo de vida do homem moderno e a civilização que construiu onde tudo é permitido em sendo feito pelo homem e para o homem. Em relação à ação do homem, Rousseau comentou:

[...] Ele obriga uma terra a nutrir as produções de outra, uma árvore a dar frutos de outra; mistura e confunde os climas, as estações; mutila seu cão, seu cavalo, seu escravo; transtorna tudo, desfigura tudo; ama a deformidade, os monstros; não quer nada como o fez a natureza, nem mesmo o homem; tem de ensiná-lo para si, como um cavalo de

picadeiro; tem que moldá-lo a seu jeito como uma árvore de seu jardim (Rousseau, [1762] 1979, p. 9)

O enaltecimento da importância do contato com a natureza para o homem, e aqui vê-se a raiz semântica se reaproximando de *homo* e *humus* e, a crítica ao Homem moderno, distanciado do *humus*, e ao tipo de sociedade que vinha sendo construída, significa não ensinar a virtude ou a verdade, mas em preservar o coração do vício e o espírito do erro (Rousseau, [1762] 1979, pp. 63-64). Para Rousseau:

Os homens não são feitos para se amontoarem em formigueiros e sim para serem espalhados pela terra que devem cultivar. Quanto mais se juntam, mais se corrompem. As enfermidades do corpo, bem como os vícios da alma, são a consequência infalível dessa aglomeração excessiva. De todos os animais, o homem é o que menos pode viver em rebanho. Homens juntados como carneiros pareceriam dentro de pouco tempo. O hálito do homem é mortal para seus semelhantes; isso não é menos verdadeiro no sentido próprio do que no figurado (Rousseau, [1762] 1979, p. 32)

O pensamento de Rousseau servirá para sustentar as bases do movimento ecológico dois séculos a frente e será revisitado pela educação ambiental, na tentativa de formular preceitos para um sujeito virtuoso, na constituição do que ficou conhecido como sujeito ecológico (Carvalho, Grün & Trajber, 2006, p. 16). Todavia, sem desconsiderar as tensões discursivas, a filosofia de Rousseau pode ser compreendida também como uma diminuição do valor da educação formal já que esta, mesmo aceitando a vida selvagem, a natureza, não a entende como suficiente e totalmente boa.

Em tensão com a filosofia rousseauiniana, o sociólogo francês Émile Durkheim (1858-1917) afirmou que é justamente a função da educação introduzir o homem na vida social já que a criança só traz com ela a natureza individual, uma página em branco, e essa não bastava (Durkheim, [1938] 2010).

Como tal, repleta de paradoxos, a Modernidade promove tanto a liberdade do pensar por si quanto a opressão da natureza. A *physis* como o brotar da racionalidade extrema, do Iluminismo, a presença manifesta do poder que emerge também do ente Homem que ora revela-se como tecnicista, ora como bom selvagem, ora como imagem de Deus. O jogo do velar e ocultar da *physis* não está ausente em

nenhum momento da existência e da materialidade do mundo, o que ocorre é que quando um lado sai à luz, outro tende a ficar à sombra. Porém, a tensão discursiva não incide em estagnação. As oposições produzidas pelas potências do pensamento evidenciam o jogo de luz e sombra. Por isso, a Idade Média não se reduz como superficialmente se apresenta, às vezes, a Idade das Trevas, como se nada houvesse sido criado, criticado. Assim como a Modernidade não se reduz ao técnico-científico somente, mas é permeada por fissuras que, mesmo mais à sombra, repercutem no contínuo do tempo. A *physis* é imutável, mas tudo o que ela gera está em contínuo movimento (*kínesis*).

4 DA *PHYSIS* AO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

A conotação da ecologia deveria deixar de ser vinculada à imagem de uma pequena minoria de amantes da natureza ou de especialistas diplomados.

Ela põe em causa o conjunto da subjetividade e das formações de poder capitalísticos
Félix Guattari

A forma como o homem interage com a natureza sofreu modificações históricas como a análise do termo *physis* aqui apresentada mostra porque a *physis* vela e oculta diferentes potencialidades do pensamento. Segundo Fabio Cascino (2007), tais modificações se deram conforme o ser humano passou a enxergar a natureza e entender a necessidade de preservação ambiental, importante para a preservação da própria espécie humana e de suas políticas e sistemas de dominação. Na filosofia marxista, homem e natureza são componentes de um mesmo metabolismo e se relacionam de forma dialética, interdependentes em suas ações e, mesmo por isso, constituindo-se como um todo, *homo* e *humus* em consonância semântica. Nas palavras de Carlos Frederico Loureiro:

Marx explicita sua concepção de natureza como unidade complexa e dinâmica, auto-organizada em seu próprio movimento contraditório, se distanciando das abordagens que a definem como “substrato” e que conduziam a uma compreensão dicotômica (de um lado ser humano, de outra natureza). Todavia, não estabelece esta unidade reduzindo-a ao universo biológico, mas considerando as especificidades de cada elemento e suas relações constitutivas (por isso, afirma que o

concreto é a síntese de múltiplas determinações, a unidade do diverso). Assim, pensa o ser humano em sua peculiaridade (atividade transformadora da natureza na história, gerando cultura), na qual a relação “eu-mundo” se dá por mediações criadas na vida em sociedade. (Loureiro, 2006, p. 126)

Sobre a relação homem-natureza, Marília Tozoni-Reis comenta:

Nessa relação genérica *natural*, a relação do homem à natureza é diretamente sua relação ao homem, e sua relação imediata à natureza, à sua própria condição *natural*. Em tal relação, revela-se, portanto, de modo sensível, reduzida a um facto observável, até que ponto a essência humana se tornou para o homem natureza e em que medida a natureza se transformou em essência humana do homem (Tozoni-Reis, 2008, p. 38. Grifo do autor)

Muitas correntes de pensamento ambientalista surgiram na passagem do século XIX para o XX, sobretudo após as grandes catástrofes sociais e ambientais que o mundo assistiu na primeira metade do século XX. Algumas dessas correntes surgiram a partir da conscientização do valor intrínseco dos ambientes e elementos naturais, na medida em que se fez possível diante da conjuntura política e economia neoliberais. Outras, paradoxalmente, partiram de um viés propagandista e ideológico oficial pelo qual se propagaram os sistemas discursivos mais bem estruturados e um pouco mais estagnados na dinâmica entre supra e infraestrutura. Utilizaram o discurso ambiental que começava a brotar na sociedade, como ferramenta de garantia da manutenção de uma hegemonia econômica e política, a qual historicamente contribuiu para o abismo da dicotomia Homem *versus* Natureza, *homo* versus *humus*.

Uma das mais influentes correntes de pensamento emergentes no século passado, fruto dos muitos movimentos de contracultura da época e como contraposição à intensa exploração da natureza, foi o movimento ambientalista surgido na década de 1960. Este, por meio da chamada ecologia política, emergiu com a proposta de olhar a questão ambiental também pelo viés social e político, adotando a ideia da sustentabilidade.

Todavia, a função sustentabilidade desdobrou-se em uma compreensão antagônica à sustentabilidade: o desenvolvimento sustentável (Boff, 2012, pp. 131-148). Este parece ter tido seus primeiros

apontamentos, no contexto ocidental/europeu, na mesma década, mas que se institucionalizou duas décadas mais tarde (Sachs & Stroh, 2002; Montibeller-Filho, 2008; Loureiro, 2012). Partindo da ideia de desenvolvimento sustentável, a preservação e/ou a conservação dos ambientes naturais se apresentam sob uma perspectiva recursista e antropocêntrica de natureza. *Homo*, semanticamente, mais distante de *humus*.

A partir do recorte do conceito de *physis* em seus desdobramentos semânticos na história da filosofia que aqui é compreendida como o motor de mudanças sociais e, seguindo a linha de raciocínio de Silvi-amar Camponogara, Flavia Kirchhof e Ana Lúcia Ramos (2007), a atenção é convocada para a influência que a concepção contemporânea de natureza herdou do conceito de *physis*.

Podemos entender nossa experiência contemporânea do ambiente como parte de uma história social de longa duração que a antecede, constitui seu horizonte histórico mais abrangente e, de diferentes maneiras, influencia os modos de compreensão vigentes (Carvalho, 2004, p. 92)

As potencialidades do pensamento, a saber, a Filosofia, a Ciência e a Arte criam, respectivamente, conceitos, funções e perceptos (Deleuze; Guattari, 2016).

Mais precisamente, as lentes com que os homens olharam e olham para a natureza foram sendo atualizadas e, principalmente após o século XVII, e as sucessivas transformações ambientais ocorridas em todos “os setores e esferas sociais, com os iminentes riscos socio-ambientais que a sociedade atual e as gerações porvindouras estarão expostas em um futuro não longínquo” (Camargo, 2016, p. 62) geram desafios a todos e novas funções, conceitos e perceptos se tornam emergenciais.

O planeta é visto a partir da década de 1960, pela primeira vez, como limitado e o ambiente começa a ser olhado por um viés político, “enquanto categoria estratégica e fundamental para a discussão acerca da conduta do Homem moderno e seu *niche* no meio ambiente” (Camargo p. 62). Assim, abria-se as portas para olhar mais atentamente e repensar a organização social.

O desenvolvimento sustentável se apresenta, formalmente e em “traje de gala”, na década de 1980, nos “discursos dos diferentes seto-

res da sociedade, como a solução caída do céu, portadora de toda verdade e, por isso mesmo, capaz de resolver qualquer problema tangente à crise socioambiental de nosso tempo” (Loureiro, 2012; Camargo, 2016, p. 63).

Mas, o grande problema desta proposição, de acordo com o próprio Loureiro, está na:

[...] baixa problematização de suas premissas e meios de realização dando ares de que seja uma proposta de legitimidade frágil e questionável. [...] enquanto ideia que prega uma vida social digna no presente sem comprometer a vida futura, no marco (ou a partir) de uma sociedade desigual, cujo modo de produção não é compatível com o metabolismo natural e seus ciclos ecológicos (Loureiro, 2012, p. 13)

Por este ângulo o desenvolvimento sustentável parece ir ao encontro, marotamente, à realidade do contexto político e da economia mundial vigente em que foi pensado. De acordo com Camargo, “o desenvolvimento sustentável visto como proposta de solução absoluta para os problemas ambientais, sociais e econômicos da sociedade a partir do final do século XX, é colocada como único caminho a ser seguido por toda a sociedade” (Camargo, 2016, pp. 63-64) impreterivelmente, sem que seus fundamentos e preceitos sejam evidenciados. Deste modo, o que poderia ser tal proposta, pela ótica marxista, se não mais uma das ideologias do sistema capitalista? Ou seja, outro falseamento do real para a manutenção do *status quo*, levando à uma alienação coletiva desconcertante, representando a privação do alvêdrio popular em participar dos processos de decisão política e social, bem como a liberdade, veementemente, de escolha individual. Uma proposta de ações para “mudar” e, paradoxalmente, não mudar coisa alguma. Desta perspectiva, desenvolvimento sustentável é *greenwashing*.

Para evidenciar, grosso modo, um exemplo didático da falácia retórica e sofista do discurso globalizante de desenvolvimento sustentável, apresenta-se o período histórico no qual este artigo foi escrito. A sociedade é espectadora de uma série de queimadas, ao que tudo indica de origem antrópica, que vem devastando importantes biomas ao redor do mundo, sobretudo o Pantanal e a Amazônia brasileira. Concomitantemente, a sociedade mundial vivencia um tempo de pandemia do Novo Coronavírus (Sars-CoV-2), causador da Covid-19,

a maior pandemia que se tem registro, até os dias de hoje, em número de regiões geográficas e pessoas afetadas. O problema da pandemia parece ter sua gênese no berço do acelerado desmatamento dos ambientes naturais em nível mundial. Nesse caso, em específico, principalmente oriundo do desmatamento ao Sudeste do continente asiático. E, como se não bastasse os efeitos da pandemia na saúde pública, os sistemas econômicos e políticos dos diferentes países têm colapsado. Soma-se ao descrito anteriormente: o negacionismo, o “movimento” antivacina, o “terraplanismo”, as *fake news*, bem como a falta de estratégias e políticas de prevenção e resolução do problema do Novo Coronavírus e da degradação dos ambientes naturais. Ou seja, a pandemia, enquanto sintoma de uma falha generalizada na percepção humana, mostra que o discurso do desenvolvimento sustentável não traçou, em absoluto, os caminhos da práxis em nenhum dos seus pilares, ambiental, social ou econômico.

Em todo o caso, o tema específico da pandemia que tem alarmado o planeta em 2020 não é central na discussão aqui proposta, mas exemplifica a importância em ressaltar o atual momento histórico, época de extrema insustentabilidade ou de um desenvolvimento sustentável retórico levado às últimas consequências.

5 A *PHYSIS* DA MICROPOLÍTICA

Sabedoria das plantas: inclusive quando
elas são de raízes, há sempre um fora onde
elas fazem rizoma com algo — com o ven-
to, com um animal, com o homem
Deleuze e Guattari

Como sair desse engodo? Guattari ao atualizar o conceito de ecologia profunda de Naess (1994) para a ecosofia propõe uma inflexão no debate acerca das questões de sustentabilidade e desenvolvimento sustentável (Guattari, 2011, 2006). Ao afastar-se da separação dualista Homem *versus* Natureza, a Ecosofia delineia-se de forma interdisciplinar e inclui a subjetividade, as relações sociais e o meio ambiente. Por essa razão, a ênfase no desenvolvimento sustentável é perceptível, já que a ecosofia propõe uma ligação entre a ecologia ambiental à ecologia social e subjetiva (mental).

Os significados dos termos “sustentabilidade” e “desenvolvimento sustentável” divergem na bibliografia científica (Stepanyan; Littlejohn & Margaryan, 2013, p. 3), porém há um consenso, no mesmo referencial, que os une em torno das noções de bom e positivo (Adams, 2006; Seager, 2008).

Originado do alemão *Nachhaltend* (longevidade), sustentabilidade define uma solução à escassez de “recursos naturais” (Höfer, 2009). Gisele Barbosa, Patricia Drach e Oscar Corbella (2014) afirmam serem desconhecidas a origem da expressão “desenvolvimento sustentável”. Numa conferência em 1974, sobre questões florestais, a expressão “desenvolvimento sustentável” emergiu oficialmente (Kidd, 1992). Compreendido inicialmente como o poder de satisfazer as necessidades humanas sem comprometer as possibilidades de sobrevivência das gerações futuras (Brown, 1981), o desenvolvimento sustentável pode ser compreendido como a mudança de comportamento do homem. Nesse sentido, *homo* e *humus* aproximando-se novamente.

Como se lê no site da *World Commission on Environment and Development*, WCED (2020), os objetivos do desenvolvimento sustentável fundam-se no princípio da busca pela paz e prosperidade para as pessoas e o planeta, agora e no futuro.

Diversas ações são planejadas, mas poucas executadas pelos países participantes – macropolítica – do pacto para novas formas de comportamento em todos os níveis e de interesse de todos (WCED, 2020), mas, como explica Guattari:

[...] novas práticas sociais, novas práticas estéticas, novas práticas de si na relação com o outro, com o estrangeiro, com o estranho: todo um programa que parecerá bem distante das urgências do momento! E, no entanto, é exatamente na articulação: da subjetividade em estado nascente, do *socius* em estado mutante, do meio ambiente no ponto em que pode ser reinventado, que estará em jogo a saída das crises maiores de nossa época. (Guattari, 2006, p. 55)

Ao tentar escapar da falsa ideia em torno de homem e natureza derivada da *physis* medieval e moderna, *mutatis mutantis*, do homem como soberano, há na Ecosofia de Guattari uma militância em torno do micro para superar o dualismo entre *homos* e *humus* gerado pelo macro. Num cenário em que consumir não se reduz a um produto, mas o ato de consumir a fim de comprar a própria redenção por ser

consumidor (Zizek, 2011), os objetivos do Desenvolvimento Sustentável não repercutem efeitos como os almejados. Se os produtos orgânicos, por exemplo, são comprados não pelo sabor, mas para alívio da consciência, vive-se ainda a ausência de uma práxis ética e eficazmente sustentável. Não obstante, ao serem vendidos mais caros e aceitos por serem uma das soluções sustentáveis, vê-se mais o capitalismo transfigurado num consumo sem culpa do que na real diminuição de consumo. Bandeiras politicamente corretas são ironizadas por soarem hipócritas defesas sobre a diversidade da natureza sem defender igualmente a diversidade cultural, por exemplo (Guattari, 2006; Zizek, 2011).

O brilho verde do desenvolvimento sustentável é apresentado pelo sistema que o criou e que o compõe alinhado com uma concepção utilitarista e recursista da natureza, “recursos naturais”, na qual é atribuído valor aos elementos naturais, bem como ocorre com as manifestações sociais e culturais das minorias, de acordo com a proximidade ou com o distanciamento que as mesmas têm do sistema econômico vigente e das políticas hegemônicas. Vê-se, por essa análise, que não é inerente aos meandros do desenvolvimento sustentável, aquilo que Olinto Pegoraro (2005), ao falar sobre uma ética ambiental e, recuperando Hans Jonas (2006), chamou de um valor intrínseco da natureza, ou seja, o direito próprio que uma vida tem de existir pelo simples fato de ser e coabitar conosco. De acordo com o autor:

[...] Todas as coisas são seres existentes; portanto, dignos pelo simples fato de existirem: o vegetal, o animal e o mineral. Isto é, estes seres têm valor ético por eles mesmos [...] (Pegoraro, 2005, p.112)

Levanta-se, neste ponto, a possibilidade de se pensar em valor intrínseco também no que se refere às diversas manifestações culturais das diferentes etnias, populações e sociedades humanas.

Estará o desenvolvimento sustentável mascarando responsabilidade social em consumismo de capitalismo cultural, (Zizek, 2011) pelo qual o sistema, em vez de agir pontualmente sobre as desigualdades, produz uma necessidade a mais a ser consumida? Desenvolvimento sustentável parece ser a palavra de ordem disfarçada na forma politicamente correta de homem humilde que reconhece o valor da natureza, que tem princípios, estes como um luxo a se ter na atualidade.

Ao comprar conscientemente, as classes sentem-se portadoras de princípios. Que semântica seria essa agora para *humus* - humilde?

A *physis* contemporânea faz emergir que visão de homem? Guattari (2006) ao criticar a visão de homem freudiano e, portanto, edipianizado, marcado pela falta e preenchido pelo capitalismo, defende que a ecologia mental deve justamente recriar a ecologia subjetiva, livrando-a da falta como constituinte, libertando-se da uniformização mercadológica. Essa é, segundo Guattari, a primeira inflexão a ser realizada na prática de relações mais sustentáveis e de desenvolvimento realmente sustentável.

Linhas de fuga que não o consumo politicamente correto do capitalismo cultural são trilhadas por movimentos menores, minoritários. Micropolítica como agir e não unicamente reagir. Apavorar-se consigo mesmo, Zizek (2011) e escapar do ilusório é uma ação minoritária, menor por estar à margem da visão canônica acerca, por exemplo, do Desenvolvimento Sustentável.

E preciso tornar a pressão efetiva ainda maior, acrescentado a ela a consciência da pressão, e tornar a ignomínia ainda mais ignominiosa, tornando-a pública. É preciso retratar cada esfera da sociedade [...] como a *partie honteuse* [parte pudenda, vergonhosa] da sociedade alemã, forçar essas relações petrificadas a dançar, entoando a elas sua própria melodia! É preciso ensinar o povo a se aterrorizar diante de si mesmo, a fim de nele incutir coragem. (Marx, [1867] 2014, p. 148)

A *physis* da micropolítica como a saída do engodo das proposições do desenvolvimento sustentável propõe devires. Devir é sempre um ponto de partida e articula-se extraíndo do que se tem e do que se é possibilidades de outras relações. Um devir-cidadão, devir-sustentável, devir-natureza, devir-terra; o *homo humus* em uma nova semântica. O devir nunca é padrão. O homem pode ser majoritário nos termos que o define como racional, social, mas o devir é minoritário: desloca-se, opõe-se e abre-se sempre para as diferenças não constrangidas. O devir é o que não se encaixa, que desloca e escapa e entra em zona de vizinhança. É sempre singular pois a forma de existir autêntica, livre da opressão do padrão e da ideologia oficial reinante, choca-se contra a subjetividade capitalística que é maioria e, portanto, dominação. O devir jamais imita, jamais faz analogia, pois resis-

te aos padrões molares/maiores/majoritários (Guattari & Rolnik, [1986] 2011).

Os devires não são projetos que podem ser apresentados, dados, ofertados; não estão prontos e, por isso, não são predados. São antes, possibilidades que cada um em determinado contexto pode desenvolver. Não se oferece devires, se cria devires conforme se sente as necessidades de relações outras, no caso, relações menos capitalísticas, menos desumanizadas, libertas das palavras de ordem como se dá com o desenvolvimento sustentável.

São nas micropolíticas, agenciamentos cotidianos, microgestos, nível capilar de ação que há uma saída do discurso dominante do capitalismo cultural e dos engodos do Desenvolvimento Sustentável. *Como a questão micropolítica é a de como reproduzimos ou não os modos de subjetividade dominante, experimentar sem oficializar e sem criar modelos, de acordo com Guattari e Rolnik (2011), é aqui a defesa para superar os engodos do Desenvolvimento Sustentável.*

Por fim, compreender a relação do homem com o ambiente natural tendo como eixo a *physis*, possibilitou uma imersão nas diferentes concepções de natureza na sociedade ocidental e permitiu problematizar o conceito de desenvolvimento sustentável para além de um sistema recursista/utilitarista da natureza. Um percurso semântico foi traçado da noção de *physis* na filosofia pré-socrática até a noção contemporânea de desenvolvimento sustentável, propondo uma inflexão às proposições do desenvolvimento sustentável a partir das compreensões do Homem e de sua humanidade que pode ser entendida, essa humanidade, de formas diferentes como vimos e, por isso, que uma práxis forjada nos agenciamentos cotidianos, nas relações micropolíticas pode ser uma forma outra de relacionar-se com a natureza, começando por uma compreensão e recriação subjetiva que reflete e refrata nas relações sociais, impactando as relações com o meio ambiente.

Ter em vista, na gênese e intencionalidade daquilo que se pretende sustentável, o “valor intrínseco da natureza”, partindo de uma perspectiva cosmológica hilozoísta, até o ponto em que se faça possível, parece ser um caminho utópico que, ao deixar de ser utópico, conduzirá o desenvolvimento sustentável à legitimação e à sustentabilidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A BÍBLIA de Jerusalém. Gênesis. versículo 26 ao 31. São Paulo: Paulinas, 1996.
- ABBGANANO, Nicola. *Dicionário de filosofia*. Trad. Ivone Castilho Benedetti. 5ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.
- ADAMS, William Mark. *The future of sustainability: re-thinking environment and development in the twenty-first century*. Gland: IUCN, 2006.
- AGOSTINHO, Santo. [séc. IV]. *Confissões*. Trad. J. Oliveira Santos, S. J. e A. Ambrósio de Pina. Coleção Os Pensadores. São Paulo: Abril Cultural, 1984.
- ARISTÓTELES. [séc. IV a.C]. *Metafísica*. Trad. Leonel Vallandro. Porto Alegre: Globo, 1997.
- BACON, Francis. [1620]. *Novo organon*. Trad. Daniel Moreira Miranda. São Paulo: Edipro, 2014.
- BARBOSA, Gisele Silva; DRACH, Patricia Regina; CORBELL, Oscar Daniel. A conceptual review of the terms sustainable development and sustainability. *Journal of Social Sciences*, **3** (2): 1, 2014.
- BOFF, Leonardo. *Sustentabilidade: o que é – o que não é*. Petrópolis: Vozes, 2012.
- BORNHEIM, Gerd A. (org.) *Os filósofos pré-socráticos*. São Paulo: Editora Cultrix, 1967.
- BROWN, Lester. *Building a sustainable society*. New York: Norton & Company, 1981.
- CAMPOGANARA, Silviomar; RAMOS, Flávia Regina Souza; KIRCHHOF, Ana Lúcia Cardoso. *REMEA-Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental*, **18**, 2007. Disponível em: <<http://www.seer.furg.br/remea/article/view/3582/2131>>. Acesso em: 15 agosto 2020.
- CARVALHO, Isabel Cristina M. *Educação ambiental: a formação do sujeito ecológico*. São Paulo: Cortez, 2004.
- CARVALHO, Isabel Cristina M. *A invenção ecológica: narrativas e trajetórias da educação ambiental no Brasil*. 3ª ed. Porto Alegre: UFRGS (Universidade Federal do Rio Grande do Sul), 2008.
- CARVALHO, Isabel Cristina M.; GRÜN, Mauro; TRAJBER, Rachel. (orgs.) *Pensar o ambiente: bases filosóficas para a educação ambiental*. (Coleção Educação para Todos; v. 26). Brasília: Ministério da Educa-

- ção, Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização e Diversidade, UNESCO, 2006. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/publicacao4.pdf>>. Acesso em: 13 jun. 2020.
- CASCINO, Fabio. Educação Ambiental: princípios, história e formação de professores. 4ª ed. São Paulo: Senac, 2007.
- CULLETON, Alfredo. Santo Agostinho e São Tomás: a filosofia da natureza na Idade Média. Pp: 43-49, in: CARVALHO, Isabel Cristina M.; GRÜN, Mauro; TRAJBER, Rachel. (orgs.) *Pensar o ambiente: bases filosóficas para a educação ambiental*. (Coleção Educação para Todos; v. 26). Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização e Diversidade; UNESCO, 2006.
- DELEUZE, Gilles. *Conversações*. Trad. Peter Pál Pelbart. (Coleção Trans). Rio de Janeiro: Editora 34. 1992.
- DELEUZE, Gilles; GUATTARI, Félix. [1992]. *O que é a filosofia?* Trad. Bento Prado Jr. e Alberto Alonso Muñoz. 3ª ed. Rio de Janeiro: Editora 34. 2016.
- DESCARTES, René. [1637]. *Discurso sobre o método*. 2ª ed. São Paulo: Vozes, 2011.
- DURKHEIM, Émile. [1938]. *A evolução pedagógica*. Trad. Maria Lúcia Salles Boudet. Recife: Fundação Joaquim Nabuco, Editora Massangana, 2010.
- GIACOAIA, Oswaldo. *Pequeno dicionário de Filosofia contemporânea*. São Paulo: Publifolha, 2010.
- GUATTARI, Félix. [1990]. *As três ecologias*. Trad. Maria Cristina F. Bittencourt. 17ª ed. Campinas: Papirus, 2006.
- GUATTARI, Félix; ROLNIK, Suely. *Micropolítica: cartografias do desejo*. 12ª ed. Petrópolis: Vozes, 2011.
- HEIDEGGER, Martin. [1953]. *Introdução à metafísica*. Trad. Emmanuel Carneiro Leão. Coleção Pensamento e Filosofia. São Paulo: Instituto Piaget, 2017.
- HEIDEGGER, Martin. [1970]. *Conferências e escritos filosóficos*. Trad. Ernindo Stein. Coleção Os pensadores. São Paulo: Nova Cultural, 1989.
- HÖFER, Rainer. History of the sustainability concept—renaissance of renewable resources. Pp: 1-11, in: HÖFER, Rainer (ed). *Sustainable*

- Solutions for Modern Economies*. London: Royal Society of Chemistry, 2009.
- JONAS, Hans. *O princípio da responsabilidade: Ensaio de uma ética para a civilização tecnológica*. Trad. Marijane Lisboa e Luiz B. Montes. Rio de Janeiro: Contraponto/ PUCRio, 2006.
- KIDD, Charles V. The evolution of sustainability. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, 5 (1): 1-26. 1992. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF01965413>
- KIRK, Geoffrey Stephen; RAVEN, John Earle; SCHOFIELD, Malcolm. *The presocratic philosophers. A critical history with a selection of texts*. 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press, 1983.
- LOUREIRO, Carlos Frederico Bernardo. *Sustentabilidade e educação: um olhar da ecologia política*. São Paulo: Cortez, 2012.
- LOUREIRO, Frederico. Karl Marx: história, crítica e transformação social na unidade dialética da natureza. Pp. 125-137. In: CARVALHO, Isabel Cristina M.; GRÜN, Mauro; TRAJBER, Rachel. (org.) *Pensar o ambiente: bases filosóficas para a educação ambiental*. (Coleção Educação para Todos; v. 26). Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização e Diversidade, UNESCO, 2006.
- MARCONDES, Danilo. Aristóteles: ética, ser humano e natureza. Pp: 33-41, in: CARVALHO, Isabel Cristina M.; GRÜN, Mauro; TRAJBER, Rachel. (org.) *Pensar o ambiente: bases filosóficas para a educação ambiental*. V. 26. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização e Diversidade, UNESCO, 2006.
- MARX, Karl. [1867]. *O Capital ou do Manifesto: o processo de produção do capital*. Livro I. Trad. Rubens Enderle. São Paulo: Veneta, 2014.
- MONTIBELLER-FILHO, Gilberto. *O mito do desenvolvimento sustentável: meio ambiente e custos sociais no moderno sistema produtor de mercadorias*. 3^a ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 2008
- NAESS, Arne. Deep ecology. Pp. 120-124, in: MERCHANT, Carolyn (ed.). *Ecology - Key concepts in critical theory*. 4th ed. New Jersey: Humanities Press, 1994.
- NEGRI, Antonio; HARDT, Michael. *Império*. Trad. Berilo Vargas. 7^a ed. Rio de Janeiro: Editora Record, 2005.

- PEGORARO, Olinto. *Introdução à ética contemporânea*. Rio de Janeiro: Uapê, 2005.
- PESSANHA, José Américo Motta. Santo Agostinho: Vida e Obra. *in*: AGOSTINHO, S. *Confissões*. Coleção Os Pensadores. 3ª ed. São Paulo: Abril Cultural, 1984.
- PLATÃO. *Mênon*. Trad. Maura Iglésias. São Paulo: Folha de São Paulo, 2015. [Coleção Folha – Grandes Nomes do pensamento].
- REALE, Giovanni; ANTISERI, Dario. *História da filosofia*. Antiguidade e Idade Média. 3ªed. São Paulo: Paulus, 1990.
- ROUSSEAU, Jean-Jacques. [1762]. *Emílio ou Da Educação*. Trad. Sérgio Milliet. São Paulo: Difel, 1979.
- SACHS, Ignacy; STROH, Paula Yone (Org). *Caminhos para o desenvolvimento sustentável*. Rio de Janeiro: Garamond, 2002.
- SARTRE, Jean-Paul. *Obras Completas*. Coleção Os Pensadores. Trad. Bento Prado Jr., Rita Correa Guedes, Luiz Roberto Salinas. 3ª ed. São Paulo: Cultural. 1996.
- SEAGER, Thomas P. The sustainability spectrum and the sciences of sustainability. *Business Strategy and the Environment*, **17** (7): 444-453, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1002/bse.632>
- SILVA, Elmo Rodrigues da; SCHRAMM, Fermin Roland. A questão ecológica: entre a ciência e a ideologia/utopia de uma época. *Cadernos de Saúde Pública*, **13** (3): 355-382, 1997. Disponível em: <<https://www.scielo.org/pdf/csp/v13n3/0190.pdf>>. Acesso em 14/08/2014.
- SINGER, Peter. *Ética prática*. [Coleção Filosofia Aberta]. Lisboa: Grandiva, 2000.
- STEPANYAN, Karen; LITTLEJOHN, Allison; MARGARYAN, Anoush. Sustainable e-learning: Toward a coherent body of knowledge. *Journal of Educational Technology & Society*, **16** (2): 91-102, 2013.
- THOMAS, Keith. *O homem e o mundo natural*: mudanças de atitude em relação às plantas e aos animais (1500-1800). Trad. Joao Roberto Martins Filho. São Paulo: Companhia das Letras, 2010.
- TOZONI-REIS, Marília Freitas de Campos. *Educação ambiental*: natureza, razão e história. 2ª ed. Campinas: Autores Associados, 2008.
- UNGER, Nancy Mangabeira. Os pré-socráticos: os pensadores originários e o brilho do ser. Pp. 25-31, *in*: CARVALHO, Isabel Cris-

- tina M.; GRÜN, Mauro; TRAJBER, Rachel. (orgs.) *Pensar o ambiente: bases filosóficas para a educação ambiental*. (Coleção Educação para Todos; v. 26). Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização e Diversidade, UNESCO, 2006.
- WCED. *World Commission on Environment and Development*. Our Common Future. Oxford. 2020. Disponível em: <https://sustainabledevelopment.un.org/>. Acesso em 10 mar. 2020.
- WHITE, Lynn. Historical roots of our ecologic crisis. *Science*, **155** (3767), 1203-1207, 1967.
- ZIZEK, Slavoj. *Primeiro como tragédia, depois como farsa*. 2ª ed. São Paulo: Boitempo, 2011.

Data de submissão: 31/03/2021

Aprovado para publicação: 24/05/2021

Two versions of the evolutionary debunking arguments and their challenges to moral realism

Víctor Emilio Parra Leal *

Abstract: This paper assesses some challenges posed by evolutionary debunking arguments in Joyce's function and Street's contingency versions to moral realism, understood as the metaethical theory according to which there are moral facts that are absolute, universal and context-independent. Some argue that Copp's society centred realism is untenable given that it cannot support counterfactuals. Shafer-Landau and Huemer's arguments are also subject to debunking because they cannot persuasively show that human morality is unaffected by evolutionary forces. In Huemer's view, moral progress is proof of moral facts. It requires moral realism due to progress being context-dependent. From an evolutionary point of view, there are no previous standards and ideals concerning the direction of progress. Finally, a possible answer to the function version of the evolutionary debunking arguments is the possibility that the nature of human language (including moral language) is such that, in essence, it cannot be convincingly divided in language about facts and language about value.

Keywords: Evolution of morality. Moral realism. Moral progress. Richard Joyce. Sharon Street.

Duas versões do argumento evolucionário da moralidade e seus desafios ao realismo moral

Resumo: Este artigo avalia alguns desafios colocados pelos argumentos evolutivos da moralidade na versão de Joyce e Street ao realismo moral, entendido como a teoria metaética segundo a qual existem fatos morais que são absolutos, universais e independentes de contexto. Argumenta-se que o realismo centrado na sociedade de Copp é insustentável, pois não pode

* Universidad Nacional da Colombia, Bogotá, Colombia. E-mail: vparra@unal.edu.co

sustentar contrafactuais. Os argumentos de Shafer-Landau e Huemer também estão desacreditados, porque eles não podem mostrar de forma convincente que a moralidade humana não é afetada pelas forças evolutivas. No caso do argumento de Huemer, mostra-se que a existência de progresso moral não pode ser considerada como prova da existência de fatos morais, como exige o realismo moral, porque o progresso depende do contexto e também porque, do ponto de vista evolutivo, não há padrões e ideais anteriores para os quais o progresso é direcionado. Finalmente, uma possível resposta aos argumentos evolutivos da moralidade é a possibilidade de que a natureza da linguagem humana (incluindo a linguagem moral) seja tal que, em essência, ela não possa ser convincentemente dividida em linguagem sobre fatos e linguagem sobre valores.

Palavras-chave: Evolução da moral. Realismo moral. Progresso moral. Richard Joyce. Sharon Street.

1 INTRODUCTION (EVOLUTIONARY DEBUNKING ARGUMENTS IN BRIEF)

Darwin, regarding the moral consequences of the evolutionary theory, wrote:

If, for instance, to take an extreme case, men were reared under precisely the same conditions as hive-bees, there can hardly be a doubt that our unmarried females would, like the worker-bees, think it a sacred duty to kill their brothers and mothers would strive to kill their fertile daughters; and no one would think of interfering. (Darwin [1886]1989, p. 99)

The quotation above shows the main tenet used by some moral evolutionary theorists to claim that if morality is the outcome of a natural evolutionary process, the existence of some universal, objective and absolute moral standards is not possible. According to which such standards or norms exist, the theory is known in Moral Philosophy as ‘Moral Realism’; and the arguments according to which the evolutionary theory discredits those universal standards (posited by Moral realism) are known as Evolutionary Debunking Arguments (EDA’s).² There are many versions of moral realism.³ However,

² For a complete bibliography and an updated account about the evolutionary debunking arguments discussion, see: Leibowitz, 2020.

broadly understood, it consists of the metaethical thesis according to which moral facts are independent of any evaluative human attitude (Shafer-Landau, 2003, p. 15). So, from this view, if the moral judgment “it is wrong to torture an innocent person for amusement” is true, then there is a state of affairs depicted or described by the judgment. In virtue of its accurate depiction of this state, the judgment is true, no matter the perspective or view of the people stating it. The depicted state of affairs is, notwithstanding the particular desires or intentions of those people considering it true and independent of someone deeming it true. Moral realism believes that everyone who regards this moral judgment as false is wrong because moral facts are as they are, in virtue of depicting a universal, objective, and necessary state of affairs, independently of any perspective, and beforehand any human evaluative attitude.

Moral realism claims that there are moral facts according to which the moral judgments are true or false and that moral statements depict those facts. In this sense, moral realism is a form of cognitivism. In general, “the key thought for cognitivism is that the sentence [the moral statement] purports to describe how things are” (Bedke, 2017, p. 293). According to this commitment to cognitivism for moral realism, the truth or falsity of moral statements is independent of any human evaluative attitude.

However, there is no consensus among realists about what those facts are. Some realists hold that moral facts are just natural facts (Copp, 1995; Sturgeon, 1985; Collier & Stingl, 2019), while others are non-natural (Moore, 1903; Shafer-Landau 2003; Enoch 2011; Parfit 2011).

Some other realists hold that moral facts are dependent upon human nature or social practice (Copp, 2008). It is claimed that this belief does not undermine their realist pretension because the allegedly moral facts are objective, universal, and necessary. As it has been shown, the moral statements are supposed to depict how the world is, and it is to say, the moral statements under the view of moral realism are fully representational: they express beliefs, being fact-stating and truth-evaluable.

3 For a general account see: Sturgeon, 1985; Railton, 1986 and Boyd, 1988.

This kind of metaethical theory, known as “moral realism”, is the target of evolutionary debunking arguments. This paper assesses the two main versions of evolutionary debunking arguments: the function and the contingency one. Joyce’s function version is based on the claim that the evolutionary function of morality is not depicting any state of affairs but strengthening social cohesion. In contrast, Street’s contingency version states that if human morality results from a contingent process such as the evolutionary process, it is highly improbable and explanatorily expensive to posit objective, necessary, and universal moral facts justification for human morality. In what follows, I will offer a brief account of each argument

Richard Joyce’s argument (2006) is complex, and some of his most detailed points are irrelevant for this paper. His basic idea is that human morality (*i.e.*, our moral sense) has the function of encouraging prosocial behaviour through the practical clout of moral judgement. This practical clout (known as ‘moral authority’) is selected by natural selection, given its importance for promoting pro-sociality into human beings (Joyce, 2006, p. 57). Something as important as pro-sociality cannot be left to prudential calculus. An extra force is required to compel us to see moral judgements as having a special kind of authority. This is why moral imperatives present themselves as objective, independent of our particular wishes or intentions, and inescapable, in contrast with etiquette norms (Joyce, 2006, p. 62).

Considering the need for this evolutionary adaptation, Joyce asks us to think about the ineffectiveness prudential considerations have in changing some unhealthy habits: just think about how frequently our prudential calculations about the danger of consuming high quantities of sugar fail to stop us from drinking soda or other high-processed beverages (Joyce, 2006, p. 110). So, for this reason, evolution has crafted the human moral sense, with its moral authority, that needs no sort of prudential consideration in order to work.

Joyce’s argument next step claims that as in the explanation of our moral beliefs, moral facts —as understood and characterized by the moral realists— do not play any role in our moral lives. Therefore, the alleged realist moral truths cannot be justified considering those facts, as he states. It is similar to discovering that we do not believe that ‘Napoleon lost the battle of Waterloo’ because of the causal

connection between the historical fact and our belief, but because we took a pill that instilled into us the view mentioned above. Independently if this belief is true, the sole fact that we believe it as being true by another reason different to the causal connection between the belief and the very fact itself should leave us in a sceptical position about the truth of that belief (Joyce, 2006, p. 181).

It is possible to notice that this debunking is not ontological but epistemological. There is room for the possibility of moral facts existing and matching our moral beliefs even if we cannot justify them using any causal relation, as suggested in Joyce's analogy. However, the point is that in explaining the truth of our moral beliefs, moral facts are irrelevant. What does matter is that we have moral beliefs whose adaptive function is to promote human prosocial behaviour?

The contingency version of the evolutionary debunking argument by Sharon Street (2006) holds that if evolutionary forces strongly influence the content of our moral beliefs, then moral realism posits moral facts, which are independent of human evaluative attitudes, is untenable. This happens because it is the prey of a dead-end dilemma. Moral realists would have two options: first, claiming a connection between moral facts and the influence evolutionary forces exert over human morality, or second, denying that there is such a connection. If they choose the latter, the matching between contingently formed moral beliefs (created by a contingent and random process) and moral facts would be a miraculous coincidence:

On this view, allowing our evaluative judgements to be shaped by evolutionary influences is analogous to setting out for Bermuda and letting the course of your boat be determined by the wind and tides: just as the push of the wind and tides on your boat has nothing to do with where you want to go, so the historical push of natural selection on the content of our evaluative judgements has nothing to do with evaluative truth. (Street, 2006, p. 121)

If the former, moral realists would have to explain the connection and, in doing so, they would have to claim that evolution favoured or selected those individuals who had beliefs that matched moral facts. The problem with this account is that it posits an extra entity (moral facts). Those facts contrast with the simpler explanation according to which our moral beliefs are explained by their adaptive character, *i.e.*,

showing how they increase our fitness through having prosocial behaviours and attitudes. According to the parsimony principle, holding the latter view is explanatorily cheaper than owning the former one (Street, 2006, p. 129).

After this brief account of evolutionary debunking arguments, it is necessary to assess how some realists answer those arguments. However, what is precisely the main challenge moral realists are facing? As recently seen, function and contingency arguments are based on a bedrock premise: Human morality is pervasively affected by evolutionary forces. Is the moral realist willing to accept this premise? In what follows, we can assess two kinds of moral realist arguments: assuming the premise as true or denying it. However, it will be argued that both of them fail to answer the evolutionary debunking arguments.

2 THEORETICAL FRAMEWORK

2.1 Copp's moral realism and the evolutionary debunking arguments

David Copp thinks that moral realists who accept the influence of evolutionary forces on our moral beliefs are not forced to admit their capacity to track moral facts selected moral beliefs. He argues that it is enough to accept the Darwinian forces indirect effect upon moral beliefs. By the cumulative effect of natural selection on our moral beliefs, they became moral truths through rational correction. This key idea in Copp's argument is known as the 'quasi-tracking thesis'. In his words:

The quasi-tracking thesis is the thesis that Darwinian forces so affected our psychology that our moral beliefs tend to quasi-track the moral facts. (Copp, 2008, p. 194)

Copp starts arguing that, as the human ability to detect predators evolved because of its high adaptive value⁴, so did the human ability

⁴ Adaptive value represents the usefulness of a trait that can help a biological organism to survive in its environment. That trait is inheritable, and it can help offspring to cope with new surroundings.

for quasi-tracking moral truths (Copp, 2008, p. 195). His argument is twofold. The first part offers a metaethical explanation that specifies the truth conditions of our moral beliefs. The second one explains why natural and cultural evolution shaped those beliefs so that they were able to quasi-track the kind of moral facts posited by moral realists. Copp offers a ‘society centred’ metaethical explanation according to which morality has the function of helping society to fulfil its needs (Copp, 2008, p. 198). Those needs include their very bare existence, a system of cooperation between their members and the necessity of keeping peaceful and cooperative relationships with neighbouring societies (Copp, 2008, p. 200). This explanation deems a moral proposition to be true if the moral code that best helps satisfy society needs includes an implicit norm that is identical or very similar to the moral proposal. So, the claim ‘torturing is wrong’ will be true if the moral code that best helps society satisfy its needs includes a norm that condemns or forbids torturing (Copp, 2008, p. 199).

The second part of Copp’s argument concurs with the typical evolutionary explanation. Our human ancestors tended to have altruist and cooperative attitudes at an early stage of evolution, given their adaptive value. Attached to this propensity, a capability to be guided by norms evolved. Eventually, those human ancestors having this skill would share norms that reinforced several prosocial attitudes. Finally, as an outcome of this process, humans tended to form moral beliefs that promoted social stability, peace and cooperation (Copp, 2008, p. 201).

According to Copp, moral beliefs will tend to be considered moral truths as they are slowly corrected by rational reflection and deliberation, ultimately matching with the set of norms that helps fulfil human needs of cooperation and well-being (Copp, 2008, p. 202).

A key remark about Copp’s account is that he conceives this kind of moral realism as bearing counterfactuals, *i.e.*, ancestral environmental conditions were different from those displayed today, or the human psychology was different from that which evolved. Moral beliefs would become similar to those expressed in moral realist truths (Copp, 2008, pp. 197-198).

There are at least three main objections that could convincingly be raised against Copp’s argument. The first objection is that there are

possible or conceivable scenarios where a different set-up of human psychology could result in different moral beliefs from that currently held. Some psychological studies, for example, have shown that human beings justify aggressions when perceived as an answer to a group threat (López, 2017, p. 20). This human psychological feature becomes apparent in cases as, for example, the justification of the United States of America invasion of Iraq in 2003. The debate held was focused on assessing if Iraq had the allegedly ‘mass destruction weapons’ or if it just was a smokescreen for pursuing particular economic interests related to the oil wells. In general, there is a consensus considering the justification of the self-defence-aggression. One could imagine a different human psychological setting, resulting in another moral assessment of the situation (see Darwin [1886]1989, p.99). However, Copp could argue that, despite this possibility, given the needs of society, and given the quasi-tracking thesis, a rational correction would change this initial moral view making it more adaptive, matching it with the moral truth. However, here comes the second and stronger objection. Copp suggests that this ‘rational correction’ is not independent or detached from the evolutionary process of forming moral beliefs.

Notwithstanding, there is no independent way of determining the direction of the correctness other than relying on the evaluative attitudes that evolution has selected for human beings. Applying this reasoning to the previous example would mean that justifying aggression if the group faces a threat is not an objective moral standard existing independently of human evolved nature and psychology. On the contrary, it is the expression of that evolved contingent nature. So, Copp’s assessment and determination of ‘morally correct’ are guided and directed by evolutionary forces; he cannot escape from them. In other words, Copp’s ideal of what is morally correct is an evolutionary product, and as such, it is contingent. As Street argues, if moral beliefs track society needs of cooperation and if the fulfilment of those social needs is what moral facts are made of, those “facts” are contingent on human evolved nature and the authoritative moral force they allegedly exert over human actions is not something ‘objective’ independent of the human nature (Street, 2008, p. 213).

In this way, Copp had two options: To deny that ‘rational moral correction’ is an evolutionary product, or to argue that, given the needs of society, those needs constitute the guiding principles that determine what is morally correct because they are ‘objective’, ‘de-contextualized’ and ‘independent’ from any contingent evolutionary issue. As it was said above, Copp’s moral realism accepts the bedrock premise of evolutionary debunking arguments according to which human morality is affected by evolutionary forces what eliminates the first option. However, taking society needs as the guiding principles has a price that Copp’s moral realism cannot afford, which raises the third objection and the strongest one.

Copp’s ‘society centred’ metaethical explanation assumes that morality has the function of helping society to fulfil its needs, which include its very basic existence, a system of cooperation between its members and the necessity of keeping peaceful and cooperative relationships with neighbouring societies (Copp, 2008, p. 200). These ‘objective’ needs deem the guiding principles that determine the direction that evolutionary forces exert on human morality. However, Copp ignores that those needs can be fulfilled in different—even contradictory—ways.

According to David Wong, who agrees with Copp, the function of morality is to keep social cohesion and promote individual flourishing. This function is appropriately accomplished by fulfilling human interests and needs (Wong, 2006, pp. 39-40; 69). However, according to Wong, those needs can be satisfied in at least two different ways, which correspond to the big ethical systems of the Western and Eastern society, *i.e.*, a utilitarian, communitarian, conservative ethical system, characteristic of Eastern society, in which the group’s well-being is more important than the individual one, and a deontological ethical system, distinctive of Western society, in which individual rights and well-being are more prominent than communitarian ones. So, if Wong is right, moral realism faces a tough obstacle: it would have to admit that, in some cases, there are some different facts, which, despite being different—even contradictory—, are simultaneously true if they succeed in fulfilling society’s needs. This position contradicts the very nature of the kind of moral realism Copp is prone to defend. In showing this point, it would be helpful to turn

back to the example of the morality of torturing. A radical communitarian ethical system would justify torture in cases where the community's welfare is at risk. An individualist deontological ethical system would ban torture regardless of its possible benefits to society. So, Copp's realism should admit that both are useful for getting social cohesion, two different moral facts are simultaneously true, one claiming that torturing is wrong at any cost and the other one denying it.

After examining the realists' option of accepting the premise of the pervasive influence of evolution on human morality, it is necessary to review the reply to evolutionary debunking arguments of the realists that deny such an influence. According to the latter, evolution forges moral intuitions initially, but there is a point where those intuitions can be neutralized or even corrected. That correction results in moral facts with mentioned features of being 'objective', 'universal' and independent of human evaluative tendencies. So, the next section is devoted to assessing whether this kind of moral conception can properly answer evolutionary debunking arguments.

2.2 Shafer-Landau and Huemer's moral realism and the evolutionary debunking arguments

Russ Shafer-Landau argues that moral realism can survive evolutionary debunking arguments, provided that it can show that there are specific moral beliefs, doxastic moral dispositions or moral faculties that are immune to the evolutionary influence (Shafer-Landau, 2012, p. 5). Once the primitive moral beliefs are identified, Shafer—Landau argues that they can be corrected, changed, and set free of evolutionary influences (Shafer-Landau, 2012, p. 6).

According to Michael Huemer, some 'formal intuitions', which are good tokens of doxastic dispositions, are immune to selective pressures:

[They] are particularly plausible candidates for being products of rational reflection. They are not plausibly regarded as products of emotional bias, cultural or biological programming, or self-interested bias (Huemer, 2008, p. 386)

So, for example, in a situation requiring a moral assessment, a person could reason that

If x is better than y and y is better than z , then x is better than z ” or that “If two states of affairs, x and y , are so related that y can be produced by adding something valuable to x , without creating anything bad, lowering the value of anything in x , or removing anything of value from x , then y is better than x . (Huemer, 2008, p. 386)

Huemer considers that reasoning is free from biological programming. This could be true. However, the mentioned formal intuitions are useless in any moral setting if the evaluative terms ‘better than’, ‘bad’ or ‘valuable’ are not clearly defined and clarified. And this precisely is what evolution provides to humans. So, these moral intuitions by themselves are not enough to guide a human being to adopt some particular system of moral beliefs.

Shafer-Landau considers that the main evidence for measuring the influence of evolutionary forces on human moral beliefs is the extent to which those beliefs are adaptive. Moral realism will demonstrate that evolutionary influence on those beliefs is not ubiquitous if some moral beliefs are not adaptive. Shafer-Landau provides some possible examples:

Those that counsel impartial benevolence, compassion for vulnerable strangers, kindness to small animals, concern for distant peoples and future generations, and speaking truth to power (Shafer-Landau, 2012, p. 8)

A basic evaluative tendency can be defined as a proto-evaluative judgment that consists of a non-reflexive or linguistic impulse aimed to achieve a behaviour called for or necessary. Its appealing nature is due to the evolutionary needs that it is supposed to fulfil, increasing its biological fitness.

According to Shafer-Landau, the beliefs mentioned above are not adaptive, and he challenges evolutionary debunkers to provide a direct or indirect evolutionary explanation for each belief. He thinks that such a possibility is remote (Shafer-Landau, 2012, p. 8). However, it is not difficult to offer a direct or indirect evolutionary explanation of those beliefs. Among all of Shafer-Landau’s potentially non-adaptive moral beliefs, the last one, “speaking truth to power”, is different from the rest, at least in one significant concern: the first four beliefs can be convincingly considered as a set of ancestral evaluative tendencies which, as it will be seen, have widened their range

of application, while the last one can be deemed to be a token of what anthropologists and evolutionists call the ‘reverse dominance hierarchy’⁵. This is a human sense of anti-hierarchical feelings expressed through a predisposition to reject being dominated (Boehm, 1999).

It is possible to find the evolutionary origins of this predisposition in the hunter-gatherer societies classified as immediate return systems (Woodburn, 1982). In this system, group members obtain a direct return from their labour in hunting and gathering. The gain in hunting and gathering requires a fair immediate distribution to guarantee cooperation in the next hunt-gathering activity. Accordingly to Herbert Gintis, Carel Van Schaik e Christopher Boehm:

Social dominance aspirations are successfully countered because individuals do not accept being controlled by an alpha male and are extremely sensitive to attempts of group members to accumulate power through coercion. (Gintis, Van Schaik & Boehm, 2015, p. 336)

In contrast, the delayed-return system societies are —as the fossil record suggests— recent, appearing some 10.000 years ago. In these societies, the availability of accumulated material wealth allows those who seek social dominance to control resources and allies so that social domination is possible through the material control of means of production and obtained goods. This is the kind of system exhibited currently. However, since it is relatively recent, humans show their natural ‘reverse dominance hierarchy’ attitude. And given the effect of encephalization on enhancing the mean fitness of group members, the way this attitude is expressed is not through violence or physical coercion but through the capacity to motivate, persuade, or reach a consensus (Byrne & Whiten, 1988). And ‘speaking truth to power can be deemed a token of any of these attitudes. Speaking truth to power is a way to reach a consensus for unchaining repressed anger against power and dominance. The evolutionary roots of moral beliefs about

⁵ This phenomenon can be considered as an extension of the leveling coalitions seen among primate males. Female chimpanzees in captivity act collectively to neutralize alpha male bullies, and wild chimpanzees form coalitions to punish high-ranking males. Bonobos in the wild have been observed to behave in a similar way (Gintis & Schaik, 2013, p. 336).

counselling impartial benevolence, showing compassion to vulnerable strangers, being kind to small animals and caring about distant people and future generations can be safely said to be just samples of the contingent process of widening the circle of human moral concern. These benevolent and caring attitudes are initially displayed towards family members (Street, 2006, p. 115) through some psychological mechanisms, which are then exapted or co-opted for favouring strangers and outsiders (McNamara & Henrich, 2017).⁶

A moral realist could reply that precisely the process of widening the circle of moral concern is the very process of reaching moral truths (Singer, 2011, p. 116). This reasoning is incorrect because there are reasons for thinking that there is no actual widening but a displacement of the circle. Even in the case that there is an enlargement of the circle of moral concern, the way human beings consider who is inside the circle is contingent and somewhat arbitrary, or it is dependent on accidents and historical circumstances, rendering doubtful the existence of universal and independent moral truths. That the human moral circle is displacing instead of widening is seen in cases where knowing facts about the world has made humans change the focus of their moral concerns rather than become more tolerant. For example, the fact that there are not women who have been awarded supernatural evil powers by the devil has stopped the killing of alleged witches. This does not mean that humans have enlarged their tolerance circle. This only means that human beings are sure that there are no witches, but if there were such creatures, surely some humans would consider it moral to kill them. Similarly, attributing immigrants most felonies and crimes in the host country gives xenophobic people reasons for hating and condemning foreigners in their country. Distrusting, blaming and even punishing allegedly dangerous people are an ancestral evaluative tendency that only changes its focus, but it does not disappear.

⁶ Exaptation or co-option are concepts that describe a shift in the function of a trait during evolution. The classical example is the exaptation of the feathers which initially evolved for heat regulation and subsequently acquired the function of assisting flight (Gould and Vrba, 1982).

One can argue that there are concrete cases where a widening of moral concern occurs, for example, considering animals as bearers of rights or applying human rights regardless of ethnicity, age, gender, etc. This is undeniable, but this widening is subjected to contingent happenings and evolutionary facts in such a way that the idea of reaching the universal, objective and independent moral truths is impossible.

The evolution of human social stereotyping, for example, is a process that significantly affects the real-world application of human rights. Social stereotyping has an adaptive role because it helps humans save energy in gathering and discriminating useful information about the social environment. Human beings have neither the cognitive capacity nor the time to perceive each person individually and in detail; for this reason, stereotypes are convenient evolutionary devices (Hutchinson & Martin, 2015, p. 292). According to some studies, there are racial stereotypes that affect the application of human rights. In contrast with gender stereotypes, the identification of the racial ones is not easy:

For instance, in many restaurants in big cities of Western Europe, the menial kitchen work is mostly done by Black or immigrant workers, whereas the waiters are often White. Similar observations could be made with regard to Black or Filipino domestic workers in economically developed countries. Again, the parallel with gender stereotypes may help to highlight the different legal relevance of the two situations: if the same labour division were gendered, in the sense that women were predominantly working in the kitchen and the men waiting on tables, gender stereotypes would or at least could be invoked. However, the racial contract is much harder to break down through (human rights) law. (Möschel, 2016, p. 139)

Why are currently gender stereotypes more addressed? Is it due to contingent historical or political situations? It is not the aim of this paper to answer these questions; however, it seems again that the focus of human moral concerns has been displaced, in the sense that some historical and critical facts could make humans focus more on some of them than others. Realists could argue that even though racial stereotypes are harder to break down, the identification of them is possible, and that means that progress toward a free stereotyped

society is possible. To this, debunkers could offer two replies: first, those stereotypes are not necessarily negative, that human beings cannot avoid them, and even a special kind of morality could defend their necessity. The subset of negative stereotypes could be called 'prejudices', but there are positive stereotypes as that Filipinos are more caring than others towards children or the elderly (Möschel, 2016, p. 120). Even this sort of 'positive' stereotype could be used by a nationalist Filipino to claim the superiority of his countrymen over the rest of the non-Filipinos. It could be argued that stereotyping by itself is not good or bad and, as it was said above, social stereotypes pave the way for smooth social interactions. So, is eliminating stereotypes desirable? Is it even possible? An evolutionary debunker could argue that the very process of eliminating stereotypes entails the impossibility of escaping human evaluative tendencies and that this attempt will have the same success as that of Copp's intention of correcting evaluative ancestral tendencies. He will use them in the process of correcting them.

The second reply a debunker could pose is that increasing the range of beings included in human moral concerns is a contingent process, as the mentioned expansion is based on the globalizing transformation that began in the XVII century. It was boosted by technology, capitalism, mobility and new ideas about the individuals (Tönnies, 1947). This globalization is not unavoidable because if the factors that made it possible collapse, the globalizing tendency could also crash. A scenario of a technological and communicative collapse, even though remote, is possible (Torres, 2017).

2.3 Moral progress and moral realism

Huemer, when confronting Peter Singer (2011), denies that moral progress consists in widening the circle of human moral concerns. According to Huemer, there are cases in which changes do not imply an expansion of moral concern but a plain improvement of moral considerations. He gives some examples of it: the idea that capital punishment is a disproportionate sanction to cases of adultery, theft and other minor crimes, or the estrangement from traditional moralities in which premarital sex is considered morally wrong (Huemer, 2016, p.1998). However, these examples fail because, in the first case,

evidence shows that the support for the death penalty decreases by exposure to international contextual information (LaChappelle, 2014). This means not only that the new moral consideration is, in a broad sense, a widening of the moral concern, but that it could also be explained by the former process of globalization mentioned above with all its concomitant contingency. The second example, *i.e.*, the relaxation of moral standards about premarital sex, also fails in showing Huemer's point because this could be considered the outcome of the feminist sexual liberation (Clavan, 1972), which implies that at the core of this moral attitude resides a broadening of the circle of moral worries that consists in including women's sexuality inside it.

Huemer considers that moral progress is the overcoming of prejudices and biases (2016, p. 2001), and based mainly on two ideas, argues that moral liberal principles are the true ones. In the first place, he considers that, as the history of scientific knowledge shows, truths are gradually grasped over time, and he believes that, accordingly, humanity has progressively reached moral liberal truths. Secondly, the fact that a big proportion of humans worldwide has gradually adopted not only one but also a cluster of such liberal moral truths cannot be explained by biological or cultural evolution (Huemer, 2016, p. 2000). The reason why Huemer denies that biological evolution can explain moral progress is weak and based on an oversimplification of the way evolution works. He tries to argue that there are not 'liberal genes' and that the reproductive success commonly attributed to adaptive biological traits cannot be ascribed to liberal moral beliefs:

[...] there is no reason to think, for example, that in the 1960s, racists started having fewer children than non-racists and thus failed to pass on their racist genes, or that during the last 200 years, people who supported democracy started having more children than those who supported dictatorship. (Huemer, 2016, p. 1995)

This makes apparent the naïve and misleading conception of the evolution of morality that Huemer uses for arguing in favour of his realist account.

He also believes that the convergence reached by Western society in relation to liberal ideals and values cannot be properly explained by cultural evolution understood as a process with an unpredictable

result or with a random direction. The development of liberal moral values has to do with a set of changes in attitudes on issues such as slavery, war, torture, women's suffrage, and so on; all these items converge together in a way that shows certain coherent ethical stand-points (Huemer, 2016, p. 1999), which can be more convincingly explained by positing moral facts:

Why was slavery abolished? Because slavery was unjust. Why have human beings become increasingly reluctant to go to war? Because war is horrible. Why has liberalism in general triumphed in human history? Because liberalism is correct. These, I suggest, are the most simple and natural explanations (Huemer, 2016, p. 2000)

However, an evolutionary explanation of moral convergence is possible without postulating universal, human-independent and objective moral facts. In fact, an evolutionary debunker can accept the existence of moral progress in the same way as she accepts the progress of biological traits, as, for example, the human eyes, in accomplishing its function of seeing.

In one important sense, evolutionary convergence of moral values is not different from convergence in cases of the evolution of complex structures such as the human eye, which has reached such a level of specialization that is so sophisticated that it makes appealing the idea of a pre-existing model to which the evolution of vision has to arrive. The human eye has reached such a level of specialization that the possibility of morphological variation of its structure has been considerably reduced. However, it is necessary to bear in mind that biological aptitude is a complex relationship between the biological trait and the medium through which this trait develops, in such a way that the adaptation of a biological trait supervenes on its physical features (Sturgeon, 1985, pp. 74-75). This means that the relationship between the physical properties of the trait and the environment in which these trait works determines its level of biological aptitude. In other words, despite the human eye's level of specialization and complexity, this trait could have had a physically different structure and successfully accomplish its function nonetheless. The existence of exaptations evidences the proof of such a separation between physical properties and function, *i.e.*, traits that acquire different functions from those initially selected for (as in the case of the wings of birds)

and vestiges, *i.e.*, traits that lose their initial function because of a change in the environment (for example the hind legs of the whale). Vestiges and exaptations show that, in the case of biological traits, speaking about progress is possible, with the caveat that this progress—understood as the gradual increase of the biological aptitude of the trait—is dependent on the environment in which the trait accomplishes its function (Gould & Vrba, 1982).

Those considerations can be applied to the evolution of morality. Suppose the function of morality is to strengthen social cohesion. In that case, the trait on which morality is based (whatever it be) increases its fitness depending on its complex interactions with the environment. Given these complex relationships between the trait and its surroundings, liberal morality seems to be the fittest for accomplishing the function of promoting social cohesion. However, this kind of morality is not inherently what best attains that function. As stated above, there are two different moralities that best serve the purposes of producing social harmony (a Western individualist, liberal and an Eastern communitarian conservative ethics), which shows that morality's function depends on the environment. Given the current large-scale globalization process, it is no surprise that a liberal individual centred ethical system becomes fittest. However, as in the case of human vision, this does not mean that there is a pre-existing moral model to which moral progress is directed.

In the same way, as vision may become a vestige in some peculiar circumstances (abyssal fishes' and salamander's eyes are good examples of it), liberal individual-focused morality could become vestigial in different environmental conditions those fuelled by globalization. This makes it apparent that no evolved trait progresses in a definite and pre-fixed direction. And suppose it is accepted that morality is such an evolved trait. In that case, a right understanding of the way evolution works has the awkward conclusion that there are no universal, context-independent, and free from human interests moral facts that are inherently successful in achieving the function of morality.

2.4 A possible answer to debunkers: blurring the distinction between facts and values

In a recent paper, Martínez, Mosqueda & Oseguera (2020) presented a critical examination of Street's argument. They aimed to show that, given the features of the language of moral realism, i.e., its cognitivism, its representative intention and its claim that there are moral facts, there is no valid reason -as Street argues- for denying moral realist language a less objective status from that attributed to other types of languages used for describing the world.

In remarking the representational character of the language of moral realism, that is, in stressing the fact that moral statements intend to describe states of affairs or facts about the world, Martínez, Mosqueda & Oseguera (2020) make apparent that the moral language behaves in a very similar way to another type of representational languages:

Both the sentence 'corruption is common' and 'corruption is incorrect' are statements that we can affirm or deny and to which we can assign truth values based on facts. By taking moral language as representational, our evaluative judgments aim to describe a reality that is independent of our way of speaking and thinking about it (Martínez, Mosqueda & Oseguera, 2020, p. 111)

One of the key points of the authors' critical analysis is to make apparent that Street's debunking of moral realism pretends to be completely ontological (arguing that there exist independent moral facts), is the case that her debunking has an important semantic element (posing the existence of independent moral truths) that is underestimated because, in considering this semantic dimension, as it was already said, the moral language is not different from any other kind of representational language.

This way of answering Street's evolutionary debunking arguments reveals that, at least at the semantic level, there seems to exist in human beings the tendency to use language in such a way that there is no clear distinction -as debunkers claim- between facts and value. This distinction is fundamental for running the debunking argument against moral realism. Doubting about this distinction seems to question the validity of evolutionary debunking arguments.

So, for example, according to Joyce, in assessing the biological fitness of an arithmetic belief such as $1+1=2$ (an alleged proposition of fact), it is necessary to consider its truth:

False mathematical beliefs just aren't going to be very useful. Suppose you are being chased by three lions, you observe two quit the chase, and you conclude that it is now safe to slow down. The truth of " $1 + 1 = 2$ " is a background assumption to any reasonable hypothesis of how this belief might have come to be innate (Joyce, 2006, p. 182)

On the other hand, in assessing the biological fitness of moral beliefs (proposition of value), it is possible to make sense of their use independently of their truth (Joyce, 2006, p. 183). Moreover, as discussed, it is difficult to identify a state of affairs depicted by a moral proposition, which seems to be required to deem it true or false. So, evolutionary debunking arguments require a clear distinction between facts and values to be raised.

However, the distinction between "thin" and "thick" concepts (Williams, 1985) seems to challenge the aforementioned fact-value distinction. Thin evaluative terms assess actions and behaviours by means of plain evaluative adjectives, without committing themselves too much, be it good or bad, or right or wrong, for example; 'thick' concepts, on the other hand, seem somehow to involve both an evaluation and non-evaluative description. Examples of such concepts are 'generous', 'selfish', 'just', 'unfair' and 'cruel', epistemic concepts such as 'open-minded' and 'gullible', or even aesthetic concepts such as 'gracious' or 'harmonious', among others. As it is apparent, the application of these kinds of concepts is determined by the way the world is. This means that 'thick' concepts tend to blur the distinction between fact and value because as they allegedly describe the world, they also implicitly carry an evaluation of it. And the key point is that there seems to exist thick irreducible concepts, i.e., concepts that cannot be factored in terms of value and description separately:

Most famously, thick concepts have been held to break down the 'fact-value' distinction. There are at least two fact-value distinctions that thick concepts have been held to break down. First, we might make a semantic distinction between two different kinds of meaning, two different kinds of things we can do with language: we can evalu-

ate, and we can describe. Thick concepts have been held to undermine any sharp distinction between non-evaluative description and evaluation, which some think is a problem for certain metanormative views (Roberts, 2018, p.162)

In other words, the intuition expressed in Martinez *et al.* (2020) about the nature of moral language has clear support in the existence of thick concepts. The key question is to what extent the nature of this kind of concept is present in our language and specifically in our moral discourse. In fact, it seems that moral neuroscience and psychology experiments seem not to include serious research about thick concepts. Instead, when researching human moral language, they focus exclusively on thin concepts (Abend, 2011). Thus, it is still necessary to focus on this empirical research.

From the conceptual and philosophical view, the intuitions about the nature of moral language and its connection with representational language, in general, are clear, and the related empirical research could be of great help:

But why is it necessary to postulate a special capacity that allows us to see the evaluative traits? As Platts points out, “why to change the case, we cannot account for the recognition that people make of the malicious, the loyal, the aggressive, the dishonest, simply in parallel terms to those who realize their recognition of others traits in the world?” (Platt, 1983, p. 4, *apud*, Martinez *et al.*, 2020, p. 112)

Applying this intuition to Joyce’s example provided above, one could notice the unconvincing account according to which the fact about the quantity or number of lions is really a ‘fact’ of the world, in contrast with the unspecific moral values, which are not supposed to be facts. Is it not the case that, at least in this example, the whole situation is perceived as dangerous (a thick concept)? Would it not be a cheaper way in which evolution could improve the human probability of survival? For evolution, the shaping of a single mechanism for describing and valuing the world could be more effective than two separate mechanisms for detecting ‘plain facts’ on the one hand and for valuing those facts on the other. However, the determination of this possibility needs empirical support, which, up to date, is not fully substantiated.

3 CONCLUSIONS

This paper explores two versions of evolutionary debunking arguments (function and contingency). It makes it apparent that those variants share the basic premise that human moral capabilities are the product of evolution. As a corollary, we added that those capabilities had been selected for accomplishing a function, and contingency plays an important and key role in their evolution. The conception of human morality as a set of universal and objective propositions that depict *a priori* states of affairs, existing independently of any human evaluative tendency, is debunked.

Realists' attempts to answer evolutionary debunking arguments are classified as those who consider that their main premise can be accepted and those who consider that morality requires denying the pervasive influence of evolutionary forces in human morality. In the first case (Copp's society centred realism), it is evident that at some point, this theory requires to step further from evolutionary debunking arguments' main premise. In trying to keep it, it commits a contradiction in the sense that morality cannot bear counterfactuals (as this theory claims). In addition, in the process of 'rational' correction of 'wrong moral propositions', human beings cannot be free of their evaluative tendencies. This view is unaware of the fact that, in correcting the supposed wrong evaluative tendencies, human beings are inevitably using them.

The second branch of realism tries to show that some moral beliefs are free of evolutionary tendencies. However, those moral beliefs that are allegedly free of evolutionary forces are shown to have some kind of connection with evolutionary forces, which demonstrated that, in assessing human moral claims, the very same evaluative tendencies are at work.

In spite of being attractive and compelling, the idea of moral progress needs to be carefully examined because it entails the dangerous belief that there are pre-fixed ideas toward which morality has to be directed. It is dangerous in the sense that progress could make human beings blind to the idea that a sudden or gradual change in human conditions and context could produce a different moral response from that advocated by such progress. From a biological point of view, progress can be explained, but, as it was shown in this paper, it

is context-dependent, and it has to be situated in a definite frame. The existence of vestiges and co-optations demonstrate that every biologically evolved trait is dependent on its complex relationship with the environment and that it is not immune to the possibility of disappearing. And if morality is such a trait, it is neither immune to drastic changes and pressures. It cannot be forgotten that current moral progress is sustained in a globalizing context, which is contingent and, as such, could collapse. In such a remote (however possible) situation, it would not be a surprise if some old forms of moral responses reappeared or that some others, based on primitive emotions such as fear and distrust, directed the appropriate moral responses (once the new context is given).

Finally, this paper argues that the evolutionary debunking arguments are based on a key distinction between facts and values. However, there are some reasons for doubting that this distinction is the natural setting of human language. So, it is necessary to look for a particular kind of concept called ‘thick concepts’, which show that there is a capacity in human language to describe and value the world simultaneously. This could be the way natural evolution shaped our moral language. In any case, the determination of this possibility needs empirical support.

BIBLIOGRAPHICAL REFERENCES

- ABEND, Gabriel. Thick concepts and the moral brain. *European Journal of Sociology*, **52** (1): 143-72, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0003975611000051>
- BEDKE, Matthew. Cognitivism and non-cognitivism. Pp. 292-307, in: McPHERSON, Tristram; PLUNKETT, David (eds.). *The Routledge handbook of metaethics*. London: Routledge. 2017.
- BOEHM, Christopher. *Hierarchy in the forest: evolution of egalitarian behavior*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1999.
- BOYD, Richard. How to be a moral realist. Pp: 187-228, in: McCORD, Geoffrey Sayre (ed). *Essays on moral realism*. Ithaca: Cornell University Press, 1988.
- BYRNE, Richard W.; WHITEN, Andrew (eds.). *Machiavellian intelligence: Social expertise and the evolution of intellect in monkeys, apes, and humans*. Oxford: Clarendon Press, 1988.

- CLAVAN, Sylvia. Changing female sexual behavior and future family structure. *Pacific Sociological Review*, **15** (3): 295-308, 1972. DOI: <https://doi.org/10.2307/1388348>
- COLLIER, John; STINGL, Michael. *Evolutionary moral realism*. London: Routledge, 2019. DOI: <https://doi.org/10.4324/9780429299803>
- COPP, David. *Morality, normativity, and society*. New York and Oxford: Oxford University Press, 1995.
- COPP, David. Darwinian skepticism about moral realism. *Philosophical Issues*, **18**: 186-206, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1533-6077.2008.00144.x>
- DARWIN, Charles. [1882] *The descent of man, and selection in relation to sex*. 2. ed. New York: New York University Press, 1989.
- ENOCH, David. *Taking morality seriously: A defense of robust realism*. Oxford: Oxford University Press, 2011.
- GINTIS, Herbert; VAN SCHAIK, Carel. Zoon Politicon: The evolutionary roots of human sociopolitical systems. Pp. 25-44, in: RICHERSON, P. J; CHRISTIANSEN, M. (eds.). *Cultural evolution: society, technology, language, and religion*. Cambridge: MIT Press, 2013. DOI: <https://doi.org/10.5167/uzh-85649>
- GINTIS, Herbert; VAN SCHAIK, Carel; BOEHM, Christopher. Zoon politikon: The evolutionary origins of human political systems. *Current Anthropology*, **56** (3): 327-353, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1086/681217>
- GOULD, Stephen J.; VRBA, Elizabeth S. Exaptation - a missing term in the science of form. *Paleobiology*, **8** (1): 4-15, 1982. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0094837300004310>
- HUEMER, Michael. Revisionary intuitionism. *Social Philosophy and Policy*, **25** (1): 368-392, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1017/S026505250808014X>
- HUEMER, Michael. A liberal realist answer to debunking skeptics: the empirical case for realism. *Philosophical Studies*, **173** (7): 1983-2010, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11098-015-0588-9>
- JOYCE, Richard. *The evolution of morality*. Cambridge: MIT Press, 2006.
- LACHAPPELLE, Levi. Capital punishment in the era of globalization: A partial test of the Marshall hypothesis among college stu-

- dents. *American Journal of Criminal Justice* **39**: 839-854, 2014. DOI: [10.1007/s12103-014-9263-5](https://doi.org/10.1007/s12103-014-9263-5)
- LEIBOWITZ, Uri. *A dilemma for evolutionary debunking arguments*. *Philosophical Studies*, **178**: 45-69 2021. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11098-020-01420-3>
- LÓPEZ, Anthony. The evolutionary psychology of war: offense and defense in the adapted mind. *Evolutionary Psychology*, **October**: 1–23, 2017. <https://doi.org/10.1177/1474704917742720>
- MARTÍNEZ, Max; MOSQUEDA, Alejandro; OSEGUERA, Jorge. Evolutionary debunking arguments and moral realism. Pp: 103-119, in: BARAVALLE, Lorenzo; ZATERKA, Luciana (eds). *Life and evolution. History, philosophy and theory of the life sciences*. Cham: Springer, 2020. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-39589-6_7
- MCNAMARA, Rita Anne; HENRICH, Joseph. Kin and kinship psychology both influence cooperative coordination in Yasawa, Fiji. *Evolution and Human Behavior*, **38** (2): 197-207, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.evolhumbehav.2016.09.004>
- MOORE, G.E. *Principia Ethica*, Cambridge: Cambridge University Press, 1903.
- MÖSCHEL, Mathias. Racial stereotypes and human rights. Pp. 119-142., in: BREMS, E.; TIMMER, A. (eds.). *Stereotypes and human rights law*. Cambridge: Intersentia, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1017/9781780685458.006>
- PARFIT, Derek. *On what matters*. Vol 2. Oxford: Oxford University Press, 2011.
- RAILTON, Peter. Moral realism. *The Philosophical Review*, **95** (2): 163-207, 1986.
- ROBERTS, Debbie. Thick epistemic concepts. Pp. 159-78, in: McHUGH, C., WAY, J., WHITING, D. (eds.). *Metaepistemology*. Oxford: Oxford University Press, 2018.
- SHAFER-LANDAU, Russ. *Moral realism: a defence*. Oxford: Oxford University Press, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1093/0199259755.001.0001>
- SHAFER-LANDAU, Russ. Evolutionary debunking, moral realism and moral knowledge. *Journal of Ethics and Social Philosophy*, **7** (1): 1-37, 2012. DOI: <https://doi.org/10.26556/jesp.v7i1.68>

- SINGER, Peter. *The expanding circle: ethics, evolution, and moral progress*. Princeton, NJ: Princeton University Press, 2011.
- STREET, Sharon. A Darwinian dilemma for realist theories of value. *Philosophical Studies*, **127** (1): 109-66, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11098-005-1726-6>
- STREET, Sharon. Constructivism about reasons. *Oxford Studies in Metaethics*, **3**: 207-45, 2008.
- SOBER, Elliot. *Philosophy of biology*. 2 ed. Boulder: Westview Press, 2000.
- STURGEON, Nicholas. Moral explanations. Pp: 49-78, in: COPP, David; ZIMMERMAN, David (eds.). *Morality, reason and ruth: New essays on the foundations of Ethics*. Lanham: Rowman & Littlefield, 1985.
- TÖNNIES, Ferdinand. [1887] *Comunidad y sociedad*. Trad. J. Rovira Armengol. Buenos Aires: Losada, 1947.
- TORRES, Phil. *Morality, foresight, and human flourishing: an introduction to existential risks*. Durham: Pitchstone Publishing, 2017.
- WILLIAMS, Bernard. *Ethics and the limits of philosophy*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1985.
- WOODBURN, James. Egalitarian societies. *Man*, **17** (3): 431-451, 1982. DOI: <https://doi.org/10.2307/2801707>
- WONG, David B. *Natural moralities: A defense of pluralistic relativism*. New York: Oxford University. Press, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1093/0195305396.001.0001>

Data de submissão: 13/03/2021

Aprovado para publicação: 02/06/2021

Wallace, Sclater e os modelos de distribuição biogeográfica

Viviane Arruda do Carmo *

Resumo: Desde o início da carreira de Alfred Russel Wallace (1823-1913) como naturalista, além de se interessar pela origem das espécies, ele se preocupou com a distribuição geográfica dos animais e plantas. Contudo, Wallace não foi o único autor de sua época a se interessar por esse assunto. Philip Lutley Sclater (1829-1913) zoólogo inglês, propôs em 1858 um modelo de para explicar a distribuição geográfica das aves. O objetivo deste artigo é discutir sobre a proposta de Sclater no contexto da biogeografia da época, procurando apontar em que evidências ele se baseou. Adicionalmente, esclarecer quais aspectos da proposta de Sclater foram aceitos por Wallace, bem como o que Sclater acrescentou de novo em relação ao assunto. Este estudo levou à conclusão de que embora Wallace tenha defendido e se baseado no modelo de distribuição biogeográfica de Sclater para explicar a distribuição geográfica de outras classes de animais, ele não negou os problemas a ela inerentes. Apontou a existência de casos da distribuição geográfica de alguns grupos que não se enquadravam na proposta de Sclater.

Palavras-chave: Alfred Russel Wallace. Philip Lutley Sclater. Biogeografia. Século XIX.

Wallace, Sclater and the biogeographic distribution models

Abstract: Since the beginning of his career as a naturalist, Alfred Russel Wallace (1823-1913) was interested in the origin of species and the geographic distribution of animals and plants. However, he was not the only one interested in the subject at that time. The English zoologist Philip Lutley Sclater (1829-1913) proposed a geographic model to explain birds' distribution. This article aims to discuss Sclater's proposal within the context of the

*Secretaria Municipal de Educação da cidade de São Paulo. Pesquisadora do Grupo de História e Teoria da Biologia (GHTB-USP). E-mail: viviane.carmo@sme.prefeitura.sp.gov.br

biogeography of his time, seeking to point out the evidence he based on and what he added to the knowledge of the subject. Besides, it will try to detect which features of Sclater's proposal were accepted by Wallace. This study concluded that although Wallace defended and relied on Sclater's biogeographic distribution model to explain the geographic distribution of other classes of animals besides birds, but he did not deny the inherent problems. He mentioned cases that did not follow the Sclater proposal, pointing out groups of animals that did not fit Sclater's model.

Keywords: Alfred Russel Wallace. Philip Lutley Sclater. Biogeography. 19th century.

1 INTRODUÇÃO

O nome de Alfred Russel Wallace (1823-1913) é geralmente relacionado à evolução. Entretanto, durante a sua carreira como naturalista, ele se interessou por diversos assuntos como a antropologia, além daqueles relacionados à história natural, dentre os quais, a distribuição geográfica dos animais e plantas, pois considerava que seu conhecimento poderia trazer esclarecimentos sobre o processo evolutivo (Smith, 2008, p. 224; Carmo; Martins & Bizzo, 2012, p. 118).

A distribuição geográfica de animais e plantas durante o século XIX também foi investigada por outros estudiosos como Charles Robert Darwin (1809-1882) e Philip Lutley Sclater (1829-1913).

Em 1858, Philip Lutley Sclater (1829-1913), propôs um modelo para explicar a distribuição geográfica das aves. De acordo com ele, a Terra podia ser dividida em seis grandes regiões e cada uma dessas regiões se caracterizava pela presença de uma série de gêneros e até mesmo famílias de aves que lhe eram peculiares (Sclater, 1858, p.130).

A publicação do ensaio de Sclater (fig. 1) sobre a distribuição geográfica das aves impressionou Wallace de modo bastante favorável, levando-o afirmar que “as seis regiões ornitológicas representavam a verdadeira divisão zoológica e botânica da Terra e eram adequadas para constituir a base de um sistema geral de regiões ontológicas” (Wallace, 1864, p. 1). Posteriormente, Wallace admitiu que havia dificuldades conceituais e práticas em estabelecer um sistema de regiões biogeográficas que fosse válido para todos animais e plantas (Wallace, 1864, p. 13).



Figura 1. Retrato de Philip Lutley Sclater (1829-1913). **Fonte:** Elliot, D. G. In memoriam: Philip Lutley Sclater. *The Auk; a Quarterly Journal of Ornithology*, 31 (1): 1-12, 1914. <https://doi.org/10.2307/4071834>

O objetivo deste artigo é discutir sobre a proposta de Sclater no contexto da biogeografia do século XIX, procurando detectar que aspectos foram aceitos ou modificados por Wallace.

2 UM BREVE PANORAMA DA SITUAÇÃO DA BIOGEOGRAFIA NO SÉCULO XIX

No período que antecedeu ao século XIX, diversos estudiosos haviam percebido que diferentes regiões do globo apresentavam animais e plantas característicos. Georges-Louis Leclerc, conde de Buffon (1707-1778), contudo, questionou a explicação que era geralmente oferecida, ou seja, que essa distribuição e diversidade se devia à existência de variados climas e determinadas condições físicas. Ele argumentou que regiões tropicais do Velho e do Novo Mundo, apesar de terem características físicas bastante semelhantes, apresentavam mamíferos bem diferentes. Alexander Von Humboldt (1769-1859) e Augustin Pyrame de Candolle (1806-1893) concordaram com

ele no que dizia respeito à fauna e flora (Fichman, 2004, p. 48; Carmo; Martins & Bizzo, 2012, p.121).

Durante o século XIX, o estudo da distribuição geográfica foi uma peça fundamental para compreender a estreita relação entre a variação morfológica e a distribuição geográfica dos organismos, sob a perspectiva de que esta relação poderia trazer elementos importantes para o debate sobre a origem das espécies por criação ou por transmutação (Malvárez & Hernández, 2018, p. 225).

Entre 1840 e 1850 a teoria biogeográfica estava dividida em dois pontos de vistas opostos. Esta polarização estava relacionada ao envolvimento de Deus na criação das espécies (Kinch, 1980, p.116). Dentro desse contexto, uma das questões debatidas pelos naturalistas era se as populações tinham sido originalmente criadas nos locais onde se encontravam ou se tinham migrado para outras áreas. Dessa forma, questionava-se até que ponto Deus interferiria nos fenômenos naturais.

A crença de que os seres vivos que habitavam uma região eram autóctones estava de um modo geral associada à doutrina da imutabilidade das espécies. Louis Agassiz (1807-1873) foi um dos defensores desta crença teísta, segundo a qual Deus interferia diretamente na natureza para impor uma ordem na distribuição espacial dos seres vivos (Hernández & Bousquets, 2006, p. 550). Para Agassiz, as espécies se originaram ao mesmo tempo sobre a mesma área geográfica que ocuparam no passado ou atualmente e provavelmente, seu número foi mantido. As variações das espécies podiam estar relacionadas a mudanças nas circunstâncias, e principalmente a causas desconhecidas que alteravam as condições. Mas essas variações constituíam meras oscilações de um estado normal e, na natureza, são limitadas, não transitórias. A continuidade da espécie é mantida por meio da reprodução de seus semelhantes de geração em geração (Gray, [1860a] 1876, pp. 11-12; Donda, 2020, p.70).

Para Agassiz, a distribuição geográfica dos animais em diferentes locais podia ser explicada por diferentes atos de criação (Agassiz, 1857, p. 135). Além disso, que tivesse ocorrido migrações ou dispersão accidental de sementes (*Ibid.*, p. 40). De acordo com Hernández e Bousquets (2006, p. 550), esta versão teísta ganhou pouco apoio, até mesmo entre aqueles que rejeitaram a teoria de Darwin.

Por outro lado, naturalistas como James Cowles Prichard (1786-1848) e Charles Lyell² (1797-1875), acreditavam que Deus havia permitido que a sua criação fosse moldada e modificada por leis secundárias, as quais governavam também a distribuição das espécies (Kinch, 1980, p. 95; Hernández & Bousquets, 2006, pp. 550-551).

Lyell (1832) ao discutir sobre a distribuição geográfica no segundo volume de *Principles of Geology*, se referiu à noção de regionalização³ da distribuição de plantas e animais. Entretanto, para ele, os fatos conhecidos sobre a distribuição geográfica não podiam ser explicados somente através do estudo da localização. Outros fatores como a história da dispersão e migração dos organismos em ambientes que sofriam modificações eram extremamente importantes para a elucidação do problema (Camerine, 1993, p. 705).

Uma das principais preocupações da biogeografia do século XIX foi a determinação do conjunto de regiões que apresentava padrões precisos de distribuição. Um esquema inicial e influente limitado à flora mundial, foi proposto por De Candolle (1820). Ele dividiu o globo em 20 regiões, cada uma das quais possuía uma flora característica ou endêmica. Durante as quatro décadas seguintes, o conceito de regiões biogeográficas ganhou maior aceitação, embora o número e os limites de tais regiões variassem na visão de diferentes autores (Fichman, 2004, p.49).

Assim, embora Lyell, não tivesse optado por um único esquema de regiões, ele acreditava que o sistema das vinte grandes províncias

²Lyell tinha uma visão uniformitarista da natureza. Ele admitia que as transformações geológicas que ocorreram no passado se deviam às mesmas causas que ainda hoje modificam a superfície da Terra, estando sujeitas às mesmas leis. A seu ver, as mudanças nas espécies ocorrem somente dentro de certos limites, além dos quais os descendentes não podem divergir completamente de seus progenitores. Assim, cada espécie foi dotada no momento da criação, com os atributos e organização que as caracterizam no presente (Bulmer, 2005, p. 126; Carmo, 2006, pp. 10-11;).

³A ideia de regionalização dizia respeito à localização e comparação das faunas e das floras das diferentes regiões da Terra. Embora estas tenham sido objeto da biogeografia do século XIX, o interesse pelo assunto, remonta ao século XVII. Esta preocupação aparece no século XVIII em Buffon e Lineu e posteriormente em De Candolle (1806-1893), William Swainson (1789-1855) e Ludwig Karl Schmarda (1819-1908), na primeira metade do século XIX. (Mayr, 1985, p. 501; Fichman, 2004, p. 49).

botânicas de De Candolle fornecia uma descrição confiável das “linhas de demarcação” das áreas nativas (Camerine, 1993, p. 705).

Por outro lado, as províncias faunísticas foram discutidas separadamente das florísticas. Não se pensou sobre a possibilidade das regiões vegetais e animais coincidirem. A demarcação das províncias zoológicas feita por Lyell, baseou-se na distribuição dos mamíferos e foi vagamente estendida a outros grupos de animais. Ele mencionou cerca de dez diferentes províncias, referindo-se em termos geográficos aproximados, como por exemplo, “toda a região ártica que se tornou uma das províncias do reino animal” ou “Nova Holanda é bem conhecida por conter um conjunto mais singular e característico de animais mamíferos” (Lyell, 1832, pp. 88-89; Camerine, 1993, p. 706).

De acordo com Wallace, alguns naturalistas como William Swainson (1789-1855), procurando conciliar a geologia e a zoologia com o com a interpretação bíblica literal cometeram muitos equívocos tais como considerar a junção da América do Norte e América do Sul em uma única região e a junção no Norte da Ásia com a Índia, em vez da Europa (Wallace, 1864, p. 2).

Robert Chambers (1802-1871), no *Vestiges of the natural creation* (1844), escreveu doze páginas sobre a distribuição geográfica em que mencionou a importância do isolamento para a manutenção das províncias botânicas e zoológicas (Chambers, 1844, pp. 251-262; Camerine, 1993, p. 706).

O tratamento de Prichard sobre o assunto é, de um modo geral, semelhante ao de Lyell. Prichard aceitava a divisão da Terra e as vinte províncias florísticas de De Candolle. Com base na agregação de espécies endêmicas, ele admitia a existência de sete províncias zoológicas. Entre estas, ele incluiu a Austrália, o Arquipélago Indiano, e a Polinésia (com seu centro em Nova Guiné) como províncias separadas. Contudo, ele não descreveu de modo preciso as fronteiras entre elas (Camerine, 1993, p. 706).

O trabalho de Lyell, De Candolle, Prichard e Chambers reflete a prevalência de uma abordagem regional para a distribuição geográfica. Todavia, segundo Ernst Mayr, a publicação de Sclater sobre a classificação do mundo em seis regiões zoogeográficas, com base na distri-

buição de pássaros, marcou o início de um novo período (Mayr, 1982, p. 501).

3 O MODELO DE DISTRIBUIÇÃO BIOGEOGRÁFICA DE SCLATER

Phillip Sclater⁴, advogado e ornitólogo inglês, no decorrer de sua carreira publicou vários trabalhos relacionados à história natural. Ele escreveu um artigo sobre a distribuição das aves que é bastante conhecido (Sclater, 1858). Nesta publicação, ele propôs a divisão da Terra em seis grandes regiões com base na distribuição das aves.

No início, Sclater (1858) comentou que um problema importante da história natural era conhecer as divisões primárias faunísticas e botânicas mais naturais da superfície terrestre baseando-se apenas nas semelhanças ou dissimilaridades da vida organizada. Por outro lado, para ele, era um fato universalmente reconhecido que as diferentes faunas e floras do globo eram o resultado de criações distintas. Como existiam várias áreas de criação, a questão relevante era conhecer as extensão e limites dessas áreas (Sclater, 1858, p. 130).

Sclater defendia a ideia de que Deus havia criado cada espécie animal na área onde ela vivia no presente, com muitos indivíduos desde o início da sua criação e todos eles em perfeito equilíbrio. Dessa forma, ele assumiu que havia várias áreas de criação, não havendo necessidade das espécies migrarem porque tinham sido projetadas para ocuparem a área em que viviam (Hernandez & Bousquets, 2006, p. 550), de modo semelhante a Agassiz. De acordo com Kinch, é difícil conhecer mais detalhes sobre as ideias sobre o papel das criações especiais em Sclater pois ele era um escritor conservador e cauteloso (Kinch, 1974, p. 57).

Sclater criticou algumas divisões baseadas somente na latitude e longitude da Terra, sem levar em conta as diferenças de vida dos

⁴ Sclater foi membro e secretário da *Royal Society of London*, e fundador e editor do *The Ibis*, um periódico editado pela Associação dos ornitólogos britânicos. Publicou quatro volumes do Catálogo de Pássaros na série do Museu Britânico e foi cofundador da *Society for the Preservation of the Wild Fauna of the Empire*. <<http://people.wku.edu/charles.smith/chronob/SCLA1829.htm>>.

seres vivos⁵. Ele considerou também, o artigo de Swainson na *Encyclopedia of geography* de Murray (Murray *et al.*, [1834], 1840) e a introdução de Agassiz em *Types of mankind* de Nott e Gliddon (1854) sobre a divisão da Terra (Sclater, 1858, p. 131). Após ter feito esses comentários, Sclater iniciou a discussão sobre sua proposta acerca das divisões ornitológicas da Terra. Entretanto, fez algumas considerações:

O fato é que precisamos ter um conhecimento mais aprofundado de zoologia e botânica de que não dispomos ainda, antes de poder dizer com certeza quais são as divisões ontológicas primárias do globo. Queremos informações muito mais corretas sobre as famílias, os gêneros e as espécies de seres criados – suas localizações exatas e as áreas geográficas que elas ocupam – antes de chegarmos a conclusões satisfatórias sobre esse ponto (Sclater, 1858, p. 132)

E continuou:

Não há razão, no entanto, para que não sejam feitas tentativas para resolver a questão. Mesmo a partir de nossos dados imperfeitos atuais, eu acredito que a maneira de avançar nessa direção, é cada investigador abordar o assunto que conhece melhor, e revelar o que ele concebe como sendo as divisões mais naturais da superfície terrestre (Sclater, 1858, p. 132)

A partir das citações acima é possível perceber que antes de apresentar sua proposta para a divisão da Terra em regiões tendo como base a distribuição das aves, Sclater foi cuidadoso. Não negou os problemas inerentes a uma divisão exata e admitiu que apesar das dificuldades para minimizá-los, era necessário que os naturalistas propusessem as divisões de acordo com o assunto que dominassem.

A proposta de Sclater envolvia seis regiões ornitológicas (fig. 3) cujas características eram peculiares, a saber: Neotropical (América do Sul, México e o oeste indiano); Neártica (América do Norte); Paleártica (Europa, norte da Ásia, Japão e norte da África); Etiópica (demais regiões da África, exceto o norte e Madagascar); Indiana (o sul da Ásia e o oeste do Arquipélago Malaio); australiana (parte ocidental

⁵ Sclater deu como exemplo deste tipo de divisão o *Atlas físico* de Johnston onde a Terra estava dividida em dezesseis províncias ornitológicas. A seu ver, essa divisão estava incorreta e o objetivo de seu artigo era mostrar isso.

das ilhas do Arquipélago Malaio, Austrália e a maior parte das ilhas do Pacífico) (Sclater, 1858, p. 137-143).

Entretanto, o conceito de espécie de Sclater era estático. Ele não considerou o registro fóssil e a mudança histórica nas distribuições em suas discussões sobre esse assunto. Para ele, a localização de uma espécie era permanente e as dispersões eram eventos menores (Kinch, 1974, pp.57-58). Contudo, ele estava consciente de que muitos estudiosos na época não concordariam com que as espécies tivessem sido criadas nas áreas que ocupavam:

[...] Poucos zoólogos filósofos que prestaram atenção às leis gerais da distribuição da vida orgânica, hoje em dia, negariam que, como regra geral, todas as espécies de animais tivessem sido criadas dentro e sobre a área que agora ocupam (Sclater, 1858, p.131)

A partir da observação de várias famílias, gêneros e espécies de aves e sua localização⁶, Sclater elaborou um modelo de divisão da Terra que ainda é aceito. Entretanto, ele não se ateve à explicação dessa distribuição. Acreditamos que isso se deva à adoção de uma visão criacionista em relação à origem das espécies. Talvez por isso ele tenha se restringido apenas a apresentar um modelo descritivo de divisão de acordo com seus conhecimentos sobre as aves nas diferentes regiões da Terra. Nesse ponto, ele e Wallace diferiram, pois Wallace se preocupou não apenas em descrever, mas também em explicar os padrões de distribuição dos seres vivos.

Posteriormente, em 1899, Sclater comentou que suas seis regiões originais tinham sido adotadas pela biogeografia ortodoxa, especialmente depois que Wallace (1876) as endossou. Apesar dos amplos debates sobre qual seria o conjunto das regiões biogeográficas mais preciso, o *Atlas de zoogeografia* da *Royal Geographical Society* de 1911 se baseou principalmente nas regiões de Sclater, aperfeiçoadas por Wallace (Fichman, 2004, p. 53).

⁶ A opção de Sclater pela ordem passeriforme se deveu a ela ser mais endêmica, ou restrita a uma determinada região, do que a maioria das outras ordens de aves. Embora muitas espécies passeriformes migrem, elas sempre retornam às suas localidades originais. As variações nas tendências migratórias estão geralmente relacionadas à influência do homem, e não a qualquer mudança nas leis invariáveis de distribuição na natureza (Sclater, 1858, p.133; Kinchi, 1974, p.58).

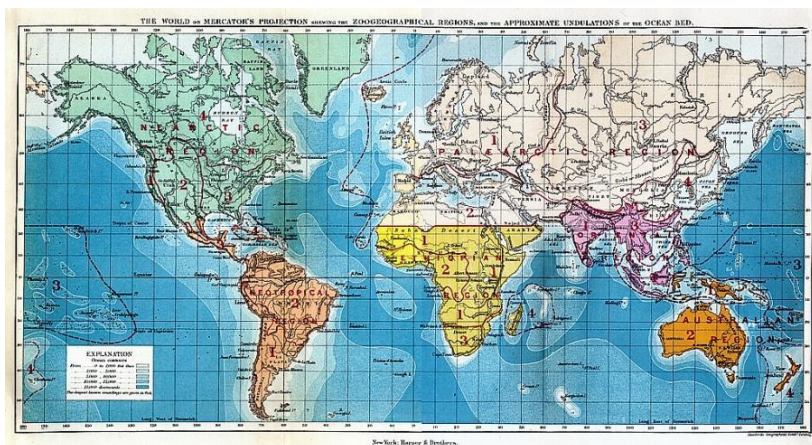


Figura 3. Mapa com as seis divisões em regiões ornitológicas propostas por Phillip Lutley Sclater em 1858. **Fonte:** Charles Smith. Disponível em <<http://people.wku.edu/charles.smith/wallace/S718a.htm>>

4 A RECEPÇÃO DO ARTIGO DE SCLATER POR WALLACE

Para Wallace, a presença de espécies endêmicas a determinadas regiões era indício de um processo que envolvia um isolamento durante longa duração de tempo porque as barreiras impediam a dispersão (Michaux, 2008, p. 174). Ao contrário de Sclater seu conceito de espécie era dinâmico, pois envolvia a transmutação das espécies. Apesar dessas diferenças no tocante à origem das espécies, Wallace concordou com boa parte da distribuição geográfica das espécies proposta por Sclater.

Wallace escreveu a Sclater sobre seu artigo:

Meu caro Sclater, seu artigo sobre a distribuição geográfica das aves me interessou particularmente. Espero que você aceite algumas observações e críticas. Eu concordo perfeitamente com a sua divisão da Terra em seis grandes províncias zoológicas e acredito que elas serão confirmadas para outros ramos da zoologia e botânica. Quanto ao número de espécies que você quantifica em cada província, não posso dizer nada, pois você está em posição muito melhor do que eu para chegar a uma conclusão correta. Mas em relação à extensão das áreas das várias províncias, acredito que você tenha cometido alguns

equivocos importantes, que obviamente afetam materialmente a riqueza proporcional das espécies das várias províncias. Tomarei a liberdade de apontá-los bem como de definir, tanto quanto possível os limites de cada divisão (Carta de Wallace a Sclater, 1859)

Assim, conforme mencionado, Wallace discordou da extensão das áreas das províncias propostas por Sclater e sugeriu novas medidas⁷, que constam na tabela 1.

Wallace sugeriu medidas diferentes e novas proporções numéricas para cada uma das regiões de Sclater (tabela 2).

Ao longo da sua carreira, Wallace ofereceu diferentes explicações para os padrões de distribuição dos organismos⁸. Entretanto, não elaborou um modelo de divisão de regiões baseado na distribuição dos seres vivos como alguns naturalistas que mencionamos neste artigo. Porém, quando visitou o Arquipélago Malaio, um de seus objetivos era delimitar com precisão as fronteiras entre as regiões desse Arquipélago (Wallace, 1860, p. 172).

Embora em 1859 Wallace tivesse concordado de um modo geral com a divisão em seis regiões de Sclater, ele considerou que o limite entre as regiões indiana e australiana estava entre Bali e Lombok no sul e entre Borneo e Sulawesi no norte. Contudo, tinha dúvidas sobre as Filipinas. Um ano depois, após investigar a distribuição geográfica dos mamíferos, ele incluiu as Filipinas na região indiana (Michaux, 2008, p. 177)

Como Wallace não observou no Estreito de Lombok aves e outros animais que ele havia encontrado em Malaca, Java e Borneo, ele

⁷ A unidade de medida utilizada pelos dois naturalistas é a milha. Uma milha terrestre equivale a 1.609 quilômetros.

⁸ Para explicar os padrões de distribuição geográfica de ilhas que apesar de estarem localizadas proximamente e apresentarem mesmas características físicas, possuíam faunas muito diferentes, enquanto outras regiões longínquas possuíam faunas semelhantes, Wallace inicialmente recorreu aos dados geográficos e geológicos. Contudo, levou em conta também outros fatores tais como o poder de dispersão e migração das espécies, as alterações climáticas, a formação e destruição de várias barreiras, a competição entre as espécies e a antiguidade de algumas espécies e gêneros. Carmo, 201, pp. 149-150).

considerou que este estreito limitava duas grandes divisões zoológicas da Terra⁹ (Wallace, 1860, p. 174).

Os padrões de distribuição dos seres vivos no Arquipélago Malaio sugeriram inicialmente a Wallace que a atribuição de Sclater da metade ocidental do arquipélago à região ornitológica indiana e da metade oriental à região australiana era válida para todos os ramos da zoologia (Wallace, 1859, 172). Entretanto à medida que suas observações e pesquisas foram se ampliando, ele percebeu que havia alguns grupos de seres vivos que não se enquadravam na proposta de Sclater. Dentre os últimos Wallace, mencionou alguns grupos de insetos das Molucas e Nova Guiné que se assemelhavam mais aos tipos indianos do que aos tipos australianos. Comentou também que os insetos do Chile e das florestas temperadas da América do Sul tinham pouca semelhança com as formas neotropicais (Wallace, 1864, p. 4).

Em relação aos répteis, Wallace estava de acordo com Albert Günther (1858) em que, as divisões de Sclater se aplicavam quase que exatamente para as cobras e batráquios, com exceção do Japão cujas cobras, pertenceriam à região indiana, enquanto seus batráquios estavam relacionados aos da região paleártica. Já em relação aos mamíferos, Wallace percebeu que embora houvesse concordância com as regiões propostas por Sclater, havia algumas exceções. (Wallace, 1964, pp. 3-4; Carmo, 2011, p. 139).

Em relação às plantas, Wallace concordava com Joseph Dalton Hooker (1817-1911) que na maioria dos casos elas não se enquadravam na divisão de Sclater (Wallace, 1864, p. 4). Levando em conta este e outros casos anômalos Wallace considerou que:

- 1) todas as espécies têm uma tendência a se difundir em amplas áreas, sendo que algumas delas se tornam espécies dominantes; 2) a existência de barreiras dificulta ou mesmo impede a difusão das espécies; 3) a mudança progressiva de espécies ou sua substituição por formas afins tem ocorrido de modo contínuo no mundo orgânico; 4) a mudança na superfície terrestre tem levado à destruição de antigas barreiras e à formação de novas barreiras; 5) alterações no clima e das condições físicas frequentemente favorecem a difusão e aumen-

⁹ Esta delimitação ficou conhecida mais tarde como “linha de Wallace”, que separa as regiões indiana e australiana (ver a respeito em Michaux, pp. 179-180).

to de um grupo, mas levam à redução ou extinção de outros grupos (Wallace, 1864, p. 4).

Assim, para Wallace, a distribuição das várias classes, ordens e até mesmo famílias dos animais não ocorre da mesma maneira, pois diferem em sua difusibilidade, variabilidade e modo de agir e reagir ao mundo externo. Além disso, as características físicas da terra que se mantiveram inalteradas por mais tempo como, por exemplo, os amplos oceanos, as altas montanhas e os extensos desertos, teriam impedido a mistura ou migração de todos os grupos semelhantes, durante longas durações de tempo (Wallace, 1864, p. 13).

As grandes divisões primárias da Terra deveriam corresponder às características mais estáveis da superfície terrestre, ou seja, aquelas que sofreram menos mudanças nos períodos geológicos recentes. As mudanças posteriores e menos importantes seriam responsáveis pelas discrepâncias na distribuição dos diferentes grupos (Wallace, 1864, p. 13). Nesse sentido, as seis regiões de Sclater constituíam uma melhor representação das principais divisões primárias da Terra, pois estavam de acordo com a distribuição dos mamíferos, aves, répteis, conchas terrestres e de maneira geral também dos insetos. Essa classificação não se aplicava a casos de grupos isolados em localidades restritas. As maiores discrepâncias ocorriam em grupos que tinham grande capacidade de difusão e pouca adaptabilidade à mudança de condições (Wallace, 1864, p. 13-14).

Nos trabalhos posteriores sobre a distribuição geográfica dos seres vivos, Wallace manteve a posição de defensor das regiões biogeográficas de Sclater estendendo-a a outros grupos de seres vivos.

REGIÃO	SCLATER	WALLACE
Neotropical	5.500.000	5.600.000
Neártica	6.500.000	5.500.000
Paleártica	14.000.000	12.500.000
Etiópia	12.000.000	6.500.000
Indiana	4.000.000	3.100.000
Australiana	3.000.000	2.600.000

Tabela 1. Comparação entre a extensão das áreas das províncias proposta por Sclater e as definidas por Wallace. **Fonte:** Wallace, A. R. Letter from Mr. Wallace concerning the geographical distribution of birds. *Ibis*, 1: 449-454, 1859, p. 451.

Regiões zoológicas	Área	Espécies	Riqueza proporcional Wallace	Riqueza proporcional Sclater
Paleártica	12.500.000	650	1/19.200	1/21.000
Etiópia	6.500.000	1.250	1/5200	1/9600
Indiana	3.100.000	1.500	1/2050	1/2600
Australiana	2.600.000	1000	1/2600	1/3000
Neártica	5.500.000	660	1/8300	1/9000
Neotropical	5.600.000	2.250	1/2500	1/2400

Tabela 2. Comparação entre a riqueza proporcional das espécies definida por Sclater e as novas proporções numéricas propostas por Wallace. **Fonte:** Wallace, Alfred Russel. Letter from Mr. Wallace concerning the geographical distribution of birds. *Ibis*, 1, 449-454, 1859, p. 451.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sclater propôs a divisão da Terra em seis regiões a partir da distribuição das aves. Ele se baseou em evidências obtidas em suas investigações sobre a localização das espécies, gêneros e famílias de aves que eram comuns a algumas regiões.

Sclater acreditava em um mundo estático, projetado por um Criador. Portanto, não se deteve na explicação dos padrões de distribuição. Seu principal objetivo era descrever a distribuição da vida presente (Kinch, 1974, p. 62).

Wallace inicialmente, aceitou com entusiasmo o modelo de distribuição biogeográfica de Sclater, porém, fez algumas correções na extensão das áreas das regiões e na proporção de espécies encontradas em cada uma dessas regiões. Posteriormente, com o aprofundamento de suas pesquisas sobre a distribuição biogeográfica, Wallace encontrou casos de algumas classes de animais no Arquipélago Malaio que não se enquadravam na proposta de Sclater. Considerou que esses casos eram particulares e procurou explicá-los.

Diferentemente de Sclater e outros naturalistas da época, Wallace não propôs uma divisão da Terra em regiões de acordo com a distribuição das espécies, embora considerasse sua relevância do ponto de vista da história natural. Ele elaborou um mapa zoogeográfico baseado nas regiões de Sclater, estendendo-as a outras classes de animais.

Além disso, discutiu sobre os diferentes padrões de distribuição dos seres vivos, procurando elucidar a história geológica da Terra e os mecanismos evolutivos.

AGRADECIMENTOS

A autora agradece aos pareceristas anônimos pelas críticas e sugestões a este trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGASSIZ, Jean Louis Rodolphe. *An essay on classification. Contribution to the natural history of the United States*. Vol. 1. London: Green & Roberts and Trübner & Co., 1857.
- AGASSIZ, Louis. Sketch. Natural provinces of the animal's world and their relation to the diferente types of man. Pp. lix-lxxvi, in: NOTT, Josiah; GLIDDON, George *Types of mankind: or, ethnological researches, based upon the ancient monuments, paintings, sculptures, and crania of races, and upon their natural, geographical, philological and biblical history*. Philadelphia: Lippincott, Grambo & Co., 1854. <https://ia800301.us.archive.org/27/items/typesmankindore01pattgoog/typesmankindore01pattgoog.pdf>
- BULMER, Michael. The theory of natural selection of Alfred Russel Wallace. *Notes & Records of the Royal Society*, **59**: 136-152, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1098/rsnr.2004.0081>
- CAMERINE, Jane R. Evolution, biogeography and maps: an early history of Wallace's line. *Isis*, **84** (4): 700-727, 1993.
- CARMO, Viviane Arruda do. *As concepções evolutivas de Charles Darwin no Origin of Species e de Alfred Russel Wallace em Darwinism: um estudo comparativo*. São Paulo, 2006. Dissertação (Mestrado em História da Ciência). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo.
- CARMO, Viviane Arruda do. *Episódios da história da biologia e o ensino da ciência: as contribuições de Alfred Russel Wallace*. São Paulo, 2011. Tese (Doutorado em Educação): Universidade de São Paulo. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/T.48.2011.tde-30082011-135656>
- CARMO, Viviane Arruda do; MARTINS, Lilian Al-Chueyr Pereira; BIZZO, Nélío. As contribuições de Alfred Russel Wallace para a biogeografia. *Filosofia e História da Biologia*, **7** (1): 117-136, 2012.

- CHAMBERS, Robert. *Vestiges of the Natural History of Creation*. London: Churchill, 1844.
- DARWIN, Charles Robert. [1875]. *The origin of species by means of natural selection or the preservation of favoured races in the struggle of life*. 6th edition. Chicago: Encyclopaedia Britannica, 1952 (Great Books of the Western World, 40).
- DE CANDOLLE, Augustin Pyramus. *Essai elementaire de geographie botanique*. Paris: Libraire de Veuve Berger-Levrault et Fils, 1820.
- DONDA, Pedrita Fernanda. *As críticas de Louis Agassiz à proposta de Charles Darwin, 1859-1873: a análise de um episódio histórico*. Ribeirão Preto, 2020. Tese (Doutorado em Ciências) -Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Universidade de São Paulo.
- FICHMAN, Martin. *An elusive Victorian: the evolution of Alfred Russel Wallace*. Chicago: University of Chicago Press, 2014.
- GRAY, Asa. Review of Darwin's theory *On the Origin of species by means of natural selection*. *American Journal of Science*, **29**: 153-184, 1860. Reproduzido em Gray, Asa. *Darwiniana*. Pp. 9-61. *Essays and reviews pertaining to Darwinism*. New York: Appleton & Company, 1876.
- GÜNTHER, Albert. On the geographical distribution of reptiles. *Proceedings of Zoological Society of London*, **26** (1): 373-398, 1858. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.1858.tb06395.x>
- HERNANDEZ, Alfredo Bueno; BOUSQUETS, Jorge Llorente. The other face of Lyell: historical biogeography in his Principles of Geology. *Journal of Biogeography* **33** (4), 549-559, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2006.01475.x>
- KINCH, Paul Michael. Geographical distribution and the origin of life: The development of early nineteenth century British explanations. *Journal of the History of Biological*, **13** (1), 91-110, 1980.
- KINCH, Paul Michael. *An assessment of rival British theories of biogeography 1800-1859*. Oregon, 1974. Phd Thesis. Oregon State University.
- LYELL, Sir Charles. *Principles of Geology*. Vol. 2. London: John Murray, 1832.
- MALVÁEZ, Carlos Pérez; HERNANDEZ, Alfredo Bueno. El Amazonas y la biogeografía: creacionismo contra transmutacionismo. *Acta Biologica Colombiana*, **23** (3): 225-234, 2018.

- MAYR, Ernst. *The growth of biological thought. Diversity, evolution and inheritance*. Cambridge/MA: The Belknap Press, 1982.
- MICHAUX, Bernard. Alfred Russel Wallace, biogeographer. Pp. 166-185, in: SMITH, Charles H.; BECCALONI, George (eds.) *Natural selection and beyond*. Oxford: Oxford University Press, 2008.
- MURRAY, Hugh; WALLACE, William; JAMESON, Robert; HOOKER, William Jackson; SWAINSON, Thomas Gamaliel Bradford. *The Encyclopaedia of geography: comprising a complete description of the earth, physical, statistical and political*. [1834]. London: Philadelphia, Lea and Blanchard, 1840.
- SCLATER, Phillip Lutley. On the general distribution of the members of the class aves. *Journal of the Proceedings of the Linnean Society of London*, 2: 130-145, 1858.
- SMITH., Charles. Wallace, Alfred Russel. Pp. 224-228, in: KOERTGE, Noretta (ed). *New Dictionary of Scientific Biography*. Vol. 7. Detroit: Charles Scibner's Sons, 2008.
- WALLACE, Alfred Russel. Letter from Mr. Wallace concerning the geographical distribution of birds. *Ibis*, 1: 449-454, 1859.
- WALLACE, Alfred Russel. On the zoological geography of the Malay Archipelago. *Zoological Proceedings*, 172-183, 1860.
- WALLACE, Alfred Russel. On the physical geography of the Malay Archipelago. *Journal of the Royal Geographical Society* 33: 217-234, 1863.
- WALLACE, Alfred Russel. On some anomalies in zoological and botanical geography. *Natural History Review* 4: 111-123, 1864.
- WALLACE, Alfred Russel. *The geographical distribution of animals: with a study of the relations of living and extinct faunas as elucidating the past changes of the earth's surface*. 2 vols. London: Macmillan & Co, 1876.

Data de submissão: 22/03/2021

Aprovado para publicação: 24/05/2021

Normas para publicação

O periódico *Filosofia e História da Biologia* se destina à publicação de artigos resultantes de pesquisas originais referentes à filosofia e/ou história da biologia e temas correlatos, bem como sobre o uso de história e filosofia da biologia na educação científica. Publica também resenhas de obras recentes, sobre esses temas.

Somente textos inéditos (e que não estejam sendo submetidos para publicação em outro local) poderão ser submetidos para publicação em *Filosofia e História da Biologia*. Ao submeter o manuscrito, os autores assumem a responsabilidade de o trabalho não ter sido previamente publicado e nem estar sendo analisado por outra revista.

Os artigos devem resultar de uma pesquisa original e devem representar uma contribuição efetiva para a área. Todos os trabalhos submetidos serão enviados para análise de dois árbitros. Em caso de divergência entre os pareceres, o trabalho será analisado por um terceiro árbitro.

A análise dos originais levará em conta: (1) pertinência temática do artigo; (2) obediência às normas aqui apresentadas; (3) originalidade e profundidade da pesquisa; (4) a redação do trabalho.

Os trabalhos submetidos podem ser aceitos, rejeitados, ou aceitos condicionalmente. Os autores têm direito a recorrer da decisão, quando discordarem da mesma, e nesse caso será consultado um novo membro da Comissão Editorial, que emitirá um parecer final.

São aceitos para publicação em *Filosofia e História da Biologia* artigos em português, espanhol ou inglês. Os artigos submetidos devem conter um resumo no idioma original e um abstract em inglês. Os artigos em inglês devem vir acompanhados de um resumo em português, além do abstract. Os resumos e abstracts devem ter cerca de 200 palavras. Devem também ser indicadas cerca de cinco palavras-chave (e *keywords*) que identifiquem o trabalho. As palavras-chave, separadas por ponto e com iniciais maiúsculas devem especificar a temática do artigo e as subáreas amplas em que ele se enquadra,

além de personalidades centrais do artigo (por exemplo: Filosofia da Genética. Charles Darwin.).

Todos os agradecimentos devem ser inseridos no final do texto, em uma seção denominada “Agradecimentos”. Agradecimentos pessoais devem preceder os agradecimentos a instituições ou agências. Não devem ser inseridas notas de rodapé com agradecimentos. Agradecimentos a auxílios ou bolsas, assim como agradecimentos à colaboração de colegas, bem como menção à origem de um artigo (por exemplo: teses) devem ser indicados nesta seção. No caso de artigos em coautoria no qual as contribuições dos diferentes autores foram diferenciadas, isso também deve ser mencionado na mesma seção.

Os artigos devem ter um máximo de 6.000 palavras (incluindo as notas de rodapé) e devem ser copiados ou digitados diretamente dentro do arquivo *Word* modelo da ABFHiB, disponível em <https://www.revistas.usp.br/fhb/about/submissions>.

As resenhas críticas devem ter um máximo de 2.000 palavras. Excepcionalmente, os Editores poderão aceitar trabalhos que ultrapassem esses limites.

As ilustrações devem ser fornecidas sob a forma de arquivos de alta resolução, com imagens nítidas e adequadas para reprodução. Devem ser acompanhadas de legenda e com indicação de sua fonte. Os autores devem fornecer apenas imagens cuja reprodução seja permitida (por exemplo, que sejam de domínio público).

Na versão impressa do periódico, todas as ilustrações serão publicadas em preto e branco (e tons de cinza) e todas as imagens coloridas que forem enviadas serão convertidas. Na versão eletrônica, podem ser incluídas ilustrações coloridas, que também devem ser de alta resolução.

Estudos envolvendo seres humanos ou animais deverão ter a aprovação do Conselho de Ética da instituição em que o estudo foi feito. Deve ser informado o número de protocolo correspondente.

Conflito de interesses: quando existe alguma relação entre os autores e qualquer entidade pública ou privada de que pode derivar algum conflito de interesse, essa possibilidade deve ser comunicada e será informada no final do artigo.

As referências bibliográficas devem aparecer em lista colocada ao final do artigo, em ordem alfabética e cronológica. Devem seguir as normas da revista e devem ser completas – contendo, por exemplo,

as páginas inicial e final de artigos e capítulos de livros, nomes dos tradutores de obras, cidade e editora de publicação de livros, etc. Os nomes dos autores devem ser fornecidos por extenso e não com o uso de iniciais. Os títulos de periódicos devem ser fornecidos por extenso e não abreviados. O modelo fornecido pela ABFHiB apresenta mais informações sobre o modo de apresentar as referências bibliográficas e de mencioná-las no corpo do texto. Consulte também edições recentes da revista, para ver exemplos de referências bibliográficas.

A submissão dos manuscritos deverá ser realizada através do sistema de submissão eletrônica na página da revista: <https://www.revistas.usp.br/fhb>

Os autores que não seguirem rigorosamente o modelo utilizado por ***Filosofia e História da Biologia*** serão solicitados a adequarem seus originais às normas da revista e a completarem as informações incompletas, quando for o caso. Isso pode resultar em atraso na publicação do artigo.

A submissão de um trabalho para publicação em ***Filosofia e História da Biologia*** implica na cessão do direito de publicação à ***Associação Brasileira de Filosofia e História da Biologia*** (ABFHiB).

Para enviar uma mensagem para o periódico ***Filosofia e História da Biologia***, utilize este endereço: fil-hist-biol@abfhib.org

Informações adicionais:

<https://www.revistas.usp.br/fhb>

<https://www.abfhib.org/revista/>

