



COLECCIÓN CONOCIMIENTO CONTEMPORÁNEO

Tecnofilosofía: reflexión filosófica, Inteligencia artificial y ciencia

Coords.

Manuel Bermúdez Vázquez

Agustín Sánchez Cotta

Dykinson, S.L.

TECNOFILOSOFÍA:
REFLEXIÓN FILOSÓFICA,
INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y CIENCIA



COLECCIÓN CONOCIMIENTO CONTEMPORÁNEO

TECNOFILOSOFÍA:
REFLEXIÓN FILOSÓFICA,
INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y CIENCIA

Coords.

MANUEL BERMÚDEZ VÁZQUEZ
AGUSTÍN SÁNCHEZ COTTA

Dykinson, S.L.

2023

LA FUNCIÓN DE LA METÁFORA EN CIENCIA: EL CASO DE LA BIOLOGÍA EVOLUCIONISTA DARWINIANA Y LA ECONOMÍA POLÍTICA EN EL SIGLO XIX

DANIEL LABRADOR-MONTERO
Dpto. de Filosofía, Lógica y Estética
Facultad de Filosofía
Universidad de Salamanca

1. INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia de la filosofía, la cuestión acerca de la función que ocupa la metáfora en la generación y transmisión del conocimiento, y especialmente en la ciencia, ha sido completamente marginada hasta hace unos 60 años. De hecho, se pueden encontrar ejemplos importantes de filósofos que no solo desatienden dicho tema, sino que además no reconocen ningún tipo de relación provechosa entre el conocimiento y los tropos. Así, para Thomas Hobbes (1980 [1651], p. 140), las metáforas son “abusos del lenguaje” y, para John Locke (1836 [1690], p. 372), “all the artificial and figurative application of words eloquence hath invented, are for nothing else but to insinuate wrong ideas, move the passions, and thereby mislead the judgment, and so are indeed perfect cheats [...]”.

Esa subestimación del rol epistémico de la metáfora fue común hasta la mitad del siglo XX. Sin embargo, a partir de los años 60 del pasado siglo se produjo un interés creciente acerca de la importancia de la metáfora para determinados procesos cognitivos y mentales. Pensadores de la talla de Max Black (1966 [1962]), Hans Blumenberg (2003 [1960]) o Paul Ricoeur (2001 [1975]), a pesar de las grandes diferencias de sus enfoques, comenzaron a reflexionar sobre la metáfora y su importancia en la conceptualización y en el pensamiento. Incluso corrientes como el

experiencialismo y ramas como la lingüística cognitiva se fundaron sobre la reflexión acerca de este tema, particularmente, gracias a la aportación de George Lakoff y Mark Johnson (1991 [1980]).

Desde luego, esta reivindicación no tardó en llegar a la filosofía de la ciencia. Ortega y Gasset (1957, p. 387) ya había afirmado que “la metáfora es un instrumento mental imprescindible, es una forma de pensamiento científico”. Así, importantes autores como Mary Hesse (1970, 1980, 1988), Richard Boyd (1993 [1979]), John Searle (1993 [1979]), Thomas Kuhn (1993 [1979]), Donald Davidson (1978), Richard Rorty (1987) o Susan Sontag (2007 [1978]), entre otros muchos, comenzaron a indagar en la relación entre metáfora y ciencia.

Ya a finales del siglo XX y a principios de la actual centuria, el estudio de la metáfora en su relación con el conocimiento científico se había consolidado y cada vez tenía lugar investigaciones más especializadas (cf. Bono, 1990, Bustos, 1991, Maasen y Weingart, 1995, 2003; Keller, 1995, 2002; Bradie, 1998, 1999; Ruse, 2000, 2005; Baake, 2003; Brown, 2003; Ahmad, 2006), algo que no ha cesado en la última década (cf. de Bustos, 2013; Reynolds, 2018; Humar, 2021).

Dentro de la pluralidad de enfoques que hay acerca de la labor de la metáfora en la actividad científica, hay dos afirmaciones comunes en la reivindicación de todos estos autores, presentes ya en la teoría de Max Black, a saber, que los tropos no cumplen una función ornamental en la ciencia y que no pueden ser traducidos a lenguaje literal (si es que existe algo así), al menos, sin pérdida de algunos de sus atributos más importantes. Estas dos aseveraciones cobran completo sentido cuando se analiza el caso que ocupa a este texto: las metáforas entre la biología evolucionista y la economía política. En este punto, es oportuno señalar que se hará referencia a metáforas en un sentido muy amplio, pero que sobre todo se pondrá el acento en aquellas que nacen como resultado de los intercambios conceptuales entre campos distintos. Maasen y Weingart parten de esa misma idea, puesto que entienden las metáforas como la fuente de innovación que surge de la transferencia interdisciplinar: “we will call metaphor all those ideas, models, concepts, or theories that have been transposed from their original discipline on to another [...]” (Maasen y Weingart, 2003, p. 20).

En la actualidad, hay grandes defensores de la idea de que la economía debe entenderse a partir de metáforas biológico-evolutivas en lugar de utilizar conceptos provenientes de la física. El adalid contemporáneo de esta postura puede que sea Geoffrey Hodgson (1995), pero, en realidad, ya hace más de un siglo que se encuentran alegatos similares por parte de Thorstein Veblen (1898) y de Alfred Marshall (2013 [1890], p. 637) (posteriormente, también, de Joseph Schumpeter). Así las cosas, las metáforas evolutivas son un recurso relativamente común en la economía de hoy en día. También se puede encontrar el caso contrario, es decir, conceptos provenientes de la economía utilizados en las ciencias de la vida. Con todo, como se puede apreciar en el título, a este capítulo no le ocupa la relación entre la biología y la economía de los siglos XX y XXI, sino la influencia metafórica entre la biología evolucionista fundacional y la “economía política” en el siglo XIX, cuando todavía la economía no existía como ciencia independiente.

El centro del análisis lo ocupan las metáforas económico-políticas de la teoría darwiniana. Sin embargo, no puede entenderse que Darwin acuñara a tales recursos sin prestar atención a cómo la economía política nació como una disciplina naturalizada cargada de metáforas biológicas. Teniendo en cuenta esto, la hipótesis de partida es que el flujo metafórico entre la economía política y la historia natural en el siglo XIX fue fruto de una sinergia teórica y conceptual entre estos dos ámbitos.

2. OBJETIVOS

El primer objetivo es intentar mostrar brevemente cómo la retroacción entre la historia natural y la economía política fue causa y consecuencia del uso de metáforas producto de un fructífero intercambio conceptual entre ambas disciplinas. En segundo lugar, otro propósito es presentar cómo las metáforas, especialmente las de la teoría darwiniana, no cumplen una mera función ornamental y no son traducibles a lenguaje literal.

3. EL ORIGEN DE LA INTERRELACIÓN METAFÓRICA ENTRE LA HISTORIA NATURAL Y LA ECONOMÍA POLÍTICA

A lo largo del siglo XVIII, la historia natural, sobre la base de teologías naturales, fue adquiriendo cada vez más un cuerpo especializado de conocimiento sobre el sistema de la naturaleza. La investigación acerca de lo que ya en la segunda mitad del siglo XIX Haeckel llamaría ‘ecología’ iba adquiriendo matices más complejos. Se buscaba entender el sistema natural como el resultado de intensas e intrincadas relaciones entre las especies y de estas con el mundo inorgánico. En este sentido, la metáfora orgánica fue una herramienta idónea para entender ese carácter sistémico de la naturaleza. El cuerpo vivo era concebido como una red de elementos cuyas funciones completamente determinadas estaban supeditadas a un fin mayor: el buen funcionamiento de todo el organismo. De esta manera, autores como Carl von Linneo o Gilbert White entendieron que el sistema natural tenía un funcionamiento análogo: las especies cumplen una función concreta dentro de la estructura natural, restringidas, también, por un *telos* general que necesita de la armonía fruto de la conformidad de cada ser con su rol esencial. Esta visión teleológica de la naturaleza se sustentaba en la idea de que hay un equilibrio ineludible que pivota siempre sobre un mismo centro gravitacional. Dicho de otra manera, el equilibrio es estático, no dinámico, por lo que, a la más mínima desviación, el sistema acude a una serie de mecanismos —a la “policía de la naturaleza” diría Linneo— que devuelvan al sistema a su estado inicial de armonía.

Es evidente que, bajo tales preceptos, no es posible otra doctrina que el fijismo esencialista, esto es, la inmutabilidad de las especies. De lo contrario, el equilibrio no podría entenderse como una vuelta continua al punto de partida. Con todo, aquí se encuentra una clave para entender la fundación del pensamiento ecológico sobre la base de la metáfora orgánica. Solo teniendo en cuenta esto se puede comprender la analogía linneana mediante la que entendió la naturaleza como una “economía natural”. Así, Linneo, en su *Oeconomia Naturae* (1749), acude a una metáfora con la que trasladaba a la naturaleza el esquema de comprensión del funcionamiento del organismo —lo que entonces se denominaba

“economía animal”—. Desde entonces, la “economía natural” pasaría a ser un concepto fundamental en historia natural durante los siglos XVIII y XIX.

Por otra parte, Linneo también se nutría de tropos político-económicos, como, por ejemplo, el concepto que dio título a su ensayo *Politia Naturae* (1960), una metáfora de la *politia civitatis* hobbesiana (Worster, 1977, p. 45; Pearce, 2010, p. 500). Sin embargo, este recurso, también estaba en íntima conexión con la utilización de la metáfora orgánica, ya que, desde el siglo XVII, era común utilizar al organismo biológico como modelo para la comprensión del Estado político y de las relaciones sociales y económicas. Casos concretos los encontramos en la noción baconiana de “cuerpo político”, en las metáforas orgánico-mecanicistas en el *Leviatán* de Hobbes, que entiende al Estado como un cuerpo artificial o en la “política anatómica” de William Petty (1899 [1691]).

La utilización de la metáfora orgánica para las reflexiones políticas, sociales y económicas no tuvo límites tampoco a lo largo del siglo XVIII. Tanto es así que, por ejemplo, Kant (2011 [1790], p. 284) llegó a señalar que era común entender al Estado popular bajo la metáfora del organismo. De esta manera, se fue instaurando un nexo y puente conceptual que unía la reflexión sobre lo biológico y la reflexión sobre lo humano, esto es, sobre lo político, lo social y lo económico. Esto explica por qué el origen de la economía política —ya se sitúe en los fisiócratas o en los economistas clásicos— está tan interconectado con la reflexión acerca de la naturaleza. Basta una lectura superficial de la obra de, por ejemplo, François Quesnay o de Adam Smith para observar numerosos elementos conceptuales y metafóricos que deambulan entre la reflexión acerca de la naturaleza y la economía política. De hecho, la economía política nace con la motivación de investigar y comprender las leyes naturales que rigen a la economía. En otras palabras, se entendía que el consumo, producción y distribución de bienes y riqueza formaban parte del sistema natural, es decir, que las relaciones económicas son fruto de individuos concebidos como un “pedazo de naturaleza” más (Bilbao, 1993, p. 143), gobernados por una serie de inclinaciones o principios naturales. Por ello, el estudio de las actividades humanas no debía realizarse alejado del estudio de la naturaleza.

La conclusión a la que se quiere llegar es que se estableció todo un flujo conceptual, especialmente a través de metáforas, entre el estudio de la naturaleza y el estudio acerca del ser humano, incluida la economía política. Solo teniendo en cuenta esto, se puede explicar por qué un naturalista como Darwin recurrió sin cortapisas al uso de conceptos provenientes de la economía política y, con ello, a la formación, uso y transmisión de metáforas ligadas a tales préstamos.

Por otra parte, también se puede extraer de todo lo anterior que la función de la metáfora orgánica durante todo ese tiempo fue muy importante. Desde luego, su papel iba mucho más allá del ornamental. Este recurso fue una herramienta de investigación tanto para los naturalistas como para los economistas políticos, que les ofrecía trasladar todo un esquema conceptual de comprensión de un ámbito a otro. Así las cosas, la metáfora orgánica se convirtió en un paraje habitual en el que asentar las concepciones del orden natural, así como del orden social y económico, donde, además, también dio lugar a gran cantidad de metáforas secundarias y ramificaciones metafóricas, como “cuerpo político” o “salud del Estado”. En definitiva, la función heurística y conectiva de la metáfora orgánica no es desdeñable. No obstante, como se verá en el caso de la obra de Darwin, la labor de las metáforas científicas puede ser todavía más decisiva y ocupar un papel central en la teorización y conceptualización.

4. LA METÁFORA EN LA TEORÍA DE DARWIN

Antes de nada, es importante entender que Darwin consideraba el recurso de la metáfora como algo pertinente y útil. Su teoría está plagada de metáforas, muchas de las cuales no provienen de la economía política, tales como “árbol de la vida”, “ribera enmarañada” (cf. Darwin, 1859, p. 489-90) o la metáfora del arquitecto (cf. Darwin, 1868, vol. 1 p. 224; vol. 2 pp. 248-9 y 430). Hay otras que provienen del mundo de la innovación humana y, por lo tanto, ligadas a la economía de alguna manera: “invention”, “manufactory of species” o “workshop of species”. Tal es así, que Giuliano Pancaldi (2019), en uno de los estudios más minuciosos sobre este tema, ha denominado a este subsistema

metafórico de Darwin como *Technology of life*. Ahora bien, donde se aprecia una mayor influencia de la economía política es en dos metáforas: la lucha por la existencia y la división del trabajo. Además, estos dos conceptos metafóricos son los ejes de sus dos principios fundamentales, a saber, la selección natural y el principio de divergencia, tal y como el propio Darwin (1857, 5 de septiembre) aseguraba. No obstante, por razones de espacio, este capítulo se centrará solamente en la metáfora de la lucha por la existencia o lucha por la vida.

Existe una conexión explícita entre la metáfora de la lucha por la existencia y la economía política, a saber, que el origen de dicha metáfora se encuentra en la teoría malthusiana. Esto no es algo que el naturalista inglés intentara ocultar, pues, como se puede ver en las siguientes citas, Darwin no tuvo reparos al afirmar en el *Origen de las especies* la influencia de Malthus:

This is the doctrine of Malthus, applied to the whole animal and vegetable kingdoms. As many more individuals of each species are born than can possibly survive; and as, consequently, there is a frequently recurring struggle for existence, it follows that any being, if it vary however slightly in any manner profitable to itself, under the complex and sometimes varying conditions of life, will have a better chance of surviving, and thus be naturally selected (Darwin, 1859, p. 5).

A struggle for existence inevitably follows from the high rate at which all organic beings tend to increase. [...] as more individuals are produced than can possibly survive, there must in every case be a struggle for existence, either one individual with another of the same species, or with the individuals of distinct species, or with the physical conditions of life. It is the doctrine of Malthus applied with manifold force to the whole animal and vegetable kingdoms; for in this case there can be no artificial increase of food, and no prudential restraint from marriage (Darwin, 1859, p. 63).

Con todo, más allá del propio reconocimiento público por parte de Darwin del influjo del economista, en los *Notebooks* es apreciable cómo la lectura del *Essay* de Malthus en 1838 fue determinante⁸¹. Así lo señala Darwin (1958, p. 120) en su *Autobiografía*:

⁸¹ Los *Notebooks* demuestran que Darwin leyó el *Essay on Population* dos veces, en 1838 y en 1847 (cf. Vorzimmer, 1977).

In October 1838, that is, fifteen months after I had begun my systematic enquiry, I happened to read for amusement Malthus on Population, and being well prepared to appreciate the struggle for existence which everywhere goes on from long- continued observation of the habits of animals and plants, it at once struck me that under these circumstances favourable variations would tend to be preserved, and unfavourable ones to be destroyed. The result of this would be the formation of new species. Here, then, I had at last got a theory by which to work [...]

A partir de ese momento se puede percibir cómo Darwin encuentra un punto clave para explicar el mantenimiento de los rasgos adaptativos. Debía suponer tres aspectos fundamentales: la variación espontánea de los seres vivos, la herencia de dichas variaciones y la tendencia de todo ser vivo a dejar el mayor número de descendencia posible. Con estas tres premisas, Darwin elaboró una teoría en la que la tesis malthusiana sobre el crecimiento geométrico de la población y el aritmético de los recursos era el centro. De este modo, la superpoblación y la escasez de recursos provocan una lucha por la vida que da como resultado que solo puedan sobrevivir y reproducirse aquellos organismos mejor adaptados, es decir, aquellos que cuentan con variaciones que les favorecen dadas unas circunstancias concretas y que transmitirán a su descendencia.

Así, las ideas malthusianas acerca de la superpoblación, de la escasez de recursos y de la competencia se trasladaron a la teoría darwiniana. Ahora bien, Darwin no tomó sin más el concepto malthusiano, sino que la lucha por la existencia darwiniana es una metáfora extremadamente compleja. Es necesario acudir a una extensa cita de Darwin para demostrar tal conclusión:

I should premise that I use the term Struggle for Existence in a large and metaphorical sense, including dependence of one being on another, and including (which is more important) not only the life of the individual, but success in leaving progeny. Two canine animals in a time of dearth, may be truly said to struggle with each other which shall get food and live. But a plant on the edge of a desert is said to struggle for life against the drought, though more properly it should be said to be dependent on the moisture. A plant which annually produces a thousand seeds [...] may be more truly said to struggle with the plants of the same and other kinds which already clothe the ground. The missletoe is dependent on the apple and a few other trees, but can only in a far-fetched sense be said to struggle with these trees, for if too many of these parasites grow on the same tree, it will languish and die. But several seedling missletoes, growing close together on the same branch, may more truly be

said to struggle with each other. As the missletoe is disseminated by birds, its existence depends on birds; and it may metaphorically be said to struggle with other fruit-bearing plants, in order to tempt birds to devour and thus disseminate its seeds rather than those of other plants. In these several senses, which pass into each other, I use for convenience sake the general term of struggle for existence (1859, pp. 62-3).

Todos estos sentidos que señala Darwin introducen elementos muy relevantes en el concepto de lucha por la existencia que lo reconfiguran por completo y que generan una metáfora rica, vital para su teoría y, también, intraducible a lenguaje literal. Si se atiende a la cita anterior, la metáfora de la lucha hace referencia tanto a la competencia biótica, como al esfuerzo y capacidad individual por sobrevivir y por reproducirse, como a la interconexión y dependencia entre los organismos de la economía natural. Esta gran gama de matices no es sustituible por una expresión literal sin que pierda complejidad o se vea afectado alguno de estos sentidos. Tampoco es posible, por la propia economía del lenguaje, introducir una definición tan extensa y pormenorizada cada vez que se hace referencia a la lucha por la existencia. En consecuencia, esta metáfora darwiniana cumple una función indispensable en la teoría de la selección natural. En el siguiente apartado se evaluarán en mayor profundidad estos aspectos.

5. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

En el apartado anterior, se ha visto cómo la metáfora de la lucha por la existencia ocupa un papel relevante en la teorización de Darwin. Para comenzar, fue muy importante a nivel heurístico, en el sentido en que lo entiende Maasen (1994, pp. 22-23): las metáforas permiten una “reorganización de los fenómenos” o una “nueva manera de problematizar” el asunto. Así, si el traslado conceptual es exitoso, la metáfora es capaz de ilustrar nuevas conexiones que antes no se habían tenido en cuenta. Esto encaja a la perfección con el giro que provocó la lectura por parte de Darwin del *Essay on Population* de Malthus, ya que supuso una revolución en el pensamiento de Darwin y le permitió visualizar y conceptualizar un problema científico y teórico de una manera distinta. Como señala Abdulsalam Al- Zahrani (2008, p. 57), desde una perspectiva cercana al experiencialismo: “Without the metaphor of «struggle for

existence», which is the basic metaphorical gestalt underlying Darwin's theory, the other metaphors such as «natural selection» and «the survival of the fittest» would have been impossible”.

No se debe obviar tampoco que las metáforas pueden tener una importante función retórica. Darwin pensó acerca del rendimiento y valor de sus expresiones retóricas y sus conceptos metafóricos. De hecho, fue muy cuidadoso con lo que escribía (Peckham, 1959; Young, 1993, p. 376). Para el naturalista inglés, el uso de la metáfora fue mucho más que algo esporádico o un recurso desesperado. Es importante no olvidar que Darwin escribió para el público culto e interesado en general, no solo para los especialistas. De no haber utilizado tal lenguaje, su libro podría haber sido menos problemático, pero también habría tenido menos impacto (Beer, 2004, p. 47). Schweber (1980, p. 276) arguye que “Darwin formuló su teoría en un lenguaje metafórico que era característicamente británico”, o victoriano, como hubiera dicho Robert Young. Así, a través de un lenguaje metafórico, Darwin “apeló al conocimiento común de su audiencia sobre ciertos temas” (Todes, 1989, p. 7).

Sin embargo, la función de la metáfora de la lucha por la existencia no quedó relegada a los planos heurístico y retórico, sino que también fue relevante a otros niveles, como, por ejemplo, el explicativo o la determinación del objeto de estudio para la experimentación. Para empezar, la lucha por la existencia ofrece una explicación de por qué se produce la selección natural. En realidad, la selección natural es el mecanismo explicativo de la adaptación de las especies y, con ello, de la evolución, pero, a su vez, la metáfora de la lucha basada en el principio malthusiano ofrece una explicación causal de la selección. Darwin, gracias a su analogía con la selección artificial, ya contaba antes de 1838 con la idea de selección, pero no había concebido un mecanismo causal que provoque que unas variantes sean seleccionadas en detrimento de otras. Esto es lo que le ofreció la teoría malthusiana y la metáfora de la lucha.

Más allá de esto, la metáfora de la lucha era también para Darwin una herramienta de investigación que le proveía de una orientación para su práctica científica, es decir, que delimitaba su experiencia del objeto de estudio, sobre qué seguir trabajando y bajo qué enfoque. En otras palabras, la metáfora de la lucha fue un factor clave que determinó qué

investigaba y a qué tenía que prestar atención en sus futuros trabajos. Al concluir que las adaptaciones, la evolución, la divergencia y las extinciones tenían como causa, fundamentalmente, la lucha por la existencia, el naturalista británico demarcó en qué enfocarse para estudiar esos fenómenos. Una vez estableció prontamente que la lucha era un fenómeno omnipresente y central en la evolución de los organismos, hizo girar sus observaciones alrededor de los diferentes sentidos de esta.

En las obras posteriores a *El origen de las especies* es fácil observar cómo Darwin limita su investigación concreta sobre la selección natural e incluso su experimentación — por ejemplo, en *La fecundación de las orquídeas* (Darwin, 1862)— a la búsqueda de co-adaptaciones entre dos especies basadas en las relaciones de lucha e interdependencia. Por consiguiente, la metáfora malthusiana cumplía una función plural dentro de la doctrina darwiniana, pero no solo en su teoría como producto, sino también en su actividad científica cotidiana. En suma, la conclusión más significativa que se obtiene de todo lo expuesto es que las funciones de las metáforas científicas pueden ser diversas, pero, sobre todo, que son herramientas de gran utilidad tanto a nivel heurístico y retórico, como explicativo y práctico. Así, la breve argumentación presentada en este capítulo se une a la reivindicación de todos los autores señalados en la introducción. Las metáforas son un elemento indispensable de la ciencia y son un objeto de estudio interesante para el filósofo e historiador de la ciencia.

6. REFERENCIAS

- Ahmad, Khurshid (2006). *Metaphors in the Languages of Science*. En Maurizio Gotti y Davide S. Giannoni (Eds.) *New Trends in Specialized Discourse Analysis* (pp. 197-220). Peter Lang.
- Al-Zahrani, Abdulsalam (2008). *Darwin's Metaphors Revisited: Conceptual Metaphors, Conceptual Blends, and Idealized Cognitive Models in the Theory of Evolution*. *Metaphor and Symbol*, 23, 50–82.
- Baake, Ken (2003). *Metaphor and Knowledge. The Challenges of Writing Science*. State University of New York Press.
- Beer, Gillian (2004). *Darwin's Plots. Evolutionary Narrative in Darwin, George Eliot and Nineteenth-Century Fiction*. Cambridge University Press.

- Bilbao, Andrés (1993). Hobbes y Smith. Política, economía y orden social. REIS: Revista Española de Investigaciones Sociológicas, (61), 127-144.
- Black, Max (1966). Modelos y Metáforas. Tecnos.
- Blumenberg, Hans (2003). Paradigmas para una metaforología. Trotta.
- Bono, James J. (1990). Science, discourse, and literature: the role/rule of metaphor in science. En S. Peterfreund (ed.) Literature and Science: Theory and Practice (pp. 59– 89). Northeastern University Press.
- Boyd, Richard (1993). Metaphor and theory change: What is "metaphor" a metaphor for? En Anthony Ortony (ed.) Metaphor and Thought (pp. 481-532). Cambridge University Press.
- Bradie, Michael (1998). Explanation as Metaphorical Redescription. Metaphor and Symbol, 13 (2), 125– 39.
- (1999). Science and Metaphor. Biology and Philosophy, 14, 159-166.
- Brown, Theodore L. (2003). Making Truth: Metaphor in Science. University of Illinois Press.
- Bustos, Eduardo de (1991). Las metáforas científicas y el realismo semántico. Arbor, 542, 69-82.
- (2013). Argumentando una innovación conceptual: metáfora y argumentación analógica. Revista Iberoamericana de Argumentación, 7, 1- 17.
- Davidson, Donald (1978). What Metaphors Mean. Critical Inquiry, 5 (1), 31-48.
- Darwin, Charles R. (1857, 5 de septiembre). [Letter to Asa Gray]. Disponible en: <https://www.darwinproject.ac.uk/letter/DCP-LETT-2136.xml>
- (1859). On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life. 1st Edition. John Murray.
- (1862). On the Various Contrivances by which British and Foreign Orchids Are Fertilised by Insects, and on the Good Effects of Intercrossing. John Murray.
- (1868). The Variations of Animals and Plants under Domestication. 2 vols. John Murray.
- (1958). The Autobiography of Charles Darwin 1809-1882. With the original omissions restored. Edited and with appendix and notes by his grand-daughter Nora Barlow. Collins.
- Hesse, Mary (1970). Models and Analogies in Sciences. University of Notre Dame Press.

- (1980). *The Explanatory Function of Metaphor*. En *Revolutions and Reconstructions in the Philosophy of Science* (pp. 111-124). Indiana University Press.
- (1988). *The Cognitive Claims of Metaphor*. *The Journal of Speculative Philosophy*, 2 (1), 1-16.
- Hobbes, Thomas (1980). *Leviatán*. Grefol Editora Nacional.
- Hodgson, Geoffrey M. (1995). *Economía y evolución*. Revitalizando la economía. Celeste Ediciones.
- Humar, Marcel (2021). *Metaphors as Models: Towards a Typology of Metaphor in Ancient Science*. *History and Philosophy of the Life Sciences*, 43 (3), 101. DOI: 10.1007/s40656-021-00450-2.
- Kant, Immanuel (2011). *Crítica del Juicio*. Tecnos.
- Keller, Evelyn Fox (1995). *Refiguring Life: Metaphors of Twentieth- Century Biology*. Columbia University Press.
- (2002). *Making Sense of Life: Explaining Biological Development with Models, Metaphors, and Machines*. Harvard University Press.
- Kuhn, Thomas S. (1993). *Metaphor in Science*. En Anthony Ortony (ed.) *Metaphor and Thought* (pp. 533-542). Cambridge University Press.
- Lakoff, George y Johnson, Mark (1991). *Metáforas de la vida cotidiana*. Madrid: Cátedra.
- Locke, John (1836). *An Essay Concerning Human Understanding*. T. Teg and Son.
- Maasen, Sabine (1994). *Who is Afraid of Metaphors?* En Sabine Maasen, Everett Mendelsohn y Peter Weingart (eds.), *Biology as Society, Society as Biology: Metaphors* (11-36). Kluwer Academic Publisher.
- Maasen, Sabine y Weingart, Peter (1995). *Metaphors—Messengers of Meaning: A Contribution to an Evolutionary Sociology of Science*. *Science Communication*, 17, 9–31.
- (2003). *Metaphors and the Dynamic of Knowledge*. Routledge.
- Marshall, Alfred (2013). *Principles of Economics*. Palgrave Classics in Economics.
- Ortega y Gasset, José (1957). *Las dos grandes metáforas*. En *Obras Completas* (pp. 387- 400). *Revista de Occidente*, vol. 2.
- Pancaldi, Giuliano (2019). *Darwin’s Technology of Life*. *Isis*, 110 (4), 680-700.
- Pearce, Trevor (2010). “A Great Complication of Circumstances”— Darwin and the Economy of Nature. *Journal of the History of Biology*, (43), 493-528.

- Peckham, Morse (1959). Introduction. En Charles Darwin, *The Origin of Species: A Variorum Text* (pp. 9–34). University of Pennsylvania Press.
- Petty, William (1899). *The Political Anatomy of Ireland*. En Charles Henry Hull (ed.), *The Economic Writings of Sir William Petty*, vol 1. (pp. 121-231). Cambridge University Press
- Reynolds, Andrew S. (2018). *The Third Lens. Metaphor and the Creation of Modern Cell Biology*. The University of Chicago Press.
- Ricoeur, Paul (2001). *La metáfora viva*. Trotta.
- Rorty, Richard (1987). Unfamiliar Noises, Hesse and Davidson on Metaphor. *Proceedings of the Aristotelian Society, Supplementary Volumes*, 61, 283-296.
- Ruse, Michael (2000). Metaphor in Evolutionary Biology. *Revue Internationale de Philosophie*, 54 (214), 593– 619.
- (2005). Darwinism and Mechanism: Metaphor in Science. *Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences*, 36, 285–302.
- Searle, John R. (1993). Metaphor. En Andrew Ortony (ed.). *Metaphor and Thought* (pp. 83-111). Cambridge University Press.
- Schweber, Silvan S. (1980). Darwin and the Political Economist: Divergence of Character. *Journal of the History of Biology*, 13 (2), 195-289.
- Sontag, Susan (2007). *La enfermedad y sus metáforas*. Taurus.
- Todes, Daniel P. (1989). Darwin without Malthus. *The Struggle for Existence in Russian Evolutionary Thought*. Oxford University Press.
- Veblen, Thorstein (1898). Why is Economics not an Evolutionary Science? *The Quarterly Journal of Economics*, 12, (4), 373-397.
- Vorzimmer, Peter J. (1977). The Darwin Reading Notebooks (1838-1860). *J. Hist. Biol.*, 10 (1), 107-153.
- Worster, Donald (1977). *Nature's Economy. The Roots of Ecology*. Sierra Club Books.
- Young, Robert M. (1993). Darwin's Metaphor and the Philosophy of Science. *Science as Culture*, 3 (3), 375-403.