

# NATURALISMO METAFÍSICO Y LA INVESTIGACIÓN SOBRE EL ORIGEN DE LA VIDA

— José Tomás Alvarado<sup>1</sup>

## RESUMEN

Varios filósofos han hecho notar que el naturalismo metafísico ha sido un supuesto compartido por los miembros de la comunidad científica involucrada en la investigación acerca del origen de la vida. Es una consecuencia de esta presuposición que la emergencia de la vida debe haber sido muy probable bajo las condiciones físicas y químicas de la Tierra primitiva. El estado de la investigación sobre el origen de la vida, sin embargo, está muy lejos de poseer una hipótesis naturalista convincente en los términos buscados. La actitud de los investigadores y de algunos filósofos ha sido suponer que estos fracasos son una razón para pensar que alguna otra hipótesis naturalista va a funcionar. Aquí se ofrece una reconstrucción epistemológica de esta actitud en términos bayesianos. Se argumenta, luego, que el aislamiento del naturalismo metafísico respecto de la desconfirmación no es racional, y podría convertirse en un obstáculo para el avance del conocimiento.

**Palabras Clave:** *Naturalismo metafísico, origen de la vida, concepto de vida, confirmación.*

---

<sup>1</sup> José Tomás Alvarado Marambio (Santiago de Chile, 1969) es Doctor en Filosofía por la Universidad de Navarra (España). Es profesor asociado del Instituto de Filosofía de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Su área de investigación principal es metafísica analítica y filosofía de la religión, pero también ha escrito sobre filosofía de la ciencia, epistemología, filosofía del lenguaje y ética. Es autor de *A Metaphysics of Platonic Universals and their Instantiations. Shadow of Universals* (Cham, Switzerland: Springer, 2020) y de numerosos artículos en revistas especializadas.

La investigación acerca del origen de la vida se ha encontrado desde hace ya bastantes decenios en un estado de aparente estancamiento. Benner, por ejemplo, habla de “frustración” al constatar que los planteamientos actuales no difieren demasiado de los que se hacían hace cincuenta años atrás (cf. Benner, 2014, 339). En una contribución reciente suscrita por 25 investigadores activos en el área se hace un llamado a la unificación de visiones opuestas que impiden el progreso (cf. Preiner *et al.* 2020; también para perspectivas generales, Kolb, 2016, 2019b; Vicuña, 2018; Peretó, 2005; Luisi, 2006). Existen, en efecto, enfoques *top-down* que buscan averiguar acerca del origen de la vida mediante la exploración de cómo pueden haber sido los organismos en la base del árbol filogenético. Existen, también, enfoques *bottom-up* que se centran, en cambio, en qué tipo de proceso químico prebiótico puede haber dado origen a algo que pueda ser calificado razonablemente como un organismo viviente. Hay líneas de investigación que siguen explorando cómo se pudo haber generado una primera macromolécula de ARN. Otras, en cambio, consideran que los primeros organismos vivientes no pudieron haber surgido por un ‘código’, sino por un proceso metabólico (véase, por ejemplo, Marshall, 2020; Russell, 2021). Se han explorado vías que en las que se podrían haber generado biomoléculas necesarias para un primer ARN, pero estas vías requieren un ambiente no acuoso. Se han explorado también cómo se podría haber beneficiado un primer organismo de la gradiente termodinámica que se produce en fuentes hidrotermales en el fondo de los océanos. Estas líneas de investigación son claramente incompatibles entre sí.

El objetivo de esta comunicación, sin embargo, no es hacer una revisión del estado de la investigación acerca del origen de la vida, sino considerar un tipo de reacción

filosófica a ese estado, tal como ha sido defendida de manera consistente los últimos veinticinco años por Iris Fry (cf. Fry, 1995, 2000, 2006, 2009, 2012, 2019) y por otros filósofos de la biología (cf. Penny, 2005; Griesemer, 2008; Kolb, 2016). De acuerdo con estos filósofos ha sido un presupuesto de la investigación abiogenética lo que se ha denominado “tesis de continuidad” y una concepción metafísica naturalista. Este trabajo tiene por objetivo hacer una reconstrucción epistemológica de esta perspectiva filosófica acerca de la investigación abiogenética que permita poner de relieve qué razones la hacen recomendable, pero, también, qué limitaciones tiene. El enfoque que se va a utilizar para esta reconstrucción es una epistemología bayesiana (cf. Talbott, 2008). Se va a sostener que, tal como ha planteado la cuestión Fry y otros filósofos, hay evidencia que ‘confirma’ (en sentido bayesano) el naturalismo metafísico y, con ello, la búsqueda de una respuesta al problema sobre el origen de la vida de acuerdo con la tesis de continuidad, pero también hay evidencia que lo ‘desconfirma’ (sentido bayesiano). No es racional atender a la evidencia confirmatoria, pero desatender la desconfirmatoria.

En lo que sigue, entonces, se hará, en primer lugar, una clarificación conceptual de qué se entiende por ‘naturalismo metafísico’. En segundo lugar, se va a presentar la tesis de ‘continuidad’, tal como la ha formulado Iris Fry y la relevancia que tiene para la investigación abiogenética. En tercer lugar, se hará la indicada reconstrucción epistemológica en términos bayesianos de la perspectiva que otorga prioridad al naturalismo metafísico. Por último, se explicará qué motivos recomiendan cautela en estas presuposiciones.

### Naturalismo metafísico

Por ‘naturalismo’ se designa una posición

acerca de la realidad que encuentra su fuente de justificación en las ciencias naturales. Hay una multitud de formas de naturalismo. 'Naturalismo metodológico' es la aplicación de la metodología empírica propia de las ciencias naturales. Es obvio que las ciencias naturales utilizan una metodología propia de las ciencias naturales y habrán de justificar la existencia de entidades de acuerdo con tal metodología. Algo diferente es el 'naturalismo metafísico'. Esta es una concepción ontológica acerca de la naturaleza y la extensión de la realidad completa de acuerdo con la cual todo lo que existe está fundado en entidades de aquellas de las que trata la ciencia natural. Es compatible con el naturalismo metafísico admitir la existencia de entidades que no son objeto de las ciencias naturales, pero que están fundadas en lo que resulta especificado por tales disciplinas. El naturalista metafísico no tiene por qué rechazar la existencia de obras literarias o de estados-nación, por ejemplo, pero estas entidades deben resultar completamente explicadas por hechos físicos, químicos y biológicos de base.

Esta caracterización del naturalismo metafísico depende de cómo sean luego caracterizadas las 'ciencias naturales'. Es característico de las disciplinas que cuentan como tales que se excluyen las explicaciones de carácter teleológico. Los procesos naturales deben ser completamente explicables mediante la operación de causas 'ciegas' para alguna finalidad. Por el contrario, lo que parece estar tendido hacia alguna finalidad debe poder ser reducible a procesos ciegos. Esto sucede de un modo notorio en la explicación de los rasgos biológicos por la selección natural o en las explicaciones neurobiológicas de los estados mentales. No contaría como 'ciencia natural' en este sentido alguna de las teorías biológicas de tipo vitalista que han sido tan frecuentes hasta comienzos del siglo pasado. Las explicaciones biológicas deben ser

explicaciones en términos químicos y físicos más básicos.

### La tesis de continuidad

Iris Fry ha sostenido que el naturalismo metafísico es un presupuesto de carácter filosófico de la ciencia moderna que ha tenido una función epistemológica de importancia para sus éxitos explicativos y que se ve, a su vez, confirmada por tales resultados. Señala Fry:

*Afirmo, primero, el rol crucial en la ciencia de la metafísica naturalista activa en la regulación del estudio científico de la naturaleza. Considero el núcleo de esta percepción metafísica la visión de la naturaleza como independiente de un creador y de un diseñador. En segundo lugar, aunque insisto en el rol de las presuposiciones metafísicas en la ciencia, debe ser enfatizado su distinto estatus respecto de las hipótesis empíricas. Trascendiendo los límites de la experiencia posible, estas presuposiciones no pueden ser ni refutadas ni probadas. En tercer lugar, aunque apunto al distinto estatus de los presupuestos metafísicos, llamo atención a su interacción con los aspectos teóricos y empíricos de la ciencia. Esta interacción ha evolucionado históricamente y ha contribuido, en el marco de los contextos sociales y culturales relevantes, al desarrollo de una nueva visión del mundo sin necesidad de un diseñador o una teleología. (Fry, 2012, 665-666)*

*Mientras que la metafísica teísta está basada en la revelación, la interpretación de las escrituras y los presupuestos sobrenaturales, el sistema de creencias naturalista o la metafísica naturalista se ha desarrollado históricamente, en gran medida, sobre la base del trabajo empírico de la ciencia y está ahora fuertemente establecida (...) Más aún, debido a su interacción con los aspectos empíricos y teóricos de la ciencia, esta metafísica es científicamente útil, sirviendo de guía para la construcción de hipótesis testeables ulteriores. (Fry, 2012, 669)*

No es el objetivo de este trabajo poner en cuestión la conexión epistemológica propuesta por Fry entre metafísica y ciencia natural. Lo que se buscará hacer será tratar de precisar tal conexión. Fry ha sostenido de manera consistente a lo largo de los años que el naturalismo metafísico ha sido un presupuesto central en la investigación sobre el origen de la vida.

*El estudio científico del origen de la vida está basado en el postulado filosófico de que los sistemas vivientes emergieron en la Tierra primordial por medios naturales. (Fry, 2019, 109).*

*En el marco de una concepción naturalista, el único proceso factible que pudo haber producido una organización tan compleja no pudo haber sido una emergencia azarosa de todo-o- sugiero llamar la hipótesis evolucionaria de la emergencia de la vida mantiene que los procesos físicos y químicos prebióticos bajo condiciones geoquímicas han dado lugar a una infraestructura química que pudo haber evolucionado gradualmente hacia sistemas vivientes primitivos. (Fry, 2019, 110)*

La operación del naturalismo metafísico a la investigación abiogenética se concreta en lo que se ha denominado la “tesis de continuidad”:

*Hay un denominador común de lo más básico que une a todos los investigadores sobre la emergencia de la vida. Este elemento común, que voy a denominar “la tesis de la continuidad”, es la suposición de que no hay un hiato irreductible entre la materia inorgánica y los sistemas vivientes y que bajo condiciones físicas adecuadas la emergencia de la vida es altamente probable. (Fry, 1995, 389; los destacados son de la autora; cf. también, 2009, 63; 2019, 109-110; Penny, 2005, 637; Griesemer, 2008, 274-276)*

Cualquiera sea la explicación adecuada del origen de la vida, tal explicación debe satisfacer la tesis de continuidad. Deben haberse dado condiciones físicas y químicas

en la Tierra primitiva –o en otro lugar donde haya surgido– que han hecho altamente probable la emergencia de organismos vivientes. Para Fry, esta suposición excluye explicaciones que tengan carácter teleológico, como ‘diseño inteligente’ u otras de este tipo, tal como cierta ‘teleología inmanente’ (cf. Nagel, 2012; Goff, 2019), y excluye también la suposición de que la aparición de la vida ha sido un golpe de ‘suerte’ del universo. El mero azar no sería tampoco una explicación naturalista razonable. Comenta Roger White acerca de la actitud que impondría el naturalismo metafísico:

*No es que los teóricos nieguen que la vida surgió por azar porque posean una explicación mejor y más plausible (aunque, por supuesto, muchos teóricos creen, quizás correctamente, que la poseen). Más bien, la comprensión de qué es lo que se requiere para que existan criaturas vivientes es lo que convence a los científicos de que la vida no surgió simplemente por azar. Es esta convicción el impulso para el programa activo de investigación sobre el origen de la vida. Parece que, si esos teóricos que poseen una explicación no azarosa del origen de la vida particular deben abandonar su visión a la luz de nueva evidencia, ellos típicamente mantendrían la convicción de que la vida no surgió simplemente por azar. (White, 2007, 454)*

Lo mismo puede decirse de cualquier tipo de explicación teleológica. Aunque no exista una explicación naturalista adecuada, los investigadores sobre el origen de la vida no estarán inclinados a considerar principios guiados por un fin. El naturalismo metafísico impondría que debe existir alguna explicación satisfaciendo la tesis de continuidad. El problema sería simplemente que no se ha hallado todavía.

### Una reconstrucción bayesiana

Para reconstruir epistemológicamente lo que ha sido propuesto por Fry y otros filósofos se

va a representar el grado de justificación que entrega cierta evidencia  $E$  para una hipótesis  $H$  mediante la probabilidad condicional  $P(H/E)$ . Esta probabilidad condicional se define del modo usual como:

$$P(H/E) = \frac{P(H \wedge E)}{P(E)} \quad \text{Dado que } P(E) > 0$$

Se va a descansar en el teorema de Bayes para computar el valor de tal probabilidad condicional dado el valor de la probabilidad condicional inversa  $P(E/H)$  –denominada la “verosimilitud” de la hipótesis  $H$ – y las probabilidades previas  $P(H)$  y  $P(E)$ . De este modo:

$$P(H/E) = \frac{P(E/H) \times P(H)}{P(E)} \quad \text{Dado que } P(E) > 0$$

Esto es, el grado de justificación que posee una hipótesis  $H$  condicional en la evidencia  $E$  es dependiente de qué tan probable es que  $E$  sea efectivo si es que  $H$  lo fuese –esto es, de qué tan bien  $H$  explique  $E$ – ponderado por la probabilidad previa de la hipótesis  $H$  considerada por sí misma. Si la hipótesis es, por sí misma, muy poco probable, el grado de justificación que le pueda dar  $E$  seguirá siendo bajo aún cuando la verosimilitud de  $H$  sea alta. El grado de justificación que entregue  $E$  a  $H$  es inversamente proporcional a la probabilidad previa de  $E$ . Esta probabilidad puede expresarse como:

$$P(E) = (P(E/H) \times P(H)) + (P(E/\neg H) \times P(\neg H))$$

Esto es, se trata de qué tan probable es que sea efectiva  $E$  dada la hipótesis  $H$ , pero dada también cualquier otra hipótesis alternativa –las que quedan incluidas de

manera colectiva por  $\neg H$ . En la medida en que  $E$  sea mucho más probable si es que  $H$  fuese efectiva relativamente a cualquier otra hipótesis,  $E$  será evidencia justificatoria para  $H$ . Se dice que la evidencia  $E$  ‘confirma’  $H$  si y sólo si  $P(H/E) > P(H)$ . Al revés, se dice que  $E$  ‘desconfirma’  $H$  si y sólo si  $P(H/E) < P(H)$ . Al revés, se dice que  $E$  ‘desconfirma’  $H$  si y sólo si  $P(H/E) < P(H)$ . Esto es,  $E$  ‘confirma’  $H$  si la hace más probable, aunque sólo sea un poco; del mismo modo,  $E$  ‘desconfirma’  $H$  si la hace menos probable, aunque sólo sea un poco.

Se va a designar como ‘ $S$ ’ la totalidad de evidencia existente acerca de los organismos biológicos en la Tierra, el tiempo en que pudieron haber aparecido y las condiciones de la Tierra primitiva. Se va a suponer que hay tres grandes hipótesis explicativas alternativas: el naturalismo metafísico (‘ $NM$ ’), una explicación teleológica (‘ $ET$ ’) y el mero azar (‘ $Az$ ’). La hipótesis de mero azar es despreciable,  $P(Az/S) \approx 0$ , por lo que se va a suponer que  $NM$  y  $ET$  cubren casi la totalidad del espacio de posibilidades. De este modo:

$$P(S) = (P(S/NM) \times P(NM)) + (P(S/ET) \times P(ET))$$

La evidencia  $S$  confirma el naturalismo metafísico, de acuerdo con el teorema de Bayes, si es que la probabilidad de que poseamos la evidencia  $S$  acerca de la vida en la Tierra es más verosímil dado el naturalismo metafísico, esto es, si es que el naturalismo metafísico es mejor explicación para  $S$  que cualquier explicación teleológica. En efecto:

$$P(NM/S) = \frac{P(S/NM) \times P(NM)}{P(S)}$$

La evidencia  $S$  debe confirmar  $NM$  y desconfirmar  $ET$ . Es un problema, sin embargo, que el estado de la investigación



acerca del origen de la vida está muy lejos de ser confirmación del naturalismo metafísico. Tal como se ha explicado arriba, no ha aparecido una explicación que haga altamente probable el surgimiento de la vida desde procesos teleológicamente ciegos de acuerdo con la tesis de continuidad. Dado el estado de la investigación, entonces, *S* desconfirma en términos bayesianos *NM* y confirma *ET*.

La posición de Fry, sin embargo, admite una reconstrucción diferente que la torna bastante más razonable. En vez de suponer que es el naturalismo metafísico lo que encuentra confirmación directamente en la evidencia de la vida sobre la Tierra, se debe suponer que lo que impone el naturalismo metafísico es que debe haber una explicación naturalista, sea la teoría *X*, que sea confirmada por *S* al ser una buena explicación de *S* –por el mecanismo bayesiano usual, esto es, por hacer a *S* verosímil. El naturalismo metafísico, por otra parte, encuentra justificación independiente por los éxitos explicativos en general de la ciencia natural. Suponer que el naturalismo metafísico es verdadero explica todos esos éxitos, por lo que tales resultados son evidencia confirmatoria del naturalismo metafísico. Dado esta confirmación independiente, existen razones para suponer que *X* existe. Una vez que la teoría *X* sea hallada, va a constituir una confirmación adicional para el naturalismo metafísico. Nuevamente, esta situación puede ser reconstruida en términos bayesianos. Se va a designar la totalidad de éxitos explicativos de la ciencia natural en todos los ámbitos en que

se han dado como '*C*'. De este modo:

$$P(NM/C) > P(NM)$$

Cuál sea la probabilidad condicional  $P(NM/C)$  se computa por la probabilidad inversa o verosimilitud de *C* dado *NM*,  $P(C/NM)$ , ponderado por las probabilidades previas  $P(NM)$  y  $P(C)$ , tal como lo especifica el teorema de Bayes<sup>1</sup>. El naturalismo metafísico es una razón para suponer que debe existir una teoría naturalista *X* tal que:

$$P(X/S) > P(X)$$

Una vez que tal teoría *X* sea hallada, se convierte en evidencia confirmatoria para *NM*, pues *NM* hace verosímil la existencia de la teoría *X*, dadas las probabilidades previas  $P(NM)$  y  $P(X)$ . Por supuesto, antes de que aparezca tal teoría *X* cualquier asignación de probabilidades epistémicas aquí sería puramente ilusoria. Dado, por otra parte, que *S* confirmaría *X*, *S* estaría también confirmando *NM* de un modo indirecto. Se puede apreciar que no hay aquí nada irracional. La totalidad de éxitos explicativos de la ciencia natural es confirmación del naturalismo metafísico –en el sentido de elevar su probabilidad, aunque sea un poco– y el naturalismo metafísico es una razón para suponer que debe existir una teoría naturalista *X*, aunque todavía no haya aparecido.

### La teoría *X* y la búsqueda del unicornio

Será ilustrativo comparar la posición epistemológica que se ha descrito con el siguiente escenario. Supóngase que una sociedad posee información proveniente de relatos antiguos acerca de animales desconocidos y exóticos. Los relatos han descrito elefantes, jirafas e hipopótamos. Equipos de investigadores han realizado expediciones que, basándose en los relatos

<sup>1</sup> Esto es:  $P(NM/C) = \frac{P(C/NM) \times P(NM)}{P(C)}$

antiguos, han encontrado ejemplares de cada una de esas especies de animales. La verdad de los relatos antiguos, entonces, explica que se hayan encontrado elefantes, jirafas e hipopótamos. Estos hallazgos, a su vez, constituyen evidencia de la verdad de los relatos antiguos por el mismo mecanismo bayesiano que se ha descrito. Supóngase que esos relatos antiguos también describen unicornios. Nuevamente, equipos de investigadores de esa sociedad hacen expediciones repetidas en búsqueda del unicornio, pero ninguna tiene éxito. Los investigadores razonan de esta manera: la suposición de que los relatos antiguos son verdaderos ha tenido éxitos explicativos importantes en el pasado, por lo que debe suponerse que también lo son en este caso. Los fracasos en las expediciones hasta este momento, entonces, no son un motivo para pensar que no hay unicornios, sino sólo para pensar que todavía no hemos encontrado la región geográfica en la que habitan. Y así, no importa cuántos fracasos se acumulen, los investigadores siguen creyendo que hay unicornios. Este escenario es una ficción, naturalmente, pero existen varios ejemplos en la historia de la ciencia que no son tan disímiles<sup>2</sup>. Es claro que los fracasos en hallar unicornios son una confirmación en sentido bayesiano de que no hay unicornios. De hecho, nosotros creemos que no hay unicornios precisamente por esta razón. No sería racional desatender la evidencia desconfirmatoria o ‘aislar’ una hipótesis de tal evidencia.

---

2 Por ejemplo, durante unos mil quinientos años la investigación astronómica estuvo buscando el ajuste adecuado de epiciclos, deferentes y ecuantas para ‘salvar los fenómenos’ celestes sin éxito, bajo el supuesto de que los movimientos de los planetas teniendo a la Tierra como centro deben seguir órbitas perfectamente circulares y uniformes, de acuerdo con lo propuesto por Platón. Los fracasos en un ajuste propuesto no se veían como motivos para abandonar la hipótesis geocéntrica sino sólo para pensar que algún otro ajuste debía ser adecuado.

Cuando se considera la situación acerca de la investigación acerca del origen de la vida, tal como ha sido descrito por Fry y otros filósofos, existe el riesgo de una irracionalidad semejante. Hay evidencia confirmatoria –en sentido bayesiano– del naturalismo metafísico y ella es una razón para pensar que debe existir una explicación naturalista del origen de la vida de acuerdo con la tesis de continuidad. Tal explicación no ha aparecido. La evidencia que existe acerca de la complejidad y la extensión de los fenómenos biológicos en la Tierra es, en cambio, desconfirmación del naturalismo metafísico. No sería racional persistir indefinidamente en la creencia de que debe existir alguna explicación naturalista del origen de la vida ante la acumulación de fracasos y la evidencia desconfirmatoria persistente contra el naturalismo metafísico. Lo racional es suponer que hay una cota crítica luego de la cual debería más bien creerse que el naturalismo metafísico es falso debido, precisamente, a la evidencia sobre la complejidad y la extensión de la vida en la Tierra. No pretendo sugerir aquí que estemos en ese punto. Simplemente debe notarse que no es ni racional ni especialmente ‘científico’ persistir en la creencia de una hipótesis –por general y metafísica que sea– ante la acumulación de evidencia desconfirmatoria<sup>3</sup>.

---

3 Esta comunicación ha sido redactada en ejecución del proyecto de investigación sobre *El origen de la vida. Perspectivas científicas, filosóficas y teológicas* (VRI, Pontificia Universidad Católica de Chile). Debo agradecer las largas conversaciones sobre las cuestiones científicas involucradas con Rafael Vicuña, Ricardo Moreno y Jorge Alfaro, todos ellos miembros del Grupo de Ciencia y Religión UC. Debo agradecer también los comentarios desde una perspectiva de filosofía de la biología de Julio Torres.

## BIBLIOGRAFÍA

- Steven A. Benner (2014), "Paradoxes in the Origin of Life", *Origins of Life and Evolution of Biospheres* 44: 339-343.
- Iris Fry (1995), "Are the Different Hypotheses on the Emergence of Life as Different as They Seem?", *Biology and Philosophy* 10: 389-417.
- Iris Fry (2000), *The Emergence of Life on Earth*, New Brunswick, NJ: Rutgers University Press.
- Iris Fry (2006), "The Origins of Research into the Origin of Life", *Endeavour* 30 N° 1: 25-29.
- Iris Fry (2009), "Philosophical Aspects of the Origin-of-Life Problem: The Emergence of Life and the Nature of Science" en Constance M. Bertka (ed.), *Exploring the Origin, Extent, and Future of Life: Philosophical, Ethical, and Theological Perspectives*, Cambridge: Cambridge University Press, 61-79.
- Iris Fry (2012), "Is Science Metaphysically Neutral?", *Studies in the History and Philosophy of Biology and Biomedical Sciences* 43: 665-673.
- Iris Fry (2019), "Philosophical Aspects of the Origin-of-Life Problem. Neither by Chance nor by Design" en Kolb (2019a), 109-122.
- Philip Goff (2019), "¿Did the Universe Design Itself?", *International Journal for Philosophy of Religion* 85: 99-122.
- James Griesemer (2008), "Origins of Life Studies" en Michael Ruse (ed.), *The Oxford Handbook of Philosophy of Biology*, Oxford: Oxford University Press, 263-290.
- Vera M. Kolb (2016), "Origins of Life: Chemical and Philosophical Approaches", *Evolutionary Biology* 43: 506-515.
- Vera M. Kolb (ed.) (2019a), *Handbook of Astrobiology*, London: CRC Press.
- Vera M. Kolb (2019b), "Defining Life. Multiple Perspectives" en Kolb (2019a), 57-63.
- Pier Luigi Luisi (2006), *The Emergence of Life. From Chemical Origins to Synthetic Biology*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Michael Marshall (2020), "The Water Paradox and the Origins of Life", *Nature* 588: 210-213.
- Thomas Nagel (2012), *Mind and Cosmos. Why the Materialist Neo-Darwinian Conception of Nature is Almost Certainly False*, Oxford: Oxford University Press.
- David Penny (2005), "An Interpretive Review of the Origin of Life Research", *Biology and Philosophy* 20: 633-671.
- Juli Peretó (2005), "Controversies on the Origin of Life", *International Microbiology* 8: 23-31.
- Martina Preiner et al. (2020), "The Future of Origin of Life Research: Bridging Decades-Old Divisions", *Life* 10, 20. DOI: 10.3390/life10030020.
- Michael J. Russell (2021), "The 'Water Problem' (sic), the Illusory Pond and Life's Submarine Emergence – A Review", *Life* 11, 429. DOI: 10.3390/life11050429.
- Robert Talbott (2008), "Bayesian Epistemology" en Ed Zalta (ed.), *Stanford Encyclopedia of Philosophy*. <https://plato.stanford.edu/entries/epistemology-bayesian>. Obtenido el 30.07.21.
- Rafael Vicuña (2018), "Current Thoughts on the Origin of Life in Earth" en Edward M. De Robertis y Marcelo Sánchez Sorondo (eds.), *Cell Biology and Genetics*, Vatican City: Libreria Editrice Vaticana, 163-173.
- Roger White (2007), "Does Origin-of-Life Research Rest on a Mistake?", *Noûs* 41 N° 3: 453-477.