



UNIVERSITAT DE  
BARCELONA



Revista de Bioética y Derecho

Perspectivas Bioéticas

www.bioeticayderecho.ub.edu - ISSN 1886-5887

## PERSPECTIVAS BIOÉTICAS

**¿Existe una frontera nítida entre lo vivo y lo inerte?**

**Is there a clear border between the living and the inert?**

**Existeix una frontera nítida entre el viu i l'inert?**

**ALBERTO BARRERA GARCÍA, MANUEL JESÚS LÓPEZ BARONI \***

### OBSERVATORI DE BIOÈTICA I DRET DE LA UNIVERSITAT DE BARCELONA

La Revista de Bioética y Derecho se creó en 2004 a iniciativa del Observatorio de Bioética y Derecho (OBD), con el soporte del Máster en Bioética y Derecho de la Universidad de Barcelona: [www.bioeticayderecho.ub.edu/master](http://www.bioeticayderecho.ub.edu/master). En 2016 la revista Perspectivas Bioéticas del Programa de Bioética de la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO) se ha incorporado a la Revista de Bioética y Derecho.

Esta es una revista electrónica de acceso abierto, lo que significa que todo el contenido es de libre acceso sin coste alguno para el usuario o su institución. Los usuarios pueden leer, descargar, copiar, distribuir, imprimir o enlazar los textos completos de los artículos en esta revista sin pedir permiso previo del editor o del autor, siempre que no medie lucro en dichas operaciones y siempre que se citen las fuentes. Esto está de acuerdo con la definición BOAI de acceso abierto.

\* Alberto Barrera García. Doctorando en biotecnología, Universidad Pablo de Olavide, Sevilla. E-mail: [jabargar@grupohesperides.es](mailto:jabargar@grupohesperides.es).

\* Manuel Jesús López Baroni. Profesor Asociado de Filosofía del Derecho, Universidad Pablo de Olavide, Sevilla. E-mail: [mjlopbar1@upo.es](mailto:mjlopbar1@upo.es).

## Resumen

El origen de la vida es una de las temáticas que más fascinación despierta, no solo en el mundo científico. Sin embargo, pocas materias pueden resultar más frustrantes a la hora de ser abordadas. Pues bien, analizaremos en el presente artículo cuáles son los criterios de distinción entre lo vivo y lo inerte. En aras de clarificar las diferentes posiciones hemos creado un modelo con dos variables, “materia viva”-“materia inerte”, que arroja un total de cuatro combinaciones posibles. Cada una de estas combinaciones representa un paradigma de pensamiento con sus propios axiomas, preguntas a resolver, anomalías y contradicciones. Con el modelo pretendemos clasificar todas las posiciones existentes en lo referente a la aparición de la vida, de forma que cualquier autor que haya reflexionado sobre la cuestión pueda sentirse identificado con alguna de las combinaciones y observar in situ su propia *Weltanschauung*, incluidas las limitaciones, aporías y cuestiones irresolubles.

**Palabras clave:** origen de la vida; entropía; información; tiempo; quiralidad; estructura; cosmología, muerte, biología sintética.

## Abstract

The origin of life is one of the most fascinating topics, not only in the scientific world. However, few subjects could be more frustrating to address. In this article, we analyze the criteria for distinguishing between the living and the inert. In order to clarify the different positions, we have created a model with two variables, "living matter"- "inert matter", which gives a total of four possible combinations. Each of these combinations represents a paradigm of thought with its own axioms, questions to be solved, anomalies and contradictions. With the model, we intend to classify all the existing positions regarding the appearance of life so that any author who has reflected on the matter can identify with any of the combinations, and observe in situ his or her own *Weltanschauung*, including the limitations, aporia, and irresolvable questions.

**Keywords:** origin of life; entropy; information; time; chirality; structure; cosmology, death, synthetic biology.

## Resum

L'origen de la vida és una de les temàtiques que més fascinació desvetlla, i no solament en el món científic. No obstant això, poques matèries poden resultar més frustrants a l'hora de ser abordades. En el present article s'analitzen quins són els criteris de distinció entre el viu i l'inert. A fi d'esclarir les diferents posicions hem creat un model amb dues variables, “matèria viva” i “matèria inert”, la qual cosa dóna quatre combinacions possibles. Cadascuna d'aquestes combinacions representa un paradigma de pensament amb els seus propis axiomes, preguntes per resoldre, anomalies i contradiccions. Amb el model pretenem classificar totes les posicions existents sobre l'aparició de la vida, de manera que qualsevol autor que hagi reflexionat sobre la qüestió pugui sentir-se identificat amb alguna de les combinacions i observar in situ la seva pròpia *Weltanschauung*, incloses les limitacions, les apories i les qüestions irresolubles.

**Paraules clau:** origen de la vida; entropia; informació; temps; quiralitat; estructura; cosmologia; mort; biologia sintètica.

## 1. Introducción

Distinguir entre *lo vivo* y *lo inerte*, *inanimado*, o simplemente *muerto*, es de las acciones más intuitivas que puede realizar un ser humano. Sin embargo, aun presuponiendo la lógica inherente a esta distinción, hemos de enfrentarnos a cuestiones nada baladíes, como enumerar las características esenciales de los entes vivos, averiguar las leyes que rigen el tránsito desde lo inerte hasta lo vivo, o valorar en qué medida la vida puede incidir en las reglas que parecen regir el universo, hasta el punto de ser capaz de modificarlas o revertirlas. Estas preguntas no cuentan con una respuesta unánime en la comunidad científica, menos aún si las confrontamos con los grandes interrogantes cosmológicos.

Pues bien, para analizar esta temática hemos creado un modelo con dos variables, *materia viva* y *materia inerte*,<sup>1</sup> que arroja cuatro combinaciones posibles: a) *Modelo materia viva (1); materia inerte (0)*: la materia viva y la materia inerte están nítidamente diferenciadas, pero el peso o relevancia recae en lo vivo; b) *Modelo materia viva (0); materia inerte (0)*: la distinción entre materia viva y materia inerte carece de justificación porque lo relevante no es la materia sino *la información* que la vertebra; c) *Modelo materia viva (1); materia inerte (1)*: la distinción entre la materia viva y la materia inerte carece, como en el modelo anterior, de justificación, pero en este caso porque *todo está vivo*, solo que a escalas diferentes, entendiendo aquí por *vivo* a todo ente sujeto a la segunda ley de la termodinámica, lo que nos obliga a reflexionar acerca de la relación entre la vida, como orden organizado, y la entropía; d) *Modelo materia viva (0); materia inerte (1)*: esta es la combinación más desconcertante, ya que parte de las tesis que sostienen que el *tiempo* como tal no existe, con lo que la materia viva y la materia inerte están separadas, en efecto, pero porque *todo está muerto*. Cada uno de estos cuatro paradigmas tiene sus propios axiomas, es decir, puntos de partida que condicionan las premisas; preguntas embarazosas, esto es, interrogantes que a duras penas podemos abordar; y, por último, anomalías irresolubles, es decir, contradicciones análogas a las que provocan singularidades en física.

## 2. Primera combinación: “materia viva (1)”; “materia inerte (0)”.

El primer paradigma parte de un hiato nítido e indubitado entre la materia animada y la inanimada, con el matiz de volcar todo el peso de la relevancia en *lo vivo* frente a *lo inerte*, de ahí que lo

---

<sup>1</sup> Empleamos un modelo análogo, con dos variables y cuatro combinaciones, al utilizado por Gustavo Bueno en *¿Qué es la ciencia?* y por Castilla del Pino en su *Teoría de los Sentimientos*.

representemos con el grafismo 1-0.<sup>2</sup> Este es el modelo más intuitivo e innato, en el que participan, aunque sea inconscientemente, el resto de seres vivos. Sin embargo, nos obliga a presuponer que la materia viva procede de la inerte, ya que cualquier otra hipótesis nos desarmaría el andamiaje conceptual y llevaría a veredas desasosegantes (lo inerte procede de un ente *eternamente vivo*), o a hendernos con la navaja de Ockham (lo inerte y lo vivo aparecieron *a la vez* tras el *Big Bang*. Bastante tenemos con una singularidad como para permitir que nos bloquee otra).

Pero aun así, este paradigma plantea cuestiones tan incómodas como irresueltas, en especial dos: a) ¿cómo emergió la vida *desde o a partir* de la materia inerte?; b) ¿hay vida más allá de nuestro planeta? Estas preguntas son las que nos han forzado a buscar criterios de demarcación claros entre lo vivo y lo inerte, con un resultado más desconcertante que fructífero, ya que nos topamos con un amplísimo repertorio de definiciones que ora se superponen, ora se refutan y contradicen, sin que en última instancia resuelvan el problema. En efecto, si tratáramos de sintetizar las características atribuidas a los entes vivos en el modelo que analizamos, deberíamos centrarnos en tres propiedades que suelen aparecer en casi todas las definiciones<sup>3</sup>: la autonomía, la replicación<sup>4</sup> (reflexividad<sup>5</sup>) y la evolución (transición<sup>6</sup>). Aun así, estos elementos definitorios de *lo vivo* están más cerca de la metafísica que de la ciencia, ya que son propiedades creadas *ad hoc* a partir de la mera observación y no la consecuencia ineludible de las leyes de la naturaleza<sup>7</sup>. Por ejemplo, si la velocidad de la luz es una constante cosmológica en el universo, nada indica que la replicación sea *una constante* de lo vivo. Además, los criterios creados para responder las preguntas referidas anteriormente amplían el abanico de las cuestiones incómodas hasta hacerlas inaprehensibles. En

---

<sup>2</sup> La creación de la *International Society for the Study of the Origins of Life* respondería a este paradigma.

<sup>3</sup> Otros autores destacan la capacidad para el autosostenimiento (lo que implica un metabolismo); la capacidad para la autorreproducción y la capacidad para evolucionar (Stano&Luisi, 2007); la “cooperación” (Attwater&Holliger, 2012; Donoghue&Antcliffe, 2010); la homoquiliaridad (Martín, 2009); la relevancia del contexto o medioambiente en que se forma la vida (Whitfield, 2009). Davies (2008) prefiere una reformulación, señalando como elementos relevantes la capacidad metabólica (extracción de nutrientes del medio, conversión de los nutrientes en energía y excreción de productos residuales y desechos) y la capacidad reproductora.

<sup>4</sup> Algunos especialistas precisan más: el verdadero origen de la vida radicaría en la emergencia de la replicación genética (Lazcano, 2006).

<sup>5</sup> George Church emplea el criterio de reflexividad (2012: Cap. 3)

<sup>6</sup> En vez de una evolución darwinista, algunos autores prefieren centrarse en analizar las “transiciones entre los diferentes niveles de organización biológica” (Szathmáry; 1997).

<sup>7</sup> La replicación sería un fenómeno que observamos en los entes vivos, de ahí nuestra descripción, pero eso no es propiamente una definición de la vida (Martín et al., 2009).

efecto, ¿en qué escala situar la *autonomía*? ¿A nivel atómico, molecular, celular...?<sup>8</sup> ¿Qué significa, por otra parte, la *replicación*<sup>9</sup>? Las mitocondrias se subdividen, por lo que podríamos considerarlas entes vivos aun cuando sean subsidiarias de la célula con la que cohabitan, pero ¿caso no se subdividen los meteoritos al chocar unos con otros, o aportan agua y minerales, esto es, potenciales fuentes de energía, a los planetas donde caen, y no por ello los consideramos entes vivos? El ADN, que se replica, pero que no se considera un ente vivo, simbolizaría nuestra perplejidad. Por otra parte, si empleamos un criterio demasiado amplio, como podría ser considerar vivo a cualquier ente que se replique, nos veríamos obligados a aceptar que las galaxias son seres vivos, ya que al fin y al cabo son *unidades*, y por ende, entes autónomos (se crean, fusionan e incluso desaparecen, mediante absorción por otras, o *morirán*, si como es previsible continúa la expansión del Universo). Pero, por el contrario, si empleamos un criterio demasiado restrictivo, como considerar vivo solo a entidades con plena autonomía propia, nos veríamos obligados a dejar fuera a los virus, lo que acarrea no pocos problemas conceptuales. Ahondando en esta línea argumental, ¿dónde clasificar la vida sintética, que no por llamarla así cobra por ello *más vida*? ¿Y en qué momento un robot tendría, no ya conciencia o inteligencia, sino simplemente *vida*? Es más, un robot inteligente, ¿estaría vivo? Un robot no inteligente pero que se replique, ¿estaría vivo? Un robot inteligente y que se replique, ¿en qué se diferenciaría de nosotros? ¿Por qué estaría *más viva* una bacteria que un robot de este tipo? Por último, el modelo que analizamos ha generado además un agrio metadebate en la comunidad científica. Así, en un lado se han atrincherado los *creacionistas*, defensores de alguna de las modalidades del *Diseño Inteligente*, amparados en que las circunstancias que permitieron la aparición de la vida, específicas y extraordinariamente singulares (principio antrópico, —Barrow&Tipler, 1986—, ajuste fino, etc.), son indicios de una realidad sobrenatural. En la atalaya contraria se sitúan los científicos materialistas, quienes, bajo la égida del principio de mediocridad, remarcan los elementos más comunes (carbono, infinidad de estrellas y de planetas, universalidad de las reglas de la naturaleza, etc.) que han llevado hasta nosotros<sup>10</sup>. El resultado de esta contienda, que no por ser de guante blanco es menos vehemente que las sostenidas explícitamente por los teólogos y los filósofos, es que las hipótesis y las teorías siempre resultan sospechosas. Si alguien señala nuestra *singularidad* en la vastedad del universo se convierte en reo de herejía materialista (¿estará sutilmente refiriéndose a *Dios* como causa última?); pero, si por el contrario, se centra en

---

<sup>8</sup> Deamer y Weber (2010) señalan que la vida pudo originarse cuando un grupo de protocélulas logró capturar energía del entorno, lo que nos llevaría a situar la autonomía en el “grupo” (un grupo de protocélulas) y no en el “individuo” (una célula).

<sup>9</sup> La paradoja de la “replicación” es que los entes replicadores son demasiado complejos como para haberse creado espontáneamente (caso del ARN), mientras que las moléculas demasiado sencillas no se replican (Szostak, 2009).

<sup>10</sup> De ahí que, por ejemplo, busquemos aminoácidos en el espacio como precursores de la vida Collins, 2016).

nuestra mediocridad, entonces surge la irresoluble paradoja de Fermi (¿dónde se han metido *todos*?), tan turbadora como desasosegante. En conclusión, el paradigma que hemos analizado es esencialmente antropocéntrico. Cuando buscamos vida *más allá*, esperamos encontrar en la inmensidad del espacio *algo* parecido a nosotros, sin que terminemos de aceptar que el número de combinaciones posibles y el tiempo del que ha dispuesto la naturaleza para ensamblar piezas escapa a las escalas en que se mueve lo humano. Como decía Haldane, probablemente el universo no solo es más sorprendente de lo que imaginamos, sino más sorprendente de lo que podemos imaginar, lo que, en términos biológicos, nos llevaría a la pregunta que se formulan Cohen y Stewart: *¿cuál es el tamaño de la paleta de la naturaleza?* (2001). Al igual que la teoría de cuerdas presupone dimensiones extra aun cuando seamos incapaces de percatarnos empíricamente de su existencia, quizá la vida sea tan numerosa como extraña no solo a nuestros sentidos, sino también a nuestra capacidad de razonamiento.

### 3. Segunda combinación: “materia viva (0)”; “materia inerte (0)”.

El segundo paradigma rechaza la distinción entre *lo vivo* y *lo inerte* por considerar que lo relevante no es el soporte material de ambos tipos de entes, sino la *información* que los vertebraba, de ahí que lo representemos con el grafismo 0-0. Desde esta perspectiva, *lo material* dejaría de tener importancia (virus, genes, organismos) y lo verdaderamente imprescindible estaría constituido por el conjunto de reglas, el *lenguaje*, en suma, que permite a determinados entes materiales replicarse, y, en última instancia, como es nuestro caso, cobrar no ya autonomía sino conciencia. De esta forma, la información sería un *tertium quid*, un plano que sobrepasa lo material e intersecta lo animado y lo inanimado.

Resulta difícil saber en qué momento se concretó este paradigma, pero podríamos señalar tres hitos fundamentales. El primero lo protagoniza Pasteur, al señalar la quiralidad como criterio de distinción entre la materia viva y la inerte<sup>11</sup>; el segundo es el libro de Shrödinger, *¿Qué es la vida?*, en el que esencialmente llega a la conclusión, en 1944, antes de que Watson y Crick descubran el ADN, de que la vida es *información*; el tercer hito lo constituye la famosa expresión “it from bit”, introducida por John Wheeler (1990), con la que sustituye la idea de un mundo constituido por materia y energía por otro en el que lo relevante es la información y las reglas que la rigen. En puridad, en el modelo que analizamos ni siquiera se puede hablar de una transición propiamente dicha entre lo vivo y lo inerte. El núcleo de este paradigma lo forman las premisas (axiomas, reglas)

---

<sup>11</sup> Hegstrom (1990) destaca la relevancia que le otorgó Pasteur a la cuestión de la lateralidad.

que emergieron con el *Big Bang* y que han ido desarrollándose, unas como consecuencia de otras, con el tiempo, cual crisálida, ramificándose y dando lugar a la pluralidad de entes materiales, desde los átomos hasta los grupos de galaxias que observamos, incluidos nosotros. Además, este modelo revaloriza el significado de las estructuras, que al fin y al cabo constituyen una manifestación más de la información. Así, lo más relevante de la vida no reside en la materia, sino en la *forma* en que está organizada, como se puede observar en la estructura helicoidal de la doble hélice o en la estructura tridimensional de las proteínas. De ahí que algunos físicos hayan decidido sustituir una ontología cosmológica basada en partículas y campos por otra donde lo reseñable sean las estructuras, esto es, las propiedades o las relaciones. Así, desde esta perspectiva, los entes particulares sólo *existirían* en la medida en que se relacionen con otros o manifiesten propiedades (Kuhlmann, 2013). Por último, la definición de la vida como información simplifica las características que le atribuimos. En efecto, de los tres ítems atribuidos en el modelo anterior a los entes vivos, autonomía, replicación y evolución, solo necesitaríamos analizar en profundidad este último, ya que los seres vivos no se replicarían propiamente, sino que transferirían la información de un soporte a otro; y mucho menos serían autónomos, ya que sin las reglas el soporte material carecería de relevancia. En cuanto a la evolución, tendríamos que observarla de otra manera, ya que sería más un proceso de ampliación progresiva de la información cuyo límite inferior desconocemos (no sabemos cómo ni por qué empezaron estas reglas, aunque sí el momento, el *Big Bang* en concreto) y cuyo límite superior tendería a infinito (no vemos motivos para que la información deje de generar nueva información de forma exponencial). Además, nos arrojaría al territorio de las reflexiones metafísicas: si la vida es información y la mecánica cuántica es correcta, esta, la información, no se pierde nunca (hipotéticamente sería recuperable si lográramos descodificar su función de onda, Polchinski, 2015), con lo que la vida sería *inmortal*, o al menos, tan eterna como la información que constituye la materia no viva. Ahora bien, al igual que el anterior, este paradigma nos plantea también preguntas casi inabordables, como las siguientes: a) ¿a qué categoría ontológica pertenece *exactamente* la información?; es decir, ¿cuál es la *naturaleza* de las reglas, códigos, operaciones, etc., que rigen la vida?<sup>12</sup> b) ¿es la información sobre la vida una forma, una manifestación de la vida *en sí misma*?; c) ¿hasta qué punto hay diferentes niveles, planos o jerarquías en la información que podemos hallar en el universo? En efecto, aun admitiendo a efectos meramente dialécticos que la vida es *información*, su naturaleza ontológica parece *diferente* a la de, por ejemplo, las constantes cosmológicas, como si fuese de segundo nivel o estuviese subordinada,

---

<sup>12</sup> Estas preocupaciones se pueden observar en la discusión sobre qué le ocurre a la información que cae en un agujero negro (Polchinski, 2015). La expresión de Hawking, "Dios no sólo juega a los dados, sino que a veces los tira donde no se los puede ver", se refiere a su rechazo a la mecánica cuántica debido a que esta conlleva que la información no se pierde, lo que contradiría precisamente, y al menos en principio, al propio Hawking (Susskind, 1997).

ya que sus premisas deben ser *compatibles* con dichas constantes (la vida debe respetar la equivalencia entre masa y energía, por ejemplo, y no puede viajar más rápido, dado que tiene masa, que la velocidad de la luz). Abundando en las anomalías que podemos hallar en este modelo, podemos sostener que con las leyes que conocemos (constantes cosmológicas, relatividad, física cuántica, etc.) la vida *no debería existir*. En efecto, el problema de fondo no es en este caso una cuestión meramente estadística (el universo es demasiado violento como para que dé tiempo a que se genere vida), sino una cuestión referida a la *inevitabilidad*: la vida no solo no es la consecuencia *necesaria* de ninguna ley, sino que ni siquiera es la *consecuencia probable* de las leyes que conocemos. Nos planteamos qué es la vida porque nosotros estamos vivos, si no, ni siquiera pensaríamos en ello, ya que nuestra capacidad de imaginación no daría para tanto. En todo caso, una vez constatada nuestra existencia, aumenta la probabilidad de que exista *algo parecido a nosotros*, pero ese dato, la presencia multitudinaria de oxígeno, carbono, etc., no justifica en modo alguno la emergencia de la vida. La realidad es que la probabilidad de la vida a partir del hidrógeno, como hecho histórico, tiende a cero. De hecho, la vida, a pesar de su pueril composición, se acerca más al grupo de fenómenos conocidos como *singularidades* (hechos o entes donde la física conocida no sirven para nada), que al universo predecible y cognoscible al que pertenecen las galaxias, las estrellas y los planetas. Por ello, aunque aceptáramos que no hay una transición desde la materia inerte a la viva, resulta verdaderamente anómalo que tampoco hallemos una forma de pasar de las leyes de la física que conocemos (información de primer nivel, por decirlo de alguna manera), a las formas de vida que también conocemos (información subordinada o dependiente de aquella), esto es, que no encontremos leyes que predigan la existencia de la vida. Es como si ambos grupos de información pertenecieran a planos inconmensurables entre sí. En resumen, el modelo que analizamos es más sutil que el anterior, ya que permite abstraer de la realidad material que nos rodea una cuestión de naturaleza intangible e inaprehensible, como es la información. Sin duda, la vida como información que se replica a sí misma degrada nuestro estatus, pero al mismo tiempo nos compele a plantearnos la naturaleza de las reglas que nos han venido dadas, como son las leyes que rigen la naturaleza, comenzando por las constantes cosmológicas.

#### 4. Tercera combinación: “materia viva (1)”; “materia inerte (1)”

El tercer paradigma establece que no hay una distinción nítida entre la materia viva y la materia inerte debido a que *todo está vivo*, en este caso, sujeto a las mismas reglas, en concreto, a la *entropía*, de ahí que representemos este modelo con el grafismo “materia viva” (1); “materia inerte” (1). El punto de partida de este paradigma es la segunda ley de la termodinámica, y los conceptos clave

son: *entropía, irreversibilidad, caos, causalidad, flecha del tiempo*, etc. Ahora bien, la interrelación entre la *entropía* y la *materia viva* dista de ser sencilla y unívoca, y al igual que sucede en los anteriores, este modelo lleva implícitas numerosas anomalías, contradicciones y lagunas. De entre todas las posibles, debemos destacar, por su relevancia, la siguiente pregunta: ¿constituye la vida una violación de la entropía? Pues bien, para poder responder a esta pregunta emplearemos otro modelo (submodelo), dentro del que analizamos, con dos variables, *entropía* y *vida*, y cuatro combinaciones posibles. A) Modelo “*entropía (1)*”; “*vida (0)*”: la entropía lo domina *todo*, incluida la vida. Este sería el paradigma más intuitivo, realista, y por ende, oficial, ya que postula que todo lo existente, tanto inerte como vivo, está sujeto a la entropía y a su campo semántico asociado (desorden, irreversibilidad, unidireccionalidad, etc.). Según este modelo, la vida no sería una excepción a la entropía, ya que aquella estaría sujeta también a las reglas de esta. Por ello, la materia viva sería un estado más de la materia, al igual que la generada por la ebullición o la congelación, un estado temporal, de transición, dado que la transferencia de energía de todo ente material a su entorno, y por consiguiente, el aumento de desorden, sería tan inevitable como irreversible. Así, flujo e intercambios de energía dominarían el universo en que vivimos y nosotros formaríamos parte de estos procesos en igualdad de condiciones con la materia inerte. B) Modelo “*entropía (1)*”; “*vida (1)*”: la entropía y los seres vivos son dos elementos sustanciales (reales) del universo, pero situados en planos diferentes. Si seguimos la argumentación de Sean Carroll (2008), la entropía se aplicaría exclusivamente a los sistemas cerrados, lo que permitiría el decremento de la entropía en sistemas abiertos. Este autor no se enfrenta directamente al problema de la relación entre la entropía y los seres vivos, pero a través de su reflexión podemos inferir lo siguiente: la materia viva no viola la entropía porque se crea y desarrolla *en sistemas abiertos*. La tendencia al desorden sólo se produciría, por tanto, en sistemas cerrados. De estas premisas se deriva que la “sopa primordial” donde supuestamente se originó la vida, signifique lo que signifique esta expresión<sup>13</sup>, no pudo ser un “sistema cerrado”, ya que en ese caso dicho sistema estaría sujeto a la entropía y por tanto no podría crearse orden en un espacio tendente, por su propia naturaleza, al desorden. La pregunta, inevitable, es la siguiente: ¿qué es exactamente un “sistema cerrado”?<sup>14</sup> El universo, por ejemplo, ¿es un sistema cerrado o abierto? Y si la flecha del tiempo y la irreversibilidad son inherentes a la entropía y esta solo es posible en sistemas cerrados, ¿cómo es que la percibimos si se supone que para estar vivos debemos estar en un sistema abierto donde no rija la entropía? 3º) Modelo “*entropía (0)*”; “*vida (1)*”: la vida es una excepción a la entropía. Según este modelo, la vida es tan

---

<sup>13</sup> A estos efectos, resulta indiferente que se emplee la expresión “sopa primordial”, o la más reciente “fuentes hidrotermales” (Martin et. alt., 2014; Penvenne: 1997; Switek 2012).

<sup>14</sup> Si empleáramos la famosa distinción entre civilizaciones de nivel I, II y III (Kardashov), nos costaría mucho decidir si la segunda y la tercera pertenecen a sistemas cerrados o abiertos.

absolutamente improbable que supone en la práctica una excepción a la entropía, cuya validez universal quedaría cuestionada. Seguimos con el mismo autor:

*[...] no sorprende que la entropía aumente con el tiempo. Los estados de alta entropía sobrepasan en número a los de baja entropía; casi cualquier cambio en el sistema terminará en un estado de mayor entropía sencillamente por azar. Esa es la razón de que la leche se mezcle con el café, pero nunca se segregue. Aunque es físicamente posible que todas las moléculas de la leche hagan por agruparse, estadísticamente es muy improbable. Si hubiera que esperar a que ocurriese por sí solo, se debería aguardar mucho más tiempo que la edad actual del universo observable. La flecha del tiempo no es más que la tendencia de los sistemas a evolucionar hacia uno de los numerosos estados naturales de alta entropía. (Carroll, 2008).*

Aunque Sean Carroll no se está refiriendo expresamente a la vida, su ejemplo sobre el tiempo que hace falta para que las moléculas de café queden en un lado y las de leche a otro es extrapolable a nuestro objeto de estudio. En efecto, la probabilidad de que ese evento ocurra de forma azarosa es tan baja que haría falta que transcurriera un lapso de tiempo muy superior al que ya tiene el universo para que, por pura repetición del mismo suceso a lo largo de eones, acabara sucediendo. Pues bien, ¿y cuál es la probabilidad, entonces, *de la vida*? ¿Acaso la agrupación azarosa de monómeros y moléculas para dar lugar a macromoléculas o complejos moleculares como el propio ADN o las proteínas no es sin duda bastante más improbable que la separación, *motu proprio*, de las moléculas de café y de leche, y sin embargo ha ocurrido en un contexto dominado necesaria e ineludiblemente, al menos en teoría, por la entropía?

Entonces, ¿cómo ha sido posible la agrupación de moléculas para la generación de la vida si una de las reglas universales del mundo en que nos hallamos es precisamente la entropía, esto es, el desorden caótico y sin rumbo?<sup>15</sup> Sigamos explorando los postulados de Sean Carroll. Según este especialista en la materia, si no interviene la gravedad, una agrupación de moléculas (café, gas, etc.) representaría una violación de la entropía, estadísticamente improbable. Así, la vida, al igual que los ejemplos propuestos, violaría en efecto la entropía. Pero si interviene la gravedad, entonces una agrupación de moléculas (que acabaría formando una estrella o una galaxia, por ejemplo) representaría la máxima entropía posible. El agujero negro sería un ejemplo extremo de este aumento de entropía. En este caso, si en la formación de la vida intervino la gravedad, aquella no solo respetaría la entropía sino que además supondría un caso de entropía máxima. Como

---

<sup>15</sup> Deamer (2010) sostiene que el origen de la vida sucedió cuando un grupo infrecuente de protocélulas logró desarrollar la capacidad para capturar energía del medio ambiente. Es este hecho, "la captura de energía", el que debe confrontarse con las reglas de la entropía.

podemos observar, a la pregunta clave de si la vida se generó en un sistema abierto o cerrado hemos de añadir el problema de si influyó la gravedad o no. Si la gravedad jugó un papel relevante, la vida sería una forma de máxima entropía (como una galaxia), pero si la gravedad no ejerció ningún papel, la agrupación de moléculas para la formación de la vida es obviamente contraria a la entropía. ¿A qué se acerca más la vida, a una *taza de café* o a una *galaxia*? Intuitivamente podemos suponer que el tránsito desde la materia inerte a la viva se tuvo que producir en escenarios (fuentes termales, lecho marino, zona de volcanes, etc.) donde la gravedad no desempeña el papel que juega en escenarios a gran escala, como el de la formación de los planetas, estrellas o galaxias. Pero esa intuición nos lleva, en el presente modelo, a sostener que la formación de la vida es tan anómala como la probabilidad de que espontáneamente las moléculas de café se sitúen a un lado de la taza de café y las de leche al otro, esto es, que *en nuestro caso* la entropía tuvo que suspender excepcionalmente su ámbito de aplicación. 4º) Modelo “entropía (0)”; “vida (0)”. La entropía y la vida dependen de la configuración del universo, es decir, de un factor externo al que analizamos, de ahí su irrelevancia ante la magnitud de un problema de naturaleza prácticamente metafísica. Este modelo no solo compendia los anteriores, sino que de alguna manera también los refuta, ya que no podemos plantearnos qué relación hay entre la entropía y la vida si a la vez no resolvemos la cuestión de la relación entre la entropía y el universo.

*[...] el verdadero desafío no consiste en explicar que la entropía del universo vaya a ser mayor mañana que hoy, sino en explicar que la entropía fuese menor ayer y, aún mucho menor, anteayer. [...] Tal vez el pasado remoto, igual que el futuro, sea un estado de alta entropía. En cuyo caso, el estado caliente y denso que se ha venido llamando “universo temprano” no sea en realidad el verdadero comienzo del universo, sino un estado transitorio entre varias etapas de la historia. [...] supóngase que el universo comenzó en un estado de alta entropía, su estado más natural. Un buen candidato para dicho estado es el espacio vacío. [...] (Si el universo prosiguiera la expansión sin que nada lo frenara) Solo quedará un universo vacío. Entonces, y solo entonces, el universo habrá alcanzado su máxima entropía. Permanecerá en equilibrio, y no pasará mucho más. Puede resultar extraño que el espacio vacío contenga tal cantidad de entropía. Suena como si se dijera que el escritorio más desorganizado del mundo fuera uno completamente vacío. La entropía trata de los microestados: a primera vista, un espacio desierto no tiene ninguno. [...] A nivel cosmológico, la máxima entropía sería un “universo vacío”, escenario que, aunque pueda parecer contraintuitivo (la entropía máxima se alcanza con un reparto uniforme y regular de las moléculas) [...]. (Carroll, 2008).*

Relacionando este texto con los modelos cosmológicos conocidos, podemos plantearnos cuatro alternativas. La primera sostendría que el universo comenzó con una entropía muy baja, pasó

a una entropía de tamaño medio, que corresponde a nuestro mundo actual, y culminará en un sistema de entropía máxima, es decir, en un universo vacío. La segunda alternativa es que nuestro universo comenzara con una entropía máxima, pasara a una entropía de tamaño medio (la actual), y culmine también en un sistema de entropía máxima, es decir, en un universo vacío. La tercera alternativa es que sea cual sea el comienzo del universo (alta o baja entropía), este terminará con una fase de rebote (*Big Crunch*), correspondiente a un modelo cíclico vinculado a la física cuántica. En ese caso, no encontramos motivo alguno para postular si el momento del *Big Crunch* es de alta o de baja entropía, (bastante tendríamos con intentar comprender el *rebote*). La cuarta alternativa es que nuestro universo forme parte de otro grupo de universos, los famosos *multiversos*. En este caso, nos resultaría imposible averiguar cuál es la relación entre la entropía, nuestro universo y los hipotéticos multiversos, que no tendrían por qué seguir las mismas que el nuestro. Así, para que la entropía sea una variable correcta en nuestro universo este debería ser un “sistema cerrado”, con lo cual su “cierre” dependerá de la conexión que pueda tener con otros universos.

En resumen, la relación entre la vida y la entropía es dialéctica. Por un lado, parece innegable que el momento creativo de la vida *ex novo* viola la entropía (tenemos que *inventarnos* hipótesis ad hoc, como la de los espacios abiertos o la falta de gravedad, para sostener la universalidad de la entropía), pero una vez que los entes están vivos, cumplen escrupulosamente dicha entropía (se mueren). Ahora bien, si alguno de los subgrupos (especies) de los entes vivos evoluciona lo suficiente (imaginemos que desarrolla la tecnología adecuada para mudarse al espacio intergaláctico, alejados de cataclismos cósmicos, supernovas, rayos gamma, etc.) podrá escapar, si no individual al menos sí colectivamente, de la entropía (la vida, una vez que aparece, al menos la que conocemos, trata de sobrevivir; y la cultura, la información transmitida socialmente, es precisamente el mecanismo que emplean los seres vivos para escaparse de la inevitabilidad de la entropía, esto es, de su propia muerte). Pues bien, este desesperado intento de supervivencia se unirá, en última instancia, a un universo que, para ser compatible a su vez con la entropía, necesariamente debe ser infinito (para que no cese la transferencia de energía). Con lo cual se produce la paradoja de que una vida *cuasi-eterna* (no muere colectivamente porque desarrolla información cultural, esto es, tecnología, que le permite sobrevivir colectivamente) viola la entropía, pero esto sólo es posible en un universo que dure infinitamente, que sí sería compatible con la entropía; mientras que un universo finito compatibiliza la vida con la entropía (tarde o temprano la vida moriría por la contracción del universo, o porque los procesos destructivos que ocurren dentro de este acabarían por alcanzar y destruir la vida), pero este tipo de universo finito violaría en sí mismo la entropía (ya que al ser cerrado tarde o temprano no cabrá más desorden). En esta aporía situamos el modelo que acabamos de analizar.

En conclusión, en el modelo *materia viva (1) materia inerte (1)* no hay una distinción nítida entre la materia viva y la materia inerte debido a que *todo está vivo*. La entropía y su campo semántico, *flecha del tiempo, irreversibilidad, caos, etc.*, representa esta ausencia de hiatos o rupturas entre ambos tipos de materia. Ahora bien, como hemos tenido ocasión de examinar, la relación entre la entropía y la vida es compleja, repleta de anomalías y lagunas dependientes, en última instancia, de la configuración de nuestro universo. La única conclusión posible en el modelo que analizamos es que la pregunta sobre si la vida viola o no la entropía carece de sentido si no resolvemos previamente, y dista de ser posible, la naturaleza del universo en que habitamos. Dada esta carencia epistemológica, la entropía sería un simple constructo cultural humano que sirve para cálculos básicos en termodinámica, pero cuyos resultados no deben ser extrapolados a problemas metafísicos (irreversibilidad, caos) o de cuestionable realidad, como la flecha del tiempo. Precisamente, la naturaleza del tiempo nos llevaría al cuarto y último modelo sobre la relación entre la materia viva y la inerte.

## 5. Cuarta combinación: “materia viva (0)”; “materia inerte (1)”.

El cuarto modelo es, con diferencia, el más turbador de cuantos analizamos. Sostiene que *todo*, incluida la materia viva, está ya *muerto*, de ahí que lo representemos con el grafismo 0-1, lo que simboliza que el peso recae en la materia inerte. A partir de un famoso aforismo de Albert Einstein, “Pasado, presente y futuro son solo ilusiones, aunque sean ilusiones pertinaces”, diversos autores niegan, en contra de nuestra experiencia cotidiana y sentidos, la existencia del tiempo<sup>16</sup>. Tan atrevida afirmación es consecuencia de la teoría de la relatividad (no hay un tiempo universal y absoluto, con lo que solo hay *simultaneidad*) y de las desconcertantes consecuencias de la física cuántica (entrelazamiento, indeterminación, etc.). Su modelo cosmológico sería un universo holográfico, en concreto, el paradigma de Hooft y Susskind<sup>17</sup>. La búsqueda de una Teoría del Todo que unifique ambos paradigmas, la relatividad y el mundo cuántico, saldada hasta ahora con un rotundo fracaso, así como la discordancia existente entre el tiempo tal y como lo percibimos y su estatus en las ecuaciones que parecen regir la realidad, ha llevado a algunos científicos a esa sorprendente conclusión: todos los *hechos*, por llamarlos de alguna manera, estarían *estampados* en el universo como fotografías fijas, en un contexto estático, sin movimiento alguno. La flecha del

---

<sup>16</sup> Davies, 2002; Callenger, 2010; Rovelli, 2008.

<sup>17</sup> Nuestro universo sería en realidad bidimensional, y la tridimensionalidad sería una ilusión. (Bekenstein, 2003).

tiempo sería un constructo cultural, una mera convención humana<sup>18</sup>. Ni siquiera somos capaces de expresar con las palabras adecuadas las implicaciones de esta hipótesis cosmológica. Pues bien, con un escenario tan inquietante como el descrito, las preocupaciones acerca de la *vida* resultarían, en comparación, triviales, una nimiedad ante el calado del desafío que representa este paradigma. En efecto, si el tiempo, el movimiento, la causalidad, es una ilusión, el problema ya no es cómo es que existe la vida sino *por qué* creemos *que estamos vivos*. El núcleo de la cuestión residiría ahora, no ya en la materia viva, sino en una parte de ella, en concreto, en la conciencia humana, que *percibe* lo que no *es*<sup>19</sup>. Desde esta perspectiva, nuestro cerebro, que es un producto de la evolución, pensaría acerca de sí mismo *que está vivo*, de la misma manera que percibe un movimiento que físicamente parece no existir y ser meramente ilusorio. La vida como sueño rememora la literatura calderoniana, pero en este modelo cosmológico es algo más profundo. ¿Qué diferencia hay entre sostener que el tiempo no existe y afirmar que existe *Dios*? Quizá sea esta la principal carencia del modelo que analizamos, su carácter metafísico. En efecto, que matemáticamente este paradigma *sea posible* no implica que empíricamente *lo sea*. ¿Cómo verificar, falsar, o contrastar una teoría tan contraria a la intuición? Además, afirmar que el tiempo es una ilusión es como sostener que la realidad no existe, con lo cual, ¿qué *hacer* con las constantes cosmológicas, la evolución, el *Big Bang* o las supernovas, esto es, en qué parte de la realidad situar estos eventos, hechos, sucesos o reglas? ¿Cómo razonar empleando una mente que *crea estar viva* cuando a la vez *se razona a sí misma como inerte*? ¿Compiten los físicos con los teólogos a la hora de formular enunciados no verificables? ¿Se reducirá la física cosmológica a la neurología? ¿A quién comunicar las conclusiones de asertos tan desconcertantes? En la práctica, este paradigma, minoritario pero no inexistente, supone la demolición del axioma básico del razonamiento humano, el *cogito ergo sum cartesiano*. Un aforismo del tipo “pienso sin existir” podría ser coincidente con alguna religión panteísta, animista, con el misticismo cristiano, etc., pero una cosa es analizar curiosidades multiculturales y otra muy diferente universalizarlas epistemológicamente.

Invirtamos ahora la crítica. Supongamos que es cierto y tratemos de abstraer sus implicaciones: ¿qué *explicaría* el hecho de que el tiempo no exista? Dado que la hipótesis del *tiempo atemporal* es tan temeraria, nos legitima de alguna manera a formular también preguntas con el mismo nivel de atrevimiento. Nos planteamos en concreto dos: a) si hay alguna relación

---

<sup>18</sup> En un congreso científico, un tercio de los asistentes se mostró en contra de la existencia del tiempo, otro tercio manifestó serias dudas, y el tercio restante sostuvo que, en efecto, existe (entrevista de Punset a Barbour, 2012)

<sup>19</sup> Nuestra percepción del tiempo, además de ser una ilusión, sería el producto de procesos cuánticos (Penrose) o termodinámicos (Davies, 2002).

entre este modelo y el hecho de que no hayamos encontrado vida inteligente todavía<sup>20</sup>; b) y si hay alguna relación entre este modelo y la aparente ausencia de leyes que rijan la creación de la vida. En efecto, nuestro inexplicable fracaso a la hora de encontrar vida extraterrestre, ¿es la consecuencia necesaria de un universo estático, sin movimiento, donde el tiempo es una mera ilusión humana (o terrestre)? ¿No hallamos nada porque *no hay nada que hallar*, no porque seamos una creación divina, ni mucho menos, sino simplemente porque nuestras bases epistemológicas (tiempo, causalidad, pasado, futuro) son profundamente erróneas?<sup>21</sup> Esto explicaría que tampoco seamos capaces de encontrar las leyes que rigen (predicen) la existencia de la vida. En efecto, si somos entes inertes, las reglas a las que estamos sujetos son las mismas que las del resto de la naturaleza, ya que no hay tránsito desde la materia inerte a la materia viva (de ahí que ni siquiera seamos capaces de *repetir* el experimento). En resumen, el modelo 0-0 nos sitúa en los límites del raciocinio. Si bien nos resolvería algunos problemas de gran relevancia, sin duda preferimos seguir conviviendo con estos. La cuestión de fondo ya no residiría en nuestra incapacidad para repetir el experimento (primer modelo); tampoco en que no logremos arrancar a la naturaleza el secreto de las leyes que rigen la vida (segundo modelo); y mucho menos en que enarbolemos la cultura humana para defendernos de las consecuencias de la entropía (tercer modelo). Ahora el problema es que no somos capaces de explicar *absolutamente nada*. Si el universo es estático el problema ya no es cómo emergió la vida, sino cuál es la naturaleza de la realidad que nos rodea. Nos resultaba sorprendente un universo que permitiese observadores, pero más inconcebible aún nos resultaría un observador *sin universo*. Si el tiempo no existe, en efecto, no nos hace falta seguir invirtiendo en SETI, pero nos deja tantas cuestiones abiertas que si pudiéramos elegir, probablemente optaríamos por seguir conviviendo con la búsqueda a ciegas en la inmensidad del espacio.

## 6. Conclusiones

¿Qué se nos escapa? Hay varias anomalías que se superponen: que no dispongamos de una ley que prediga la existencia de la vida; que no seamos capaces de reproducir la vida desde o a partir de la materia inerte; que no hayamos encontrado todavía vida extraterrestre; que la vida inteligente

---

<sup>20</sup> Las civilizaciones de nivel II y III no son contemporáneas nuestras, de ahí que no las encontremos. (LePage, 2000, en Wilson, 2001).

<sup>21</sup> El título del artículo de Aldiss, "Buscando desesperadamente aliens" (2001), así como sus reflexiones ("¿Podemos liberarnos de nuestras animistas fantasías y aceptar que cualquier forma de vida inteligente es, y siempre ha sido, imaginaria?") apunta precisamente a esa intranquilidad.

no haya colonizado espacios vastos, pero no inabarcables, como nuestra galaxia; que la vida y la entropía parezcan incompatibles; la naturaleza del tiempo y sus conceptos afines, como los de flecha del tiempo o la causalidad; la naturaleza de la conciencia, con un cerebro que percibe *lo que parece no ser*, como el tiempo, pero que a la vez es capaz de tomar conciencia de su ilusión, percepción que difícilmente encaja con los parámetros darwinistas (¿qué clase de ventaja adaptativa sería la que permite tomar conciencia de la inexistencia de la realidad?), etc. Examinados estos interrogantes en su conjunto, dan la impresión de que las cuestiones sustanciales en lo referente a la vida distan de ser comprendidas de forma holística. Mientras que en física parece que siempre se está cerca de unificar la teoría de la relatividad y la física cuántica, aun cuando por ahora sea solo una ilusión, en lo referente a la vida parece como si no hubiera nada que unificar porque no hemos comenzado todavía y está todo por hacer. Quizá haya procesos químicos o físicos que desconozcamos hasta el punto de no ser capaces de plantearnos ni siquiera las hipótesis correctas; quizá la energía necesaria para iniciar el proceso de la vida sea la propia de las supernovas o de las estrellas de neutrones, como ocurre para que aparezcan los materiales pesados que también nos conforman; quizá sea al contrario, y la vida no necesite condiciones muy singulares para germinar; quizá, que no hayamos encontrado vida todavía, sea un indicio de algún interrogante cosmológico que no somos capaces de intuir aún; quizá podamos algún día relativizar el calado del problema encontrando vida extraterrestre o reproduciendo la existente en la tierra, pero mientras tanto poco más se puede hacer.

La que parece ser la conclusión más relevante de esta comparativa de paradigmas es que no podemos resolver el misterio de la vida de forma separada a los modelos cosmológicos. La radical separación existente entre la biología y la física, aun cuando esté siendo superada por la astrobiología, perjudica nuestro objeto de estudio. Aunque pudiéramos repetir algún día el experimento natural de crear vida, seguiríamos sin tener una ley que prediga la existencia de esta. Ni siquiera tenemos hipótesis plausibles acerca de cómo conectar una ecuación formada por variables como *hidrógeno, gravedad, tiempo y vida*. Si llenáramos un inmenso globo de hidrógeno, nadie podría predecir que al cabo de miles de millones de años habría un observador. Y sin embargo eso es lo que ha sucedido. La paradoja de Fermi, “¿dónde se ha metido todo el mundo?”, es el reverso de la pregunta “¿cuál es la naturaleza última de nuestro universo?”, disgresiones tan interconectadas que no deberíamos abordarlas por separado. Paralelismos o analogías como las establecidas entre la transición de fase en física cuántica y el salto de la materia inerte a la vida (Davis P, 2008); la relación entre la física cuántica y la evolución (Chaitin et al. 2014); la relación entre la ruptura de simetría entre la materia y la antimateria, de un lado, y la quiralidad de la vida, de otro; el vínculo entre la luz polarizada de las estrellas y la supervivencia de los aminoácidos levógiros que nos conforman (Everts, 2014); la relación entre la vida y la asimetría de átomos y

moléculas, o en qué medida ha podido influir la fuerza nuclear débil (Myrgorodska et al. 2014; Barron, 2008; Cintas y Viedma, 2012; Hegstrom, 1990), etc., muestran precisamente este persistente esfuerzo por vincular los interrogantes cosmológicos con los de la vida, como si forzáramos las relaciones entre variables dispares en un desesperado esfuerzo por terminar de entrelazar aspectos de una realidad tan incomprensible como inaprehensible.

Aunque la filosofía como disciplina está en general minusvalorada en ciencias ("A decir verdad, creo que a la mayoría de mis colegas les amilana hablar con filósofos; es como si les pillaran saliendo de una sala X", Max Tegmark, en Musser, 2002), la realidad es que su presencia resulta inevitable en este tipo de problemas. Por un lado, algunas hipótesis lanzadas por los científicos rivalizan en *creatividad* con las de sus homólogos filósofos; por otro, se emplean muchas expresiones de una forma ambigua, inadecuada o simplemente contradictoria. Así, conceptos como "información", "realidad", "desorden", etc., necesitan ser analizados críticamente antes de ser empleados con rigor para fines científicos. Se puede fácilmente constatar cómo en la jerga científica la palabra "información" se utiliza para designar realidades tan diversas como las matemáticas, el universo holográfico, la vida, la cultura o las constantes cosmológicas. Expresiones como "flecha del tiempo", "desorden", "caos", o incluso la misma "entropía", bordean muchas veces el terreno de lo metafísico, lo que obliga en muchos casos a una *petición de principio* que dista de ser ofrecida. El fruto de una utilización tan tosca de ideas de naturaleza filosófica es una amalgama de teorías que rivalizan entre sí por obtener el estatus de científicismo, sin que hayan sido previamente pulidas y aclaradas. Además, no hemos de desdeñar en este paisaje tan confuso que algunos de los principales científicos contemporáneos aparezcan en internet hablando de su búsqueda de Dios tras los agujeros negros, el *Big Bang* o la vida misma. Esta coexistencia, en mentes tan preclaras, de axiomas teológicos y vocabulario científico, añade aún más confusión a qué queremos decir cuando empleamos conceptos como los que hemos estado analizando.

En conclusión, con el modelo de dos variables y cuatro combinaciones analizado en este artículo hemos pretendido clasificar las posibles teorías existentes acerca de la vida, clarificando conceptos y mostrando las carencias, límites y anomalías de cada uno de los paradigmas. Sin duda, no hemos resuelto el problema de fondo, pero estimamos que un buen planteamiento de inicio puede colocarnos en la dirección correcta, aun cuando no tengamos ni idea de cuál sea esta.

## Bibliografía

- ◆ AMILS, R. Entrevista en Radio Televisión Española, en <http://www.rtve.es/alicarta/videos/tres14/tres14-ricardo-amils/714363/>, última vista: abril de 2016.
- ◆ ALDISS, B. (2001): "Desperately seeking aliens", *Nature*, Vol. 409, 22 February, pp. 1080–1082.
- ◆ ATTWATER, JAMES; HOLLIGER, Philipp (2012): "Origins of life: The cooperative gene", *Nature*, 491, 01 November, pp. 48-49.
- ◆ BARROW, J.&Tipler, F. (1986): *The Anthropic Cosmological Principles*. Oxford.
- ◆ BARRON, Laurence (2008): "Chirality and Life", *Space Sci Rev*, 135, pp.187-201.
- ◆ BEKENSTEIN, Jacob D., (2003): "La información en el universo holográfico", *Investigación y Ciencia*, Octubre. Pp. 36-43.
- ◆ ANNALURU, NARAYANA; HÉLOÏSE MULLER, LESLIE A. MITCHELL, SIVAPRAKASH RAMALINGAM, GIOVANNI STRACQUADANIO, SARAH M. RICHARDSON, JESSICA S. DYMOND, ZHENG KUANG, LISA Z. SCHEIFELE, ERIC M. COOPER, YIZHI CAI, KAREN ZELLER, NETA AGMON, JEFFREY S. HAN, MICHALIS HADJITHOMAS, JENNIFER TULLMAN, KATRINA CARAVELLI, KIMBERLY CIRELLI, ZHEYUAN GUO, VIKTORIYA LONDON, APURVA YELURU, SINDURATHY MURUGAN, KARTHIKEYAN KANDAVELU, NICOLAS AGIER, GILLES FISCHER, KUN YANG, J. ANDREW MARTIN, MURAT BILGEL, PAVLO BOHUTSKI, KRISTIN M. BOULIER, BRIAN J. CAPALDO, JOY CHANG, KRISTIE CHAROEN, WOO JIN CHOI, PETER DENG, JAMES E. DICARLO, JUDY DOONG, JESSILYN DUNN, JASON I. FEINBERG, CHRISTOPHER FERNANDEZ, CHARLOTTE E. FLORIA, DAVID GLADOWSKI, PASHA HADIDI, ISABEL ISHIZUKA, JAVANEH JABBARI, CALVIN Y. L. LAU, PABLO A. LEE, SEAN LI, DENISE LIN, MATTHIAS E. LINDER, JONATHAN LING, JAIME LIU, JONATHAN LIU, MARIYA LONDON, HENRY MA, JESSICA MAO, JESSICA E. MCDADE, ALEXANDRA MCMILLAN, AARON M. MOORE, WON CHAN OH, YU OUYANG, RUCHI PATEL, MARINA PAUL, LAURA C. PAULSEN, JUDY QIU, ALEX RHEE, MATTHEW G. RUBASHKIN, INA Y. SOH, NATHANIEL E. SOTUYO, VENKATESH SRINIVAS, ALLISON SUAREZ, ANDY WONG, REMUS WONG, WEI ROSE XIE, YIJIE XU, ALLEN T. YU, ROMAIN KOSZUL, JOEL S. BADER, JEF D. BOEKE, SRINIVASAN CHANDRASEGARAN, (2014): "Total Synthesis of a Functional Designer Eukaryotic Chromosome", *Science*, pp. 56-58. Published Online, 27 Mar 2014, DOI: 10.1126/science.1249252.
- ◆ BARBOUR, JULIAN: (2012), "El tiempo no existe", en REDES, <http://www.rtve.es/television/redes/>, última visita en diciembre de 2016.
- ◆ BUENO, GUSTAVO (1995): *¿Qué es la ciencia?*, Ediciones Pentalfa.

- ◆ BRANGWYNNE, CLIFFORD; HYMAN, ANTHONY (2012): "The Origin of Life". *Nature*, Vol. 491, 22 November, pp. 524-525.
- ◆ BROGLIA, RICARDO (2002): "De los núcleos atómicos a las proteínas", *Investigación y Ciencia*, Junio 2002, pp. 54-60.
- ◆ CALLENDER, CRAIG (2010): "¿Es el tiempo una ilusión?", *Investigación y Ciencia*, Agosto 2010, 34-42.
- ◆ CARROLL, SEAN M. (2008): "El origen cósmico de la flecha del tiempo", *Investigación y Ciencia*, agosto. pp. 18-25.
- ◆ CASTIÑEIRAS, PEDRO (2016): "La vida a través del espejo", Blog, *Investigación y Ciencia*, en: <http://www.investigacionyciencia.es/blogs/fisica-y-quimica/38/posts/la-vida-a-travs-del-espejo-oq-12701>, última visita en diciembre de 2016.
- ◆ CASTILLA DEL PINO, C. (2000): *Teoría de los Sentimientos*, Tusquets.
- ◆ CHAITIN, GREGORY; CHAITIN, VIRGINIA; ABRAHAO, FELIPE (2014): "Metabiología: los orígenes de la creatividad biológica", *Investigación y Ciencia*, enero, pp. 74-81.
- ◆ CHURCH, GEORGE; REGIS, (2012): Ed. *Regenesis. How synthetic biology will reinvent nature and ourselves*, Basic Books; Nueva York.
- ◆ CINTAS, PEDRO; VIEDMA, CRISTÓBAL (2012) "On the Physical Basis of Asymmetry and Homochirality", *Chirality*. Nov; 24(11), pp. 894-908.
- ◆ COHEN, JACK & STEWAR, IAN (2001): "Where are the dolphins", *Nature*, 409, 22 February, pp. 1119-1122.
- ◆ COLLINS, NATHAN (2016): "Moléculas especulares en el espacio", *Investigación y Ciencia*, septiembre, p. 6.
- ◆ CORMA, AVELINO; GARCÍA HERMENEGILDO (2003): "Catálisis", *Investigación y Ciencia*, Abril, pp. 68-75.
- ◆ COSANS, C, (2005): "Was Darwin a creationist?" *Perspect Biol. Med.* 48(3), pp. 362-71.
- ◆ CRICK, F, (1982): *Life Itself: Its Origin and Nature*. Simon and Schuster.
- ◆ DAVIDSON, KEAY (1999): "The Universe and Carl Sagan", *Skeptical Inquirer*, Volume 23.6, November/December, pp. 24-31.
- ◆ DAVIS, P.C.W (2003): "Does life's rapid appearance imply a Martian origin", *Astrobiology*, pp. 673-679.

- ◆ DAVIES, PAUL (2008): "Convivimos con microorganismos alienígenos? *Investigación y Ciencia*, febrero, pp. 14-23.
- ◆ DAVIES, PAUL (2002): "La flecha del tiempo", *Investigación y Ciencia*, Noviembre, pp. 15-20.
- ◆ DEAMER, D. WEBER, A. (2010): "Bioenergetics and Life's Origins", *Cold Spring Harb Perspect Biol*, pp. 1-16.
- ◆ DONOGHUE, P. & ANTCLIFFE, J. (2010): "Origins of multicellularity", *Nature*, Vol. 466, 1 July, pp. 41-42.
- ◆ EDITORIAL, (2005): "Theory, fact and the origin of life", *Nature structural & molecular biology*, Vol 12, Number 2, February, p. 101.
- ◆ EVERTS, SARAH (2014): "Moleculares especulares", *Investigación y Ciencia*, enero, pp. 82-85.
- ◆ EZZEL, CAROL (2002): "La proteómica en el horizonte", *Investigación y Ciencia*, Junio, pp. 49-53.
- ◆ GLEISER, MARCELO; THORARINSON, JOEL; IMARI WALKER, SARA (2008a): "Punctuated Chirality", *Orig. Life Evol. Biosph*, 38, pp. 499-508.
- ◆ GLEISER, MARCELO; IMARI WALKER, SARA: (2008b): An extended Model for the Evolution of Prebiotic Homochirality: A Bottom-Up Approach to the Origin of Life. *Orig. Life Evol. Biosph*. 38, pp. 293-315.
- ◆ ----- (2012): "Life's chirality from prebiotic environments", *International Journal of Astrobiology* 11 (4), pp. 287-296.
- ◆ GIBSON, DANIEL; JOHN I. GLASS, CAROLE LARTIGUE, VLADIMIR N. NOSKOV, RAY-YUAN CHUANG, MIKKEL A. ALGIRE, GWYNEDD A. BENDERS, MICHAEL G. MONTAGUE, LI MA, MONZIA M. MOODIE, CHUCK MERRYMAN, SANJAY VASHEE, RADHA KRISHNAKUMAR, NACYRA ASSAD-GARCIA, CYNTHIA ANDREWS-PFANNKOCH, EVGENIYA A. DENISOVA, LEI YOUNG, ZHI-QING QI, THOMAS H. SEGALL-SHAPIRO, CHRISTOPHER H. CALVEY, PRASHANTH P. PARMAR, CLYDE A. HUTCHISON III, HAMILTON O. SMITH, J. CRAIG VENTER, (2010): "Creation of a Bacterial Cell Controlled by a Chemically Synthesized Genome", *Science*, 2 July, Vol. 329, nº 5987, pp. 52-56.
- ◆ HUTCHISON III, CLYDE, RAY-YUAN CHUANG, VLADIMIR N. NOSKOV, NACYRA ASSAD-GARCIA, THOMAS J. DEERINCK, MARK H. ELLISMAN, JOHN GILL, KRISHNA KANNAN, BOGUMIL J. KARAS, LI MA, JAMES F. PELLETIER, ZHI-QING QI, R. ALEXANDER RICHTER, ELIZABETH A. STRYCHALSKI, LIJIE SUN, YO SUZUKI, BILLYANA TSVETANOVA, KIM S. WISE, HAMILTON O. SMITH, JOHN I. GLASS, CHUCK MERRYMAN, DANIEL G. GIBSON, J. CRAIG VENTER, (2016): "Design and synthesis of a minimal bacterial genome", *Science*, 25 Mar. DOI: 10.1126/science.aad6253.

- ◆ HEGSTROM, ROGER; KONDEPUDI, DILIP (1990): “La quiralidad del universo”, *Investigación y Ciencia*, marzo, pp. 35-40.
- ◆ KENDRICK, FRAZIER, (2001): “Was the 'Rare Earth' hypothesis influenced by a creationist?” *The Skeptical Inquirer*; Nov/Dec; 25, p. 6.
- ◆ KUHLMANN, MEINARD (2013): “¿Qué es real?” *Investigación y Ciencia*, Octubre, pp. 25-31.
- ◆ JAYARAMAN, K.S (2008): “Still clueless about origin of life”, *Nature Asia*.  
doi:10.1038/nindia.2008.340
- ◆ JOHNSON, LOUISE (2005): “Asymmetry at the molecular level in biology”, *European Review*, Vol. 13, pp. 77-95.
- ◆ LAZCANO, ANTONIO (2006): “The Origin of Life”, *Natural History Magazine*, 115, 1, pp. 36-41.
- ◆ LAZCANO, ANTONIO; HAND, KEFIN (2012): “Astrobiology: Frontier or fiction”. *Nature*, Vol. 488; Issue 7410, pp. 160-161.
- ◆ LEPAGE, A. J. (2000): “Where they could hide”, *Sci. Am.* 238, pp. 40-41.
- ◆ MARTIN, WILLIAM; SOUSA, FILIPA; LANE, NICK (2004), “Energy at life’s origin”, *Science*, Vol. 344, Issue 6188, 06 Jun, pp. 1092-1093.
- ◆ MARTÍN, OSMEL; PEÑATE, LIUBA; ALVARÉ, ARMANDO; CÁRDENAS, ROLANDO; HORVATH, J.E. (2009): “Some possible Dynamical Constraints for Life’s Origin”, *Orig. Life Evol. Biosph*, 39, pp. 533-544.
- ◆ MUSSER, GEORGE (2002): “Filosofía del tiempo”, *Investigación y Ciencia*, noviembre, pp. 14-15.
- ◆ MEIERHENRICH, U., (2008): “Tracing Life’s Origin: From Amino Acids to Space Mission Rosetta”, in *Advances in Astrobiology and Biogeophysics. Amino Acids and the Asymmetry of Life*, Springer.
- ◆ MYRGORODSKA, LULIA; MEINERT, CORNELIA; MARTINS, ZITA; LE SERGEANT D’HENDECOURT, LOUIS; MEIERHENRICH, UWE (2014): “Molecular Chirality in Meteorites and Interstellar Ices, and the Chirality Experiment on Board the ESA Cometary Rosetta Mission”, *Angewandte Chemie International Edition*, Volume 54, Issue 5, January 26, pp. 1402–1412.
- ◆ OROSCO, MODESTO (2008): “Proteínas en movimiento”, *Investigación y Ciencia*, febrero, pp. 8-9.
- ◆ POLCHINSKI, JOSEPH (2015): “Agujeros negros y muros de fuego”, *Investigación y Ciencia*, abril, pp. 20-25.
- ◆ PENVENNE, LAURA JEAN (1997): “Life’s scalding origins” *Earth*, 6, 3, p. 57.

- ◆ PIZZARELLO, SANDRA (2007): "The Chemistry That Preceded Life's Origin: A Study Guide from Meteorites", *Chemistry&Biodiversity*, Vol. 4, pp. 680-693.
- ◆ PILPEL, AVITAL (2007): "Cosmos and Coincidence", *Skeptic*, 13, p. 3.
- ◆ RIVERA, MARIA C & LAKE, JAMES, A., (2004): "The ring of life provides evidence for a genome fusion origin of eukaryotes", *Nature*, 431, 9 September, pp. 152-155.
- ◆ ROVELLI, CARLO (2008): "Forget time", Essay written for the *FQXi* contest on the Nature of Time, August 24.
- ◆ SANDARS, P.G.H, (2005) "Chirality in the RNA world and beyond", *International Journal of Astrobiology*, January, pp. 49-61.
- ◆ SAGAN, CARL; SHKLOVSKH, (2003): *Vida inteligente en el universo*, Editorial Reverte SA, 1981, reimpresión 2003.
- ◆ SCHWARTZ, A. W. (2007). "Special issue: Nine basic questions on the origins of life, international school of complexity, Erice (Italy), 1 to 6 October 2006". *Origins of Life and Evolution of Biospheres*, 37(4-5), pp. 301.
- ◆ SHERMER, M. (2008): "The Chain of Accidents and the Rule of Law", *Skeptic*, 14, p. 2.
- ◆ STANO, P., & LUISI, P. L. (2007). "Basic questions about the origins of life: Proceedings of the erice international school of complexity (fourth course)", *Origins of Life and Evolution of Biospheres*, 37(4-5), pp. 303-7.
- ◆ STEEL, M.&PENNY, D. (2010): "Common ancestry put to the test", *Nature*, Vol. 465, 13 May, pp. 168-169.
- ◆ SUSSKIND, LEONARD (1997): "Los agujeros negros y la paradoja de la información", *Investigación y Ciencia*, Junio, pp. 12-19.
- ◆ SUS, ADÁN (2016): "Los límites del método científico", *Investigación y Ciencia*, abril, pp. 62-69.
- ◆ SWITEK, BRIAN (2012): "Debate bubbles over the origin of life. Could life have originated in geothermal pounds?" *Nature*, 13 February. doi:10.1038/nature.2012.10024.
- ◆ SZATHMÁRY, EÖRS, (1997): "Origins of life: The first two billion years", *Nature*, 387, 12 June, pp. 662-663.
- ◆ SZOSTAK, J. (2009): "Systems chemistry on early Earth", *Nature*, Vol. 459, 14 May, pp. 171-172.
- ◆ WARD, P&BROWNLEE (2003): *Rare Earth. Why Complex Life Is Uncommon in the Universe*, Copernicus Books.

- ◆ WILSON, T.L., (2001): "The search for extraterrestrial intelligence", *Nature*, Vol. 409, 22 February, pp. 1110-1114.
- ◆ WHITFIELD, JOHN (2009): "Origin of life: Nascence man", *Nature*, Vol. 459, 21 May, pp. 316-319.
- ◆ WOLVERTON, MARK (2000): "Are the Odds for ETI Worse than We Thought?" *Skeptical Inquirer*, Nov-Dic., pp. 51-52.
- ◆ WOOLFSON, ADRIAN (2015): "Origins of life: an improbable journey", *Nature*, 618, Vol. 520, 30 April, pp. 617-618.
- ◆ HE, YUJIAN; DAI ZHIFENG; ZENG, LIXI; LI, CONGLU; QI, FEI; QI, SHENGCHU, (2008): "Earth's Orbital Chirality and Its Possible Role in Biomolecular Evolution", *NeuroQuantology*, June, Vol. 6, Issue 2, pp. 119-125.

**Fecha de recepción: 27 de noviembre de 2017**

**Fecha de aceptación: 4 de marzo de 2018**