

EL PROBLEMA DEL SESGO TERRESTRE EN LA ASTROBIOLOGÍA DESDE LA REFLEXIÓN FILOSÓFICA. ¿QUÉ ENTENDEMOS Y BUSCAMOS COMO “VIDA”?

Jesús Queglas Caruz

jesus.caruz@gmail.com

Resumen: En el marco de la búsqueda de vida extraterrestre, un dilema filosófico cobra relevancia: ¿qué es la vida? ¿Qué criterios nos permiten afirmar que algo está vivo? Y, fundamentalmente, ¿seremos capaces de reconocerla si se presenta fuera de nuestros parámetros habituales? Frente a esta última pregunta, surge un desafío epistemológico denominado sesgo terrestre. Esta investigación realiza un recorrido conceptual por la filosofía de la biología de Antonio Dieguez, lo que provee una base teórica para contrastar con estudios académicos y de divulgación en astrobiología, como los de Darnell y Yamagishi, Kakegawa & Usui. El objetivo central es abordar el siguiente dilema: ¿podemos reconocer la vida en un sentido universal y necesario teniendo como único referente la vida en la Tierra? Para enfrentar este desafío, el estudio propone una ruta conceptual que busca una solución desde la filosofía. La tesis principal es que, si el problema radica en distinguir lo contingente de lo necesario en lo vivo, es necesario re-conceptualizar dos ideas clave. Así, el vasto conocimiento sobre la vida terrestre (lo contingente) se clasificaría bajo un "criterio sintético", mientras que los principios derivados de investigaciones biofísicas responderían a "criterios analíticos" de lo vivo. Esta aplicación conceptual se ejemplifica con una crítica a lo que Dieguez denomina "biología sintética" y "biología analítica", en contraste con el análisis de los juicios sintéticos y analíticos de Kant / Quine. Tras esta redefinición, se presentan tres criterios analíticos de lo vivo: el criterio entrópico, el teleológico y el informacional. Por otro lado, características como la necesidad de CO₂, la respiración, el ADN/ARN o la organización celular responden a criterios sintéticos, ya que representan posibilidades contingentes y no necesidades absolutas de los seres vivos. A partir de este análisis, se plantea que las investigaciones tecnocientíficas dirigidas a buscar vida fuera de la Tierra deben priorizar la identificación de criterios analíticos, y no sintéticos, para así superar el problema del sesgo terrestre.

Palabras claves: filosofía de la biología, astrobiología, criterio sintético, criterio analítico, vida, sesgo terrestre.

INTRODUCCIÓN

La preocupación central de este análisis radica en el esfuerzo por clarificar qué concepto de "vida" se utiliza como fundamento al realizar investigaciones sobre lo vivo en astrobiología. Este campo, por su propia naturaleza empírica, se enfrenta a un profundo dilema epistemológico derivado del sesgo terrestre (Diéguez, 2012), donde el único ejemplo conocido de vida (la terrestre) contamina la definición universal. Esto conduce a la ineludible confusión entre las propiedades necesarias de la vida y las contingentes o accidentales.

Para superar este obstáculo, este trabajo propone una Relectura Epistemológica. Distingue rigurosamente entre Criterios Sintéticos — propiedades contingentes ligadas a la experiencia a posteriori, como el ADN, el agua líquida o la química del carbono— y Criterios Analíticos — propiedades necesarias e invariantes, como la Teleología (Agencia Pura), la Entropía (Lucha Disipativa) y la Información (Codificación de la Persistencia)—, con el fin de establecer una definición de vida verdaderamente universal.

La inquietud que detona esta propuesta ha sido articulada por diversas voces. Desde la filosofía de la biología, Diéguez (2012) instó a diferenciar la Biología Sintética (el estudio experimental de lo posible, el *Bios*) de la Biología Analítica (el estudio conceptual de lo necesario, la *Zoé*). Paralelamente, en la astrobiología, Lewis Dartnell (2013) enfatizó la urgencia de trascender los criterios de lo "celular" para evitar la ceguera ante formas de vida alienígenas. Esta necesidad de rigor fue confirmada por el análisis de Yamagishi, Kakegawa & Usui (2019), quienes señalaron las deficiencias en los criterios de búsqueda de vida extraterrestre.

Esta trayectoria intelectual detona la necesidad de contrastar la lectura filosófica de Kant (1764/1781) sobre la matriz analítico/sintético con la crítica de van Orman Quine (1951), orientando la Biología Analítica mencionada por Diéguez (2012) hacia una reinterpretación conceptual. El replanteamiento se ancla en la pregunta de los antiguos sobre la *Zoé* o el principio animador (*Psyché*), buscando la esencia universal.

Finalmente, esta nueva teoría de la vida universal debe ser revisada rigurosamente. Sus postulados se validan desde principios analíticos y filosóficos fundamentales: se adopta la metodología de falsación de Karl Popper (1929/1935) como método operativo en la búsqueda espacial.

Esto contrasta con la tendencia a la verificación de vida, donde el sesgo terrestre se manifiesta al utilizar análogos como los estudios en la Antártida —con atmósferas o condiciones extremas similares— para contrastar la posibilidad de vida, limitando la búsqueda a las firmas ya conocidas (sintéticas). Se recurre, además, a la lógica del lenguaje para la coherencia conceptual (Wittgenstein, 2012/1922); y se reafirma el contraste crítico entre lo contingente y lo necesario, fundamental en el debate Kant/Quine. El objetivo es proporcionar a la astrobiología una hipótesis universal, rigurosa y falsable, que defina la vida por su lógica interna de persistencia.

LA VIDA EN DISCUSIÓN

La pregunta fundamental de la astrobiología —qué es la vida— se encuentra históricamente limitada por un problema epistemológico que denominamos el sesgo terrestre. La identificación del problema es clara: al poseer un único punto de referencia, la vida en la Tierra, la astrobiología confunde inevitablemente las propiedades necesarias de la vida con las accidentales o contingentes. Este sesgo se manifiesta en la priorización de la búsqueda de criterios sintéticos, como la presencia de agua líquida o la química del carbono, que, si bien son esenciales para la vida terrestre, no pueden ser universalmente válidos para toda la vida posible en el cosmos (Diéguez, 2012; Dartnell, 2013). La consecuencia directa de esta limitación es la potencial ceguera ante formas de vida radicalmente diferentes a las que conocemos.

Para superar este dilema, la investigación propone un marco conceptual de origen filosófico que establece una distinción crucial. Este marco se basa en la relectura de la matriz analítico/sintético de Immanuel Kant (Kant, 1960/1781), y su posterior desarrollo en la filosofía de la ciencia, para clasificar los criterios biológicos y metodológicos.

LA RELECTURA EPISTEMOLÓGICA: ANALÍTICO VS. SINTÉTICO

La filosofía de la biología moderna, al igual que la astrobiología, se enfrenta a la tensión entre lo que es la vida y lo que podría ser. En este contexto, la distinción opera de la siguiente manera:

1. **Criterios Sintéticos:** Son propiedades contingentes que se adquieren mediante la experiencia empírica (a posteriori). Son los catálogos circunstanciales de la vida observada, es decir, todo aquello que ha permitido la manifestación de la vida en nuestro planeta: la estructura de la doble hélice, el solvente

agua, la autonomía metabólica o, incluso, la razón discursiva humana (un juicio que, de forma intuitiva, es postulado erróneamente como a priori de lo vivo). Estos criterios son válidos para describir la vida que conocemos (la Biología Sintética entendida como la creación y estudio de las posibilidades de conformación de la vida, su potencial experimental), pero son insuficientes para definirla en su esencia universal. Su correlato en la tradición griega es el *Bíos* (βίος), la vida calificada y específica, la biografía (Platón, 2020/370 A.C.). La naturaleza contingente de estos criterios remite, por ejemplo, a las formas de agregación transitoria descritas por Empédocles, que carecen de la necesidad intrínseca de la esencia. El contraste es claro: la vida sintética terrestre requiere agua líquida, mientras que una hipotética vida sintética marciana podría requerir sales de perclorato o metano como disolvente.

2. Criterios Analíticos: Son propiedades necesarias e invariantes que definen la vida per se —aquello que debe ser cierto de cualquier forma de vida, sin importar su sustrato químico (carbono, silicio, etc.) o entorno. Estos juicios son verdaderos por definición o por la lógica interna del concepto. Para la astrobiología, estos deben ser los fundamentos de la búsqueda universal. Su correlato griego es la *Zoé* (Ζοή), el impulso vital universal, la vida en su sentido más esencial, la cual se vincula al concepto de *Psyché* (ψυχή) Platónico como el principio animador inmanente (Platón, 2020/370 A.C.).

La Biología Analítica se concibe entonces como la disciplina que estudia las condiciones necesarias para la organización y persistencia de múltiples formas de vida, despojándose de cualquier accidente o contingencia químico-terrestre, elementos que solo son circunstanciales a la vida posible y no a su esencia universal.

EL VÍNCULO FILOSÓFICO Y EL CONCEPTO DE AGENCIA PURA

La matriz platónica nos proporciona la herramienta para desantropocentrizar la definición de lo vivo, es decir, para eliminar la razón humana como criterio de vida.

En el diálogo del Fedón, Platón (2020/370 A.C) aborda el concepto de *Psyché* o alma, concibiéndolo no únicamente como el asiento de la razón discursiva, sino fundamentalmente como el principio inmanente de vida

y movimiento que dota a la materia inerte de un impulso dirigido. Este es el punto de partida para el primer y más crucial pilar analítico: la Teleología.

La Teleología no se entiende aquí en su sentido teológico o metafísico estricto, sino como Agencia Pura o causalidad final: el impulso intrínseco del sistema para persistir, autoconservarse y autorregular sus límites, resistiendo activamente el entorno. Al separar la razón o conciencia de este principio (la razón es una facultad superior y sintética), se establece que la agencia pura es un requisito analítico de la vida, verificable en una planta, un microorganismo, o incluso en formas de vida extraterrestre que carezcan de cualquier rasgo de inteligencia humana —Yace acá el concepto “célula” como lo explica Dartnell (2013)—. El ser vivo es aquel que, en un nivel físico-químico, está activamente dirigido a su propia existencia.

LOS TRES PILARES Y LA FÍSICA DE LA PERSISTENCIA

El concepto de Agencia Pura debe ser formalizado en términos físicos universales. Esto lleva a la formulación de los tres pilares de la Vida Analítica, los cuales deben ser mutuamente dependientes y necesarios:

La propuesta de Vida Analítica surge de la necesidad de establecer un criterio de contraste universal. Si la Biología Sintética (la disciplina que hipotetiza y crea las condiciones de vida, como la biología sintética de laboratorio o los modelos computacionales de Dieguez, 2018) solo puede ofrecernos ejemplos posibles (catalogados como sintéticos), la Biología Analítica (la propuesta de esta tesis) debe ofrecer el fundamento necesario que subyace a todos esos ejemplos.

Lewis Dartnell (2013) y otros astrobiólogos señalan constantemente que la astrobiología debe ir más allá de la "celularidad" y la "química del ADN" para evitar la ceguera ante lo alienígena. Nuestra propuesta, en línea con esta crítica, establece que los tres pilares actúan como la definición operacional mínima de la vida: una estructura debe exhibir los tres para ser considerada Zoé (Zōé), en lugar de simplemente un fenómeno geológico complejo.

Estos pilares se postulan en directa relación con la matriz analítica/sintética: si la Vida Analítica es la esencia necesaria, entonces la manifestación de esa vida (la Vida Sintética que Dartnell (2013) busca en el universo) debe ser la actualización contingente de estos tres

principios. Los pilares no son una lista de verificación biológica, sino las condiciones de posibilidad físico-organizacionales de lo vivo:

- A) Teleología: La Agencia Dirigida (El Principio Organizador)
- Definición: El sistema manifiesta un patrón de organización autónoma y resiliencia donde los componentes trabajan *para* la persistencia del sistema como un todo, y no solo como subproductos de reacciones aleatorias.
 - Correlato con la Búsqueda: La Teleología, como principio de organización, es lo que permite diferenciar una roca que solo se desintegra (proceso pasivo) de una forma de vida que invierte energía para reparar activamente su estructura o adaptarse a un cambio ambiental (proceso activo y dirigido).
- B) Entropía: La Lucha Disipativa (La Lógica Termodinámica)
- Fundamento Científico/Filosófico: Esta lucha es la formalización de la batalla entre el Amor y el Odio de Empédocles. La vida es un fenómeno de desequilibrio constante.
 - Concepto Analítico: Un sistema vivo es una Estructura Disipativa (Prigogine, 1969) que se mantiene en un estado de bajo contenido entrópico interno (orden local) al disipar activamente energía y materia hacia el entorno (Odio). Su persistencia requiere de un flujo constante de energía. Lo no-vivo, como un cristal, solo resiste pasivamente hasta alcanzar el equilibrio.
- C) Información: La Codificación de la Forma (El Principio de Continuidad)
- Concepto Analítico: La vida debe almacenar, procesar y transmitir un patrón complejo y mutable que instruye a la materia sobre cómo construir y mantener la estructura disipativa teleológica a través de las generaciones. No se busca el ADN, sino la codificación funcional que permite la persistencia a lo largo del tiempo.
 - Integración Crítica: Este pilar es crucial para diferenciar la vida de una estrella. Una estrella es una estructura disipativa (Entropía) que mantiene su forma (Teleología), pero su "forma" (*Morphé*) es enteramente explicable por las leyes gravitacionales y la fusión nuclear. Su patrón no es codificado, mutable o replicable. El ser vivo, en cambio, porta un código que dirige la persistencia.

LA PRAXIS DE LA BÚSQUEDA Y LA INTUICIÓN EN FORMULACIÓN LÓGICA

La articulación de la Vida Analítica es el requisito para liberar la astrobiología de la paradoja de la falta de contraste, el sesgo terrestre. Si no podemos contrastar la vida terrestre con otra forma de vida, la única opción rigurosa es contrastar con la no-vida a través de criterios universales (Yamagishi, Kakegawa & Usui, 2019).

Esto presenta a la astrobiología una opción, la metodología de la falsación de Popper (1980/1935). La falsación, como núcleo de la metodología científica, se vuelve esencial para la astrobiología debido a la naturaleza misma del sesgo terrestre. Si la ciencia utiliza la verificación para buscar vida - ¿La muestra tiene ADN? -, siempre estará confirmando un prejuicio sintético. Esto nunca nos permitiría descubrir un organismo basado en silicio o un código informacional no-molecular.

Definimos como la proposición "x es una manifestación de Vida Analítica" (cumplimiento de Entropía, Teleología e Información), y S(x) como "x es una manifestación de Vida Sintética" (cumplimiento del catálogo químico y estructural terrestre o de laboratorio).

$$\forall x[S(x) \Rightarrow A(x)]$$

El argumento no verbal I(x) —el juicio intuitivo, pre-lingüístico, de que un fenómeno está "siendo" en el sentido de una agencia persistente— juega un rol crucial en la praxis formal. Este argumento no es un criterio científico, sino un posibilitador que valida la aplicación del criterio analítico desde la intuición.

Se postula la siguiente equivalencia para el ámbito de la búsqueda extraterrestre:

$$\forall x [I(x) \Leftrightarrow A(x)]$$

El Argumento no verbal I(x) es verdadero si y sólo si el fenómeno x ha satisfecho las condiciones de la vida analítica A(x). En la práctica, la detección de un patrón de organización y disipación de entropía que no se explica por la inercia geológica (el cumplimiento de A(x)) es lo que activa la intuición I(x) en el observador. Esta formalización tiene una doble implicancia:

1. Guía Metodológica: La función de $I(x)$ es obligar al científico a aplicar el riguroso análisis de $A(x)$.
2. Apertura Ontológica: Una vez que $I(x)$ es disparado, la búsqueda se libera de las limitaciones terrestres y se dirige a la posibilidad (\diamond) de una manifestación sintética radicalmente diferente: $\forall x [I(x) \Rightarrow \diamond S_{nuevo}(x)]$.

El objetivo final de esta formalización es transformar una intuición (el $I(x)$) en una hipótesis falsable (el $A(x)$), orientando el diseño de Experimentos Mínimos hacia la detección de la lógica de la vida, y no de su mero catálogo.

El proceso de descubrimiento astrobiológico, según este marco, no culmina con la formulación de la hipótesis, sino que comienza con ella. Dicho proceso sigue la siguiente secuencia lógica y metodológica:

1. Activación del Juicio Analítico por Intuición: Un fenómeno extraterrestre x genera el Argumento No Verbal ($I(x)$) en el observador, lo cual, por la equivalencia lógica, implica la afirmación $A(x)$ (el fenómeno es Vida Analítica).
2. Estado de Crítica y la Hipótesis de Vida: La afirmación $A(x)$ se establece como la Hipótesis Científica de Trabajo —"Existe vida en el sistema x "—. El estado de la Hipótesis se transforma inmediatamente en un estado de crítica (Popper, 1980/1935). La ciencia no busca verificar que $A(x)$ sea cierta, sino diseñar experimentos para probar que $A(x)$ es falsa.
3. El Diseño Experimental de Falsación: La meta de los Experimentos Mínimos propuestos en esta tesis es falsear la hipótesis $A(x)$. Esto implica buscar activamente evidencia que demuestre la negación de los pilares analíticos:
Objetivo Experimental \rightarrow Buscar evidencia de $\neg A(x)$
 - Falsación Teleológica: Demostrar que la aparente agencia del sistema se reduce a procesos inerciales no dirigidos.
 - Falsación Entrópica: Demostrar que el patrón de disipación de energía puede ser completamente explicado por procesos físico-químicos conocidos sin la intervención de una estructura disipativa organizada.
 - Falsación Informativa: Demostrar que la complejidad observada no es replicable ni codificable.

Solo tras el fracaso reiterado en falsear $A(x)$ mediante la aplicación rigurosa de los criterios analíticos, se puede concluir que la afirmación $A(x)$ es la descripción más robusta y universal del fenómeno, abriendo así el camino para la investigación sintética detallada ($S_{nuevo}(x)$). El rigor de la búsqueda de vida no reside en el listado de marcadores que esperamos encontrar, sino en la solidez de las hipótesis que intentamos refutar.

Esta formulación afirma que toda vida sintética es, necesariamente, vida analítica. La creación de un organismo en un laboratorio de Biología Sintética ($S(x)$) o la descripción de la vida terrestre, sólo son posibles porque la entidad subyacente satisface los principios universales de persistencia y disipación ($A(x)$). La Vida Analítica es, por lo tanto, la condición necesaria (aunque no suficiente) de la Vida Sintética.

El problema que la astrobiológica actual ha identificado en el dilema “sesgo terrestre” radica en la inversión falaz de esta implicación: asumir que si algo es $A(x)$, debe ser $S(x)$, o, peor aún, limitarse a buscar solo las condiciones de $S(x)$ para validar $A(x)$. La astrobiología, en cambio, debe operar bajo la restricción: $\neg A(x) \Rightarrow \neg S(x)$, garantizando que nada pueda ser considerado vida (sintética o no) si viola la lógica analítica fundamental, posicionando la prioridad en buscar biomarcadores analíticos, ya que estos nos pueden llevar a nuevos marcadores “sintéticos” de los cuales no tenemos experiencia o conocimiento alguno en lo “vivo”, superando así el sesgo.

La falsación ofrece la vía de escape de este círculo vicioso. La detección de vida se transforma así en un ejercicio de crítica y rigor negativo: el científico no debe intentar probar la vida, sino buscar activamente *demostrar que el fenómeno no es vida*. El criterio analítico se convierte en la hipótesis universal falsable de la vida.

Solo cuando se han agotado todos los intentos por falsear los tres pilares analíticos —es decir, cuando todos los modelos no-vivos (geológicos, físicos o químicos) han sido refutados para explicar el fenómeno—, la ciencia puede concluir, con un alto grado de certidumbre popperiana, que ha encontrado Vida Analítica. Este enfoque proporciona a la astrobiología un modelo universal que trasciende el sesgo terrestre y se basa en la lógica irrefutable de la persistencia organizada. Esta conclusión es vital: la confirmación de la Vida Analítica en un fenómeno

extraterrestre implica inmediatamente la existencia de un Criterio Sintético de Vida (el cómo está hecho) que es, por definición, nuevo y desconocido si la vida no es terrestre. La validación del criterio analítico nos demarca el área de búsqueda de los criterios sintéticos inexplorados, que son la manifestación contingente del nuevo organismo (Ej. la molécula portadora de información no-ADN).

Finalmente, el primer indicio de vida, el Argumento No Verbal, esa intuición pura de agencia que experimenta el observador al presenciar un fenómeno que resiste la muerte o persiste en un entorno hostil—, es el detonante pre-lingüístico que valida la necesidad de la definición analítica. Solo cuando se fracasa en falsear la hipótesis analítica, se concluye que el fenómeno cumple con el fundamento de la Zoé universal.

El Argumento No Verbal se ilustra con el contraste de tres ejemplos al aplicar los Pilares Analíticos:

1. El Grano de Arena (No Vida): Falla en los tres pilares.
 - Teleología: Falla. El grano de arena es pasivo; su forma y existencia se deben a la erosión (fuerzas externas) y no a una organización interna dirigida a la persistencia.
 - Entropía: Falla. No mantiene un bajo contenido entrópico activo; es una estructura en equilibrio termodinámico que se desintegra pasivamente según las leyes físicas.
 - Información: Falla. Su estructura cristalina se explica por la química simple; carece de un patrón complejo y mutable codificado para su replicación o persistencia. Por lo tanto, no es Vida Analítica.

- 2) El Virus (Frontera Sintética, Cumplimiento Analítico):
 - Teleología: Cumple. El virión está intrínsecamente dirigido a la replicación. Toda su organización es una estrategia activa para su autoconservación, que es el núcleo de la Agencia Pura.
 - Entropía: Parcialmente cumple. Aunque inactivo es inerte, al infectar, el virus co-opta una célula huésped para crear una Estructura Disipativa organizada y activa, forzando un enorme flujo de energía para su beneficio.
 - Información: Cumple. El virus es esencialmente Información Codificada (ADN/ARN) que se replica y se transmite, satisfaciendo el principio de continuidad.

- **Conclusión:** El virus falla el Criterio Sintético de Autonomía Metabólica (es dependiente de la célula), por lo que la biología tradicional lo categoriza como "no vivo". Sin embargo, satisface los Criterios Analíticos de Teleología e Información, demostrando que la vida se define por su organización dirigida y no por su maquinaria autónoma.
- 3) **La Estrella Colapsando o el Huracán (Fenómeno Disipativo Complejo):** Falla en el pilar clave.
- **Teleología:** Cumple (Sentido Físico). Muestra una forma (el vórtice o la esfera estelar) que es mantenida por fuerzas internas y resiste la disipación, lo cual se asemeja a una "agencia" física.
 - **Entropía:** Cumple. Ambos son Estructuras Disipativas por excelencia; mantienen un orden local (el ojo del huracán, la esfera estelar) al disipar activamente inmensas cantidades de energía.
 - **Información:** Falla. La forma y evolución de la estrella o el huracán son completamente predecibles por las leyes de la física y no requieren un código complejo y replicable que instruya a la materia sobre cómo ser un huracán o ser una estrella. No son Vida Analítica.

CONCLUSIÓN

Esta investigación partió de una misión clara: identificar el "sesgo terrestre" —nuestra tendencia a buscar vida que se parezca a la nuestra— como el gran obstáculo en la astrobiología, y proponer una alternativa. El resultado es la Biología Analítica, un marco que cambia la pregunta fundamental. Ya no nos preguntamos "¿dónde hay agua o carbono?", sino "¿dónde existe un sistema que manifieste los principios universales de la vida?". Al desplazarnos de lo sintético (la química específica de la Tierra) a lo analítico (la lógica subyacente), hemos propuesto definir la vida a través de tres pilares: Teleología (propósito o agencia dirigida a la persistencia), Entropía (la gestión activa del desorden) e Información (la capacidad de preservar y transmitir un diseño).

Para anclar estas ideas en la ciencia y no solo en la filosofía, fue esencial recurrir a la física. La obra de Erwin Schrödinger (2005/1944), quien

describió la vida como un sistema que se "alimenta de entropía negativa" (p. 45), y la de Nicolis & Prigogine (1977), con sus "estructuras disipativas", nos proporcionan la base. Ellos demostraron que la vida no es un milagro que viola las leyes físicas, sino una consecuencia magistral de ellas: es orden local que se mantiene disipando energía. Bajo esta luz, la Teleología y la Información se revelan como los mecanismos lógicos que permiten que este fenómeno físico no solo exista, sino que se perpetúe. Los tres pilares, entonces, no son conceptos abstractos, sino la formalización de la lógica de la persistencia en un universo gobernado por leyes.

Sin embargo, lejos de ser un punto final, este marco abre nuevas y profundas preguntas que deben guiar la investigación. La primera es un desafío práctico y filosófico: ¿cómo detectamos "agencia" o propósito a años luz de distancia? El reto está en diseñar instrumentos que puedan distinguir entre un patrón complejo pero pasivo (como una estrella) y uno activamente autodirigido. La validez de nuestro modelo se pondrá a prueba cuando intentemos falsificarlo, buscando fenómenos que nuestros criterios no pueden explicar.

Esto nos lleva a la duda más profunda: ¿y si nuestros tres pilares, en su búsqueda de universalidad, son insuficientes? ¿O incluso excesivos? Imaginemos que encontramos un sistema cósmico que gestiona la entropía y maneja información, pero cuya "agencia" es ambigua. ¿Lo declararemos no vivo? Seguiríamos nuestro modelo, pero tal hallazgo provocaría una crisis conceptual. Nos enfrentaremos a la posibilidad de que, al superar nuestro sesgo químico, hayamos creado un nuevo sesgo lógico. Como sugería Wittgenstein (2012/1922), los límites de nuestro lenguaje pueden ser los límites de nuestro mundo. ¿Hemos descubierto el lenguaje universal de la vida, o solo hemos llegado al límite de nuestra propia capacidad para conceptualizarla? De todas formas, vale limitarnos a nuestras capacidades, no desmoralizarnos al pensar en seres vivos de cuatro dimensiones, por ejemplo.

La verdadera contribución de este trabajo no es, por tanto, una respuesta definitiva, sino una crítica interpretativa a la visión generada. Nos invita a repensar la búsqueda de "más vida terrestre" y embarcarnos en una gesta ontológica más ambiciosa: la búsqueda de la lógica organizacional universal. El futuro de la astrobiología dependerá de nuestra humildad para diseñar experimentos que busquen activamente refutar nuestros propios conceptos, en lugar de solo confirmarlos. Solo

así podremos esperar que nuestra razón, forjada en un pequeño planeta, llegue a ser tan vasta como el cosmos que anhela comprender, del cual seguramente no sabemos más que un pequeño grano de arena.

REFERENCIAS

- Dartnell, L. (2013). *Vida en el universo: Una introducción a la astrobiología* (D. Otero-Piñeiro Trad.). Alianza Editorial. (Trabajo original publicado en 2007).
- Diéguez, A. (2012). *La vida bajo escrutinio: Una introducción a la filosofía de la biología*. Ediciones de Intervención Cultural / Biblioteca Buridán.
- Kant, I. (1960). *Crítica de la razón pura* (J. Del Perojo, & J. Rovina, Trads.). Editorial Losada. (Trabajo original publicado en 1781).
- Platón (2020). *Diálogos: Fedón, El Banquete, Fedro* (Vol. III). (C. García Gual, M. Martínez Hernández & E. Lledó Íñigo, Trads.). Editorial Gredos S. A. (Trabajo original publicado circa 370 A.C.)
- Popper, K. R. (1980). *La lógica de la investigación científica* (V. Sánchez de Zabala Trad.). Editorial Tecnos S.A. (Trabajo original publicado en 1935).
- Prigogine, I. (1969). Structure, Dissipation, and Life. En M. Marois (Ed.), *Theoretical Physics and Biology: Proceedings of the First International Conference on Theoretical Physics and Biology, Palasi Des Congrès, Versailles, 26-30 June 1967* (pp. 23-52). North-Holland Publishing Co.
- Nicolis, G. & Prigogine, I. (1977). *Self-organization in nonequilibrium systems: From dissipative structures to order through fluctuations*. John Wiley & Sons.
- van Orman Quine, W. (1951). Two Dogmas of Empiricism. *The Philosophical Review*, 60(1), 20-43. <https://doi.org/10.2307/2181906>
- Wittgenstein, L. (2012). *Tractatus Logico-Philosophicus* (J. Muñoz Veiga & I. Reguera Pérez, Trads.). Alianza Editorial. (Trabajo original publicado en 1922).
- Schrödinger, E. (2005). *¿Qué es la vida?* (R. Guerrero Trad.). Textos de biofísica. (Trabajo original publicado en 1944)
- Yamagishi, A., Kakegawa, T., & Usui, T. (2019). *Astrobiology: From the origins of life to the search for extraterrestrial intelligence*. Springer Singapore. <https://doi.org/10.1007/978-981-13-3639-3>

* * * * *