

¿Qué queremos decir realmente cuando hablamos de vida?

QTC-009 · De los quarks a la consciencia

El universo, la vida y cómo llegamos a saberlo

Autor: Juan Segurola

Versión: v1.1 ES · 2 de septiembre de 2026

Perfil epistémico: En debate entre especialistas

Licencia: All Rights Reserved

Resumen del artículo

La ciencia no posee una definición de vida aceptada universalmente, en parte porque se pide a una sola palabra que clasifique entidades, exprese una teoría de la organización viviente y guíe la búsqueda de una biología desconocida. Las listas familiares fallan en los bordes: los organismos estériles viven, las esporas se vuelven casi inertes, los virus evolucionan sin metabolismo autónomo y viroides o priones reproducen patrones sin ser células. Definiciones como la fórmula de trabajo de la NASA, la autopoiesis, el quimotón y la autonomía unida a evolución abierta iluminan rasgos distintos, pero heredan puntos ciegos diferentes. Además, la Tierra solo ofrece una biosfera celular profundamente emparentada, por lo que los rasgos universales pueden mezclar necesidades con herencias históricas. Detectar vida exige contexto, controles y evidencia convergente. La práctica actual más defendible es un pluralismo disciplinado: declarar tarea, unidad y criterios, y dejar que la evidencia los ponga a prueba.

En 60 segundos

No existe una única definición científica de vida que resuelva todos los casos límite. Eso no significa que la biología haya fracasado. Las definiciones cumplen trabajos distintos: clasifican entidades conocidas, resumen teorías de organización y guían instrumentos que buscan vida desconocida. Una lista de metabolismo, crecimiento, reproducción y respuesta tropieza enseguida con excepciones. Los individuos estériles están vivos; las esporas latentes pueden quedar casi inactivas; los virus evolucionan, pero necesitan células; viroides y priones se replican de maneras aún más extrañas. Las definiciones teóricas también dividen el problema de modos distintos. La autopoiesis destaca la organización que se produce a sí misma, el quimotón acopla metabolismo, frontera e información, y las definiciones evolutivas recuperan la herencia, pero hacen difícil medir la evolución abierta durante una misión. Como toda vida celular conocida comparte ascendencia profunda, la Tierra es una muestra sesgada de una sola historia. La habitabilidad, las moléculas orgánicas o una señal extraña aislada no demuestran vida. La respuesta práctica no es relativismo: hay que identificar qué se clasifica, con qué finalidad y qué evidencia separaría la vida de alternativas convincentes.

Por qué importa esta pregunta

Una definición controla lo que cuenta un microscopio, lo que intenta construir un experimento sobre el origen y lo que se diseña para detectar una nave espacial. Si la definición cambia en silencio su unidad, de organismo a linaje, o su propósito, de explicación a detección, el desacuerdo puede parecer más profundo o más superficial de lo que es. La pregunta también pone a prueba la humildad científica. Conocemos la vida a través de una sola biosfera emparentada, pero queremos criterios capaces de reconocer una segunda génesis desconocida. La precisión empieza por nombrar el trabajo antes de defender la respuesta.

1. Una palabra, tres trabajos

La pregunta

¿Cómo pueden coexistir 123 definiciones publicadas de vida sin que una derrote simplemente a las demás? Porque a menudo responden preguntas distintas, eligen unidades biológicas diferentes y expresan teorías divergentes sobre qué rasgos de la organización viviente son fundamentales.

No existe una definición científica de vida aceptada universalmente. El estudio de Edward Trifonov de 2011 comparó 123 definiciones publicadas y extrajo vocabulario recurrente, pero el recuento no cerró la cuestión.[5] Documentó la densidad del debate, no un catálogo exhaustivo ni una prueba de que todas las propuestas sean igualmente útiles.[1–4,10,13]

A la palabra se le piden al menos tres trabajos. Una regla de clasificación decide si un virus, una espora o un sistema sintético entra en una categoría. Una definición teórica comprime una explicación de cómo funciona la organización viviente. Una definición operativa indica a una misión o experimento qué debe medir. Los propósitos se solapan, pero triunfar en uno no garantiza triunfar en los otros.[2,3,24,25,31]

Las definiciones también reparten de manera diferente el peso entre autonomía, metabolismo, compartimentación, herencia y evolución. Pueden tomar como unidad una célula, un organismo, un linaje reproductivo o un sistema ecológico más amplio. Algunos desacuerdos son, por tanto, de palabras y contabilidad; otros son disputas sustantivas sobre dónde reside la organización biológica.[2,3,7,10,13]

Una definición operativa puede ser científicamente valiosa sin pretender revelar la esencia de la vida en todos los mundos posibles. La disciplina consiste en fijar los criterios antes de ver el resultado y admitir su dominio previsto.[2,3,25,31] Cleland y Chyba formulan una propuesta filosófica más fuerte: la vida podría ser una clase natural cuya mejor caracterización deba esperar a una teoría madura, del mismo modo que el agua se hizo inteligible mediante la química.[2] Es un argumento, no una demostración empírica de que las definiciones operativas sean inútiles.

La ambición de encontrar universales afronta otra limitación. Los organismos celulares conocidos comparten bioquímica profunda y una evidencia sólida de ascendencia común universal.[11,35,36] La Tierra ofrece una diversidad inmensa, pero no muchos orígenes independientes confirmados. Un rasgo universal aquí puede ser necesario para la vida o una herencia de una única historia exitosa. Los orígenes virales requieren tratamiento separado, y la ascendencia común no demuestra que la vida surgiera una sola vez.[28,31]

En qué punto estamos

El argumento no es que las definiciones sean inútiles. Es que clasificación, explicación y detección plantean exigencias distintas, mientras una biosfera emparentada limita los universales que podemos inferir. Antes de elegir entre teorías, la lista familiar debe superar su propia prueba: ¿separan realmente metabolismo, crecimiento, reproducción, fronteras y respuesta cada caso vivo de cada caso no vivo?

2. La lista se rompe en los bordes

Las listas de rasgos de la vida reaparecen por buenas razones. Organización delimitada, uso de energía y materiales, mantenimiento, crecimiento, reproducción, herencia, respuesta y capacidad de evolucionar describen gran parte de la biología ordinaria.[8,9,31] Una lista sirve para comparar, pero se vuelve circular si sus elementos se eligen sobre todo porque los organismos familiares ya los poseen.

Ningún rasgo familiar basta por sí solo. Los cristales crecen, las llamas se propagan, las células de convección mantienen movimiento organizado y los sistemas electroquímicos pueden conservar gradientes. Esos ejemplos no son organismos en miniatura. Solo muestran que crecimiento, movimiento, orden o uso de energía no pueden decidir por sí mismos la categoría.[3,8,25,31]

La reproducción revela el problema del nivel. Una hormiga obrera, una mula o una persona estéril siguen vivas aunque ese individuo no pueda reproducirse. La evolución darwiniana pertenece a poblaciones o linajes reproductivos a lo largo de generaciones, no a cada organismo en cada instante.[2,3,13] La reproducción sigue siendo central para la continuidad de la vida, pero exigirla a cada individuo produce una clasificación errónea.

El metabolismo también cambia con el estado. Las endosporas bacterianas pueden permanecer extremadamente reducidas o efectivamente inertes durante largos periodos y germinar después cuando mejoran las condiciones.[12,13] Las afirmaciones de metabolismo absolutamente nulo dependen del método, pero el punto biológico se mantiene: una actividad metabólica alta y continua no es necesaria para seguir siendo miembro viable de un linaje vivo.

La autonomía es gradual, no absoluta. Todo organismo depende de materia, energía y condiciones ambientales; los parásitos intracelulares obligados pueden desechar funciones biosintéticas y seguir siendo células.[13,33] La celularidad incluye limpiamente a todos los organismos celulares conocidos, pero excluye a los virus adoptando la propia frontera discutida. Puede ser defendible, pero no demuestra de modo independiente dónde debe terminar la vida.[13–16]

En qué punto estamos

La lista funciona mejor como mapa de propiedades recurrentes que como veredicto mecánico. Los rasgos aislados admiten imitaciones abióticas, los estados vivos pueden suprimir el metabolismo, la reproducción pertenece en parte a los linajes y la autonomía tiene grados. El siguiente paso es teórico: preguntar qué organización intenta explicar cada definición y qué punto ciego aparece cuando el modelo alcanza un caso límite.

3. Las definiciones son modelos

La pregunta

Si una lista de rasgos no puede resolver todos los casos, ¿debería una definición describir la organización que hace posible la vida? Los modelos rivales responden que sí, pero discrepan sobre si mantenimiento, fronteras, información o evolución abierta tienen el mayor peso explicativo.

Una definición de trabajo de la NASA muy utilizada describe la vida como un sistema químico autosostenido capaz de evolución darwiniana.[1,3,4] Su fortaleza es la economía teórica: química, automantenimiento y capacidad evolutiva aparecen en una frase. Es una definición de trabajo vinculada a la astrobiología, no una declaración final sobre todo sistema vivo concebible.

Su dificultad operativa aparece en las misiones. La evolución darwiniana es de forma natural una propiedad de sistemas o linajes a lo largo de generaciones, pero una misión robótica no puede normalmente esperar lo suficiente para observar directamente evolución abierta. Los instrumentos miden, por tanto, proxies químicos, estructurales, metabólicos o ecológicos.[3,25,26] El criterio evolutivo sigue siendo importante; la medición es indirecta.

La autopoiesis sitúa el énfasis en otro lugar. Varela, Maturana y Uribe describieron una red de procesos que produce y mantiene continuamente los componentes y la frontera que constituyen el sistema como unidad.[6] Eso destaca el cierre organizativo y la autoproducción. Sin embargo, la autopoiesis por sí sola no exige necesariamente variación hereditaria ni evolución darwiniana abierta, aunque autores posteriores hayan combinado esas ideas.[6,7]

El quimotón de Tibor Gánti ofrece otra arquitectura: tres subsistemas autocatalíticos acoplados para metabolismo, una frontera de membrana que se produce a sí misma y una plantilla informacional.[34] El modelo importa históricamente porque se niega a dejar sola ninguna función. Registrar su estructura tripartita no demuestra que todo organismo encarne literalmente un quimotón ni que el modelo sea el único correcto.

Ruiz-Mirazo, Peretó y Moreno unieron deliberadamente autonomía y capacidad de evolución abierta.[7] Eso devuelve herencia e innovación al modelo de automantenimiento, pero el término abierta introduce su propia frontera. Es difícil de operacionalizar en sistemas conocidos y nuevos, sobre todo en la escala temporal de una misión, de modo que la incertidumbre puede desplazarse en vez de desaparecer.[3,7,34]

Estas definiciones funcionan como teorías compactas. Cada una explica rasgos importantes y expone un punto ciego distinto: mantenimiento sin herencia, evolución sin un mecanismo fácil de observar o una arquitectura cuya universalidad no está demostrada. Ningún experimento ha seleccionado una como definición única para todos los casos conocidos y posibles.[2–4,7,10] Aun así, pueden compararse por alcance, coherencia, capacidad de prueba y éxito práctico.

En qué punto estamos

Las definiciones teóricas mejoran una lista suelta al explicar cómo encajan las propiedades, pero no eliminan la elección de unidad. La fórmula de la NASA privilegia la capacidad evolutiva, la autopoiesis privilegia la autoproducción y el quimotón acopla tres subsistemas. La prueba más aguda llega ahora con los virus, cuyas partículas extracelulares, fases intracelulares y linajes evolutivos apuntan a respuestas distintas según qué se clasifique.

4. Los virus revelan la unidad

La pregunta

¿Un virus no está vivo porque el virión carece de metabolismo autónomo, o sí lo está porque un linaje viral evoluciona y su fase intracelular reorganiza una célula? La disputa no puede resolverse hasta declarar explícitamente la unidad sometida a juicio.

Los virus son parásitos intracelulares obligados. Los viriones extracelulares carecen de metabolismo autónomo y traducción basada en ribosomas, mientras la reproducción viral necesita maquinaria celular.[13–15] Algunos virus codifican componentes relacionados con metabolismo o traducción y remodelan el metabolismo del huésped, pero ninguno conocido posee un sistema de traducción autónomo completo.

Su condición evolutiva no está en duda. Las poblaciones virales mutan, heredan variación, sufren selección y se adaptan.[13,16] Sin embargo, la evolución por sí sola no decide si la unidad viva pertinente es el virión, la célula infectada, el linaje o un sistema acoplado huésped-virus. Criterio y unidad deben viajar juntos.

La distinción de fases concreta el desacuerdo. Un virión puede estar inerte o casi inerte fuera de un huésped. Dentro de una célula, el programa viral redirige recursos moleculares y crea un sistema reproductivo. El concepto de virocélula trata esa fase infectada como biológicamente central.[13,15,17,18] Es influyente, pero no un sustituto aceptado universalmente de las explicaciones centradas en la célula.

Los especialistas defienden, por tanto, posiciones vivas. Forterre propone una visión centrada en el virus que distingue viriones y fase activa de la célula infectada.[15,18] Moreira y López-García sostienen exclusiones centradas en la célula y advierten contra colocar los virus en el árbol celular de la vida.[16] Pertenencia a un árbol, condición de organismo e inclusión en la vida son preguntas relacionadas, no intercambiables.

Mimivirus hizo más difíciles de mantener expectativas antiguas. Su genoma ronda 1,2 megabases e incluye un repertorio inesperadamente grande con genes relacionados con traducción.[17] Sigue careciendo de ribosomas y traducción autónoma completa.[13,18] El tamaño y la complejidad gigantes desdibujan una intuición basada en la escala, pero más grande no significa automáticamente más vivo, y la dependencia del huésped permanece.

En qué punto estamos

Los virus no aportan solo un incómodo caso de sí o no. Revelan que virión, célula infectada y linaje responden preguntas biológicas diferentes. Celularidad, autonomía y evolución pueden sostener clasificaciones coherentes pero rivales. Descender por debajo de los virus agudiza la misma lección: viroides y priones conservan replicación o herencia mientras abandonan aún más organización asociada a una célula.

5. Más pequeños que los virus, más silenciosos que las células

Los viroides son replicadores de ARN circular no codificante, de unos 250–400 nucleótidos, que reclutan enzimas del huésped y pueden causar enfermedades vegetales sin codificar proteínas ni construir viriones.[13,19] Los tamaños exactos varían con la clasificación y no todo viroide es

catalítico. Su existencia separa la replicación tanto de la codificación proteica como de la construcción de partículas virales.

Los priones eliminan por completo el ácido nucleico del mecanismo hereditario. Son conformaciones proteicas infecciosas que se propagan al moldear el plegamiento de otras proteínas.[20] En cultivo celular, poblaciones experimentales de priones pueden mostrar variación de cepas y selección.[21] El resultado no convierte un prion en organismo autónomo, pero muestra que la continuidad seleccionable no tiene que almacenarse en ADN o ARN.

Virus, viroides, priones, plásmidos y cromosomas ocupan posiciones distintas en continuos de replicación, producción de recursos y dependencia.[13,20,21] El continuo no borra diferencias cualitativas. Un cromosoma dentro de una célula y un virión transmisible no son la misma clase de entidad. Sí muestra por qué replicación o evolución por sí solas aún no forman una teoría completa del automantenimiento del organismo.

La estrategia opuesta consiste en minimizar una célula conservando organización celular. JCVI-syn3.0 posee un genoma de 531 kilopares de bases con 473 genes; 149 tenían inicialmente función biológica desconocida.[22] Es un derivado minimizado de un linaje celular existente, cultivado en condiciones de laboratorio, no vida montada desde química no viva ni el organismo más pequeño posible en cualquier ambiente.

Trabajos posteriores con el linaje JCVI-syn3A identificaron genes necesarios para restaurar una división celular regular, mostrando que incluso un genoma mínimo puede ocultar funciones que una lista simple no detectaría.[32] La reducción genómica en parásitos naturales también depende de lo que aportan huéspedes y ambientes.[33] La viabilidad mínima depende, por tanto, de linaje y entorno, no de un número universal de genes ni de una esencia molecular invariable.[22,23,32,33]

En qué punto estamos

Viroides y priones muestran cuánta poca maquinaria puede sostener replicación o variación seleccionable; las células mínimas muestran cuánta organización heredada queda incluso tras reducir un genoma. Ninguna dirección revela una esencia universal. Buscar una frontera inferior expone dependencia de huésped, entorno y linaje. Esa dependencia importa porque todos los casos conocidos proceden de una sola biosfera conectada.

6. Una biosfera es un conjunto de entrenamiento sesgado

Toda vida celular confirmada en la Tierra está profundamente emparentada. Secuencias comparadas, maquinaria molecular conservada y bioquímica compartida sostienen la ascendencia común universal de las células conocidas, aunque las pruebas formales y sus supuestos hayan generado intercambio metodológico.[11,35,36] Es evidencia fuerte de parentesco, no prueba de que la vida surgiera una sola vez ni de que cada linaje viral comparta la misma historia.

Un rasgo terrestre universal puede tener dos explicaciones. Quizá la física y la química lo exijan para cualquier vida, o quizá sea una herencia contingente del antepasado común de la única biosfera superviviente que podemos estudiar.[28,31] Con una sola muestra histórica, a veces es imposible separar esas posibilidades.

La limitación no hace igualmente plausibles todas las alternativas imaginadas. La química del carbono ofrece una versatilidad extraordinaria; disolventes, intervalos de temperatura,

termodinámica y cinética de reacción imponen restricciones reales.[28] La disciplina consiste en distinguir restricción de herencia. ADN, ribosomas o un lípido concreto de membrana pueden ser universales aquí sin constituir la única realización posible de herencia, traducción o compartimentación.

Una biosfera de origen independiente transformaría la ciencia porque aportaría un segundo conjunto de prueba. Los rasgos compartidos serían candidatos más fuertes a la universalidad; las soluciones diferentes revelarían contingencia histórica.[11,28,31] Hasta entonces, las definiciones diseñadas desde organismos terrestres corren el riesgo de confundir una genealogía con una ley de la naturaleza.

En qué punto estamos

La Tierra enseña mucho sobre lo que puede llegar a ser una biosfera exitosa, pero menos sobre qué rasgos debe compartir toda vida. La física restringe la posibilidad, mientras la ascendencia común mezcla necesidad y herencia. Esa incertidumbre se vuelve operativa fuera de la Tierra: una misión debe buscar vida que aún no conoce mediante instrumentos diseñados a partir del único ejemplo disponible.

7. Buscar sin conocer la respuesta

La pregunta

¿Cómo puede una nave reconocer vida sin presuponer ADN, células o metabolismo familiar? Debe buscar patrones difíciles de explicar de manera abiótica y, al mismo tiempo, poner a prueba la contaminación, el comportamiento del instrumento y el contexto planetario de cada señal.

Habitabilidad no es evidencia de vida. Agua, fuentes de energía y moléculas orgánicas complejas pueden existir sin biología.[1,24,26,28,31] Identifican entornos que merece la pena explorar, no entornos habitados. La misma distinción vale para una molécula orgánica: su significado depende de abundancia, distribución, conservación, contexto y rutas abióticas plausibles.

Una detección creíble exige, por tanto, convergencia de evidencia. Hay que controlar contaminación y artefactos instrumentales, ensayar alternativas abióticas y combinar mediciones independientes en vez de apoyar una conclusión en una señal atractiva.[24–27,30] Carl Sagan y sus colaboradores demostraron la lógica tratando la Tierra como objetivo observado por Galileo: oxígeno, metano, pigmentos superficiales y emisiones de radio resultaban convincentes en conjunto, no de forma aislada.[30]

Viking sigue advirtiendo contra el cierre prematuro. Su experimento de liberación marcada produjo una señal positiva de respuesta metabólica, mientras el cromatógrafo de gases-espectrómetro de masas no detectó compuestos orgánicos indígenas.[25] Trabajos posteriores sostuvieron que los percloratos pudieron destruir orgánicos durante el calentamiento, y críticos publicados discutieron que esa reinterpretación explicase los resultados de Viking.[37,38] Las mediciones son hechos históricos; su significado biológico continúa en disputa.

Las definiciones evolutivas crean otra brecha práctica. La evolución darwiniana puede ser central en teoría, pero normalmente es demasiado lenta para demostrarla de forma directa durante una misión robótica. Por eso las misiones emplean proxies químicos, estructurales, metabólicos o

ecológicos.[3,25,26] Cada proxy admite falsos positivos y falsos negativos, de modo que ninguna escala o peldaño garantiza certeza.

Los enfoques agnósticos intentan reducir la dependencia de moléculas familiares. Los métodos propuestos examinan distribuciones moleculares restringidas o alta complejidad de ensamblaje sin exigir ADN.[28,29,31] Son hipótesis activas, no detectores universales demostrados. Las métricas de ensamblaje y señales afines deben superar desafíos abióticos, muestras vivas diversas y pruebas ciegas antes de sostener un anuncio de descubrimiento.

En qué punto estamos

Detectar vida es construir un argumento con contexto, controles y evidencia independiente.

Habitabilidad y compuestos orgánicos justifican atención; no anuncian biología. Viking muestra por qué una respuesta aislada puede seguir ambigua durante décadas, y las biofirmas agnósticas continúan a prueba. La pregunta final es, por tanto, tan procedimental como definitiva: ¿cómo razonar cuando ningún criterio puede cumplir por sí solo todos los trabajos?

8. Pluralismo disciplinado

La práctica actual más defendible consiste en declarar explícitamente tres cosas: tarea, unidad y criterios.[2,3,10,13,24] ¿Clasificamos un objeto individual, explicamos la organización de una célula, seguimos un linaje evolutivo o decidimos si una señal planetaria justifica investigar más? Son preguntas conectadas, pero no idénticas.

Para clasificar, la autonomía celular puede dibujar una frontera clara y útil, siempre que no se declaren resueltos los virus solo por definición. Para teorizar, autopoiesis, arquitectura del quimotón y autonomía evolutiva pueden juzgarse por alcance explicativo y consecuencias comprobables. Para detectar, los criterios operativos deben fijarse de antemano y evaluarse frente a contaminación y alternativas abióticas.

Este pluralismo es discutido porque muchos investigadores buscan razonablemente una unificación más profunda. No es relativismo. Las definiciones siguen respondiendo ante evidencia, consistencia lógica, alcance, capacidad predictiva y éxito operativo.[2,3,10] Una definición que clasifique mal de forma repetida organismos establecidos o no pueda guiar la discriminación debe perder terreno; una teoría que unifique casos antes separados debe ganarlo.

Las fronteras de este artículo también son deliberadas. QTC-021 trata la transición desde la química hasta la evolución darwiniana abierta. QTC-027 trata herencia, árboles, redes y el lugar de los virus en la historia evolutiva. Aquí los virus y agentes subvirales sirven para poner a prueba definiciones, no como historia completa del origen o de la evolución de la vida.

La pregunta «¿está vivo?» gana precisión científica al descomponerse. ¿Se mantiene el sistema? ¿Qué recursos produce y cuáles debe aportar un huésped? ¿Dónde se encuentra la herencia? ¿Evoluciona un linaje? ¿Qué mediciones excluyen alternativas abióticas? Una sola palabra puede seguir siendo útil, pero las subpreguntas revelan a qué nos compromete la respuesta.

En qué punto estamos

La vida no ha escapado de la ciencia porque una frase no pueda contenerla. La disputa se vuelve tratable cuando tarea, unidad y evidencia son explícitas. Células, virus, viroides, priones y genomas

mínimos dejan entonces de ser molestias y se convierten en experimentos sobre nuestros conceptos. Una futura segunda biosfera puede unificar las definiciones o multiplicarlas, pero cualquiera de los dos resultados será evidencia, no una votación.

Lo que sabemos y cómo lo sabemos

- Ninguna definición aceptada universalmente resuelve todos los casos límite, y las definiciones publicadas cumplen trabajos clasificatorios, teóricos y operativos diferentes.[1–5,10,13,24]
- Los rasgos comunes son informativos, pero insuficientes por separado; reproducción, metabolismo y autonomía dependen del nivel biológico, el estado y el apoyo ambiental.[3,8,9,12,13,31,33]
- Los virus evolucionan y reorganizan células huésped, pero carecen de metabolismo y traducción autónomos, mientras viroides y priones separan la replicación de todavía más maquinaria celular.[13–21]
- Los experimentos con genomas mínimos identifican requisitos dentro de células heredadas y entornos especificados, no una esencia molecular universal ni una recreación del origen de la vida.[22,23,32,33]
- Las afirmaciones de detección de vida requieren contexto ambiental, control de contaminación, alternativas abióticas y mediciones convergentes.[24–27,30,37,38]

Lo que todavía no sabemos

- Si una teoría madura producirá una definición de vida independiente de la tarea o conservará varios conceptos irreducibles pero coordinados.
- Qué rasgos universales de las células terrestres son necesidades de la vida y cuáles son contingencias heredadas de una ascendencia común.
- Si los virus se clasifican mejor fuera de la vida, como linajes vivos o mediante una unidad de célula infectada distinta del virión extracelular.
- Qué biofirmas agnósticas pueden distinguir vida desconocida de química abiótica compleja en entornos planetarios realmente diferentes.

Qué podría hacernos cambiar de opinión

- El descubrimiento de una biosfera de origen independiente cuya química y organización permitan probar qué rasgos terrestres son verdaderamente universales.
- Una teoría que derive de forma única una definición para células, virus, replicadores subvirales, modelos de origen y detección operativa sin pérdidas específicas de cada tarea.
- Una propiedad única demostrada que esté presente en todo sistema vivo, ausente de todo sistema abiótico y pueda medirse en entornos desconocidos.
- Experimentos ciegos de detección que demuestren que una métrica agnóstica discrimina de forma fiable muestras vivas diversas frente a controles abióticos exigentes.

Si solo recuerdas una cosa

Preguntar si algo está vivo solo se vuelve científico cuando nombramos la unidad, la tarea que debe cumplir la definición y la evidencia que distinguiría la vida de una imitación convincente.

Artículos relacionados

- QTC-008 — La vida funciona con gradientes
- QTC-021 — Cuando la química empezó a evolucionar
- QTC-027 — De la información a la herencia: árbol, red y virus

Referencias

- [1] NASA Astrobiology Program. About Astrobiology: Life, Here and Beyond. Updated 2026. <https://astrobiology.nasa.gov/about/>
- [2] Carol E. Cleland and Christopher F. Chyba. Defining 'Life'. *Origins of Life and Evolution of the Biosphere* 32, 387–393 (2002). DOI 10.1023/A:1020503324273. <https://doi.org/10.1023/A:1020503324273>
- [3] Steven A. Benner. Defining Life. *Astrobiology* 10(10), 1021–1030 (2010). DOI 10.1089/ast.2010.0524. <https://doi.org/10.1089/ast.2010.0524>
- [4] Pier Luigi Luisi. About Various Definitions of Life. *Origins of Life and Evolution of the Biosphere* 28, 613–622 (1998). DOI 10.1023/A:1006517315105. <https://doi.org/10.1023/A:1006517315105>
- [5] Edward N. Trifonov. Vocabulary of Definitions of Life Suggests a Definition. *Journal of Biomolecular Structure and Dynamics* 29(2), 259–266 (2011). DOI 10.1080/073911011010524992. <https://doi.org/10.1080/073911011010524992>
- [6] F. G. Varela, H. R. Maturana and R. Uribe. Autopoiesis: The Organization of Living Systems, Its Characterization and a Model. *Biosystems* 5(4), 187–196 (1974). DOI 10.1016/0303-2647(74)90031-8. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/4407425/>
- [7] Kepa Ruiz-Mirazo, Juli Peretó and Alvaro Moreno. A Universal Definition of Life: Autonomy and Open-Ended Evolution. *Origins of Life and Evolution of the Biosphere* 34, 323–346 (2004). DOI 10.1023/B:ORIG.0000016440.53346.dc. <https://doi.org/10.1023/B:ORIG.0000016440.53346.dc>
- [8] Daniel E. Koshland Jr. The Seven Pillars of Life. *Science* 295, 2215–2216 (2002). DOI 10.1126/science.1068489. <https://doi.org/10.1126/science.1068489>
- [9] Jack W. Szostak, David P. Bartel and Pier Luigi Luisi. Synthesizing Life. *Nature* 409, 387–390 (2001). DOI 10.1038/35053176. <https://doi.org/10.1038/35053176>
- [10] Gilles Bruylants, Kristin Bartik and Jacques Reisse. Is It Useful to Have a Clear-cut Definition of Life? On the Use of Fuzzy Logic in Prebiotic Chemistry. *Origins of Life and Evolution of Biospheres* 40, 137–143 (2010). DOI 10.1007/s11084-010-9192-3. <https://doi.org/10.1007/s11084-010-9192-3>
- [11] Douglas L. Theobald. A Formal Test of the Theory of Universal Common Ancestry. *Nature* 465, 219–222 (2010). DOI 10.1038/nature09014. <https://doi.org/10.1038/nature09014>
- [12] Wayne L. Nicholson, Nobuo Munakata, Gerda Horneck, Henry J. Melosh and Peter Setlow. Resistance of *Bacillus* Endospores to Extreme Terrestrial and Extraterrestrial Environments. *Microbiology and Molecular Biology Reviews* 64(3), 548–572 (2000). DOI 10.1128/MMBR.64.3.548-572.2000. <https://doi.org/10.1128/MMBR.64.3.548-572.2000>

- [13] Eugene V. Koonin and Petro Starokadomskyy. Are Viruses Alive? The Replicator Paradigm Sheds Decisive Light on an Old but Misguided Question. *Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences* 59, 125–134 (2016). DOI 10.1016/j.shpsc.2016.02.016. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5406846/>
- [14] André Lwoff. The Concept of Virus. *Journal of General Microbiology* 17, 239–253 (1957). DOI 10.1099/00221287-17-2-239. <https://doi.org/10.1099/00221287-17-2-239>
- [15] Patrick Forterre. Defining Life: The Virus Viewpoint. *Origins of Life and Evolution of Biospheres* 40, 151–160 (2010). DOI 10.1007/s11084-010-9194-1. <https://doi.org/10.1007/s11084-010-9194-1>
- [16] David Moreira and Purificación López-García. Ten Reasons to Exclude Viruses from the Tree of Life. *Nature Reviews Microbiology* 7, 306–311 (2009). DOI 10.1038/nrmicro2108. <https://doi.org/10.1038/nrmicro2108>
- [17] Didier Raoult et al. The 1.2-Megabase Genome Sequence of Mimivirus. *Science* 306, 1344–1350 (2004). DOI 10.1126/science.1101485. <https://doi.org/10.1126/science.1101485>
- [18] Didier Raoult and Patrick Forterre. Redefining Viruses: Lessons from Mimivirus. *Nature Reviews Microbiology* 6, 315–319 (2008). DOI 10.1038/nrmicro1858. <https://doi.org/10.1038/nrmicro1858>
- [19] Theodor O. Diener. Discovering Viroids: A Personal Perspective. *Nature Reviews Microbiology* 1, 75–80 (2003). DOI 10.1038/nrmicro736. <https://doi.org/10.1038/nrmicro736>
- [20] Stanley B. Prusiner. Novel Proteinaceous Infectious Particles Cause Scrapie. *Science* 216(4542), 136–144 (1982). DOI 10.1126/science.6801762. <https://doi.org/10.1126/science.6801762>
- [21] Jiali Li, Shawn Browning, Sukhvir P. Mahal, Anja M. Oelschlegel and Charles Weissmann. Darwinian Evolution of Prions in Cell Culture. *Science* 327(5967), 869–872 (2010). DOI 10.1126/science.1183218. <https://doi.org/10.1126/science.1183218>
- [22] Clyde A. Hutchison III et al. Design and Synthesis of a Minimal Bacterial Genome. *Science* 351(6280), aad6253 (2016). DOI 10.1126/science.aad6253. <https://www.jcvi.org/publications/design-and-synthesis-minimal-bacterial-genome>
- [23] Mark A. Bedau, George M. Church, Steen Rasmussen, Arthur L. Caplan, Steven A. Benner, Martin Fussenegger, Jim Collins and David W. Deamer. Life after the Synthetic Cell. *Nature* 465, 422–424 (2010). DOI 10.1038/465422a. <https://doi.org/10.1038/465422a>
- [24] National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. An Astrobiology Science Strategy for the Search for Life in the Universe. National Academies Press, 2019. DOI 10.17226/25252. <https://www.nationalacademies.org/read/25252>
- [25] Marc Neveu, Lindsay E. Hays, Mary A. Voytek, Michael H. New and Mitchell D. Schulte. The Ladder of Life Detection. *Astrobiology* 18(11), 1375–1402 (2018). DOI 10.1089/ast.2017.1773. <https://doi.org/10.1089/ast.2017.1773>
- [26] NASA Astrobiology Program. Ladder of Life Detection. Updated 2026. <https://science.nasa.gov/astrobiology/researchers/life-detection-resources/ladder-of-life-detection/>

- [27] James Green et al. Call for a Framework for Reporting Evidence for Life Beyond Earth. *Nature* 598, 575–579 (2021). DOI 10.1038/s41586-021-03804-9. <https://doi.org/10.1038/s41586-021-03804-9>
- [28] National Research Council. *The Limits of Organic Life in Planetary Systems*. National Academies Press, 2007. DOI 10.17226/11919. <https://www.nationalacademies.org/read/11919>
- [29] Stuart M. Marshall et al. Identifying Molecules as Biosignatures with Assembly Theory and Mass Spectrometry. *Nature Communications* 12, 3033 (2021). DOI 10.1038/s41467-021-23258-x. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-23258-x>
- [30] Carl Sagan, W. Reid Thompson, Robert Carlson, Donald Gurnett and Charles Hord. A Search for Life on Earth from the Galileo Spacecraft. *Nature* 365, 715–721 (1993). DOI 10.1038/365715a0. <https://doi.org/10.1038/365715a0>
- [31] Christopher P. McKay. What Is Life, and How Do We Search for It in Other Worlds? *PLOS Biology* 2(9), e302 (2004). DOI 10.1371/journal.pbio.0020302. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.0020302>
- [32] James F. Pelletier et al. Genetic Requirements for Cell Division in a Genomically Minimal Cell. *Cell* 184, 2430–2440.e16 (2021). DOI 10.1016/j.cell.2021.03.008. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2021.03.008>
- [33] Nancy A. Moran. Microbial Minimalism: Genome Reduction in Bacterial Pathogens. *Cell* 108, 583–586 (2002). DOI 10.1016/S0092-8674(02)00665-7. [https://doi.org/10.1016/S0092-8674\(02\)00665-7](https://doi.org/10.1016/S0092-8674(02)00665-7)
- [34] Tibor Gánti. *The Principles of Life*. Eörs Szathmáry and James Griesemer, editors. Oxford University Press, 2003. DOI 10.1093/acprof:oso/9780198507260.001.0001. <https://academic.oup.com/book/4974>
- [35] Takahiro Yonezawa and Masami Hasegawa. Was the Universal Common Ancestry Proved? *Nature* 468, E9 (2010). DOI 10.1038/nature09482. <https://www.nature.com/articles/nature09482>
- [36] Douglas L. Theobald. Theobald Reply. *Nature* 468, E10 (2010). DOI 10.1038/nature09483. <https://www.nature.com/articles/nature09483>
- [37] Rafael Navarro-González, Edgar Vargas, José M. de la Rosa, Alejandro C. Raga and Christopher P. McKay. Reanalysis of the Viking Results Suggests Perchlorate and Organics at Midlatitudes on Mars. *Journal of Geophysical Research* 115, E12010 (2010). DOI 10.1029/2010JE003599. <https://doi.org/10.1029/2010JE003599>
- [38] Klaus Biemann and Jeffrey L. Bada. Comment on 'Reanalysis of the Viking Results Suggests Perchlorate and Organics at Midlatitudes on Mars' by Rafael Navarro-González et al. *Journal of Geophysical Research* 116, E12001 (2011). DOI 10.1029/2011JE003869. <https://doi.org/10.1029/2011JE003869>