

# Plausibilidad, trascendencia y la epidemia panspérmica

## Una réplica

JORDI L. GUTIÉRREZ

DEPARTAMENT DE FÍSICA APLICADA,  
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

Un artículo publicado en el año 2000 por **El Escéptico**, firmado por Jon Richfield<sup>1</sup>, ilustra la falta de plausibilidad de algunas teorías panspérmicas, así como la ausencia de argumentos de muchos de sus oponentes. En este artículo me propongo contestar algunas de las afirmaciones vertidas por Richfield tomando como base los experimentos llevados a cabo por diversos grupos de investigación.

La hipótesis de que la vida se originó en algún lugar del Universo y fue transportada a la Tierra con posterioridad se suele fechar a principios del siglo XX<sup>2</sup>, si bien existen propuestas similares anteriores<sup>3</sup>. Según S. Arrhenius, el fundador canónico de la teoría de la panspermia, ciertas “esporas de vida” viajan entre estrellas impulsadas por medio de la presión de radiación.

Como tal, ésta es una hipótesis que merece un estudio científico detenido, y para ello conviene distinguir entre dos tipos de panspermia, que podemos denominar «débil» y «fuerte».

El principio panspérmico débil consiste en el transporte de microorganismos entre cuerpos de un mismo sistema planetario, mientras que la panspermia fuerte se refiere al transporte de dichos microorganismos a través del espacio interestelar. La diferencia, como se verá más adelante, es fundamental.

Para constituir una teoría científicamente aceptable, la panspermia debe ser falsable, y este proceso sólo se puede llevar a cabo por medio de experimentos. En la actualidad, existen diferentes grupos de investigación, el más importante de los cuales está liderado por Gerda Horneck del DLR (la agencia espacial alemana), que investigan la supervivencia de microorganismos trans-

---

**El principio panspérmico débil consiste en el transporte de microorganismos entre cuerpos de un mismo sistema planetario, mientras que el fuerte se refiere a su transporte a través del espacio interestelar. La diferencia es fundamental.**

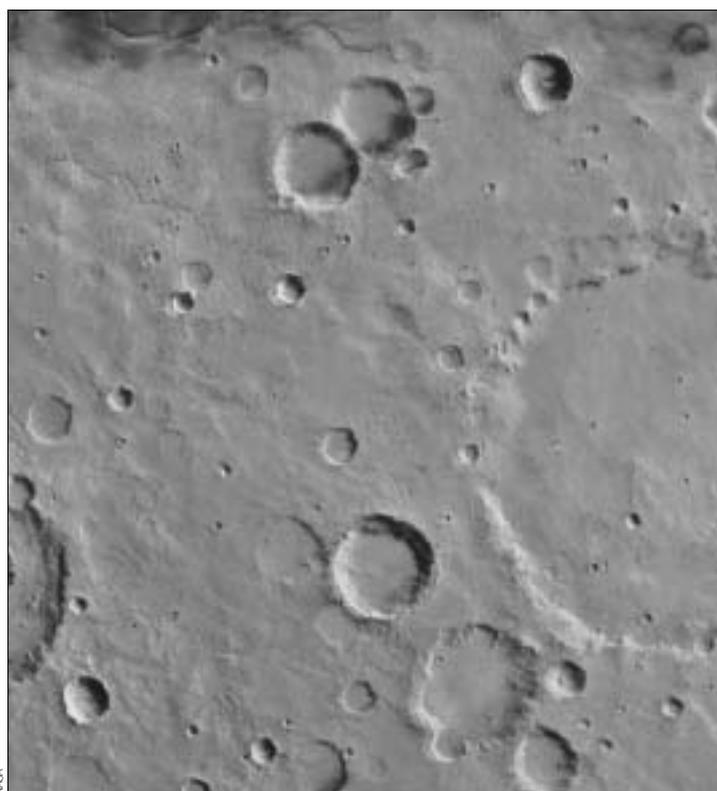


*El extremófilo Pyrolobus fumarii crece de forma óptima a 106 grados C, es decir, a una temperatura superior en seis grados a la de la ebullición del agua. Su hábitat favorito son las fuentes hidrotermales submarinas como las de la imagen.*

portados a través del sistema solar en el interior de meteoroides.

## LOS EXTREMÓFILOS

La biología del siglo XX ha revelado un prolífico universo de microorganismos, entre los que se cuentan algunos seres cuya capacidad de supervivencia sólo se puede calificar de prodigiosa. Los llamados *microorganismos extremófilos* pueden sobrevivir hasta temperaturas de 113°C (es el caso del hipertermófilo *Pyrolobus fumarii*), resistir la radiación existente en el circuito primario de refrigeración de un reactor nuclear (*Deinococcus radiodurans*), superar sin mayor problema aceleraciones inmensas durante los procesos de centrifugación que se realizan cada día en los laboratorios de microbiología de todo el mundo, medrar en ambientes de pH muy bajo (*Sulfolobus acidocaldarius*)... y éstos son únicamente algunos ejemplos. El fascinante mundo de los extremófilos proporciona cada día nuevas sorpresas; en la tabla I se citan los tipos principales de extremófilo y se ilustran con algunos de sus representantes. La referencia 4 da una buena visión general del mundo de los extremófilos.



Cráteres marcianos

Familia extremófila	Capacidad	Representante(s)	Rango aceptable
Hipertermófilos	Resistencia a las temperaturas elevadas	<i>Pyrolobus fumarii</i>	90–113 °C (y pH = 4.0–6.0)
Psicrófilos	Resistencia a las temperaturas bajas	Colonias endolíticas antárticas	
Barófilos	Resistencia a la presión	Colonias asociadas a fumarolas submarinas	> 10 <sup>8</sup> Pa
Halófilos	Resistencia a la salinidad		Cristales de sal
Radiófilos	Resistencia a las radiaciones ionizantes	<i>Deinococcus radiodurans</i>	
Acidófilos	Resistencia a agresiones químicas	Microorganismos del Río Tinto	pH bajo, metales pesados...

**Tabla 1.** Los principales tipos de extremófilos (adaptada en parte de la referencia 5)

## La capacidad de supervivencia de los microorganismos extremófilos podría facilitar su viaje por el espacio bajo ciertas condiciones.

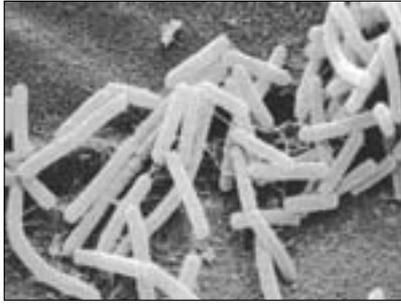
Es más que probable que estas sorprendentes cualidades se deban a adaptaciones a condiciones halladas en distintos medios ambiente de la Tierra (se cree, por ejemplo, que la capacidad de resistencia a las radiaciones ionizantes de *Deinococcus radiodurans* se obtuvo por su tolerancia a la desecación); también existen sugerencias de que los termófilos, que se encuentran entre los microorganismos vivos de estirpe más antigua, se contaron entre los escasos supervivientes de los últimos coletazos del gran bombardeo, cuando, al poco de

formarse la Tierra, los impactos de grandes objetos (asteroides o cometas) podían evaporar completamente los océanos de nuestro planeta.

Sea cual sea el motivo por el que ciertos microbios son tan resistentes a las agresiones externas, no cabe duda que dicha capacidad de supervivencia podría facilitar su viaje por el espacio bajo ciertas condiciones que se detallarán más adelante.

## SUPERVIVENCIA DE LOS MICROORGANISMOS EN LA PANSPERMIA DÉBIL

En nuestro contexto, la ciencia está basada en la experiencia, en la observación de la naturaleza. Así, Gerda Horneck y sus colaboradores<sup>6</sup> han abordado la panspermia débil desde un punto de vista muy experimental, sometiendo microorganismos a condiciones comparables a las que se encuentran en el espacio y, en ocasiones, a condiciones espaciales en satélites artificiales como el LDEF (*Long Duration Exposure Facility* de la NASA, que



*Bacillus subtilis*.

pasó seis años en órbita terrestre baja). La conclusión es que los microorganismos resisten bastante bien los embates del medio ambiente espacial (vacío extremo, cambios de temperatura, sequedad absoluta y radiación) salvo en lo que se refiere a su exposición a los rayos ultravioleta (UV). Y una capa de unos pocos milímetros de materia es suficiente para apantallar los UV.

Hasta aquí nada hay que objetar, pero ¿cómo llegan esos microorganismos al espacio por medios naturales? La existencia de meteoritos SNC (de probable origen marciano y de los cuales se conocen un par de docenas de especímenes) y lunares ha demostrado la viabilidad de transportar materia entre planetas de tipo terrestre del sistema solar<sup>7,8</sup>. A bordo de estos meteoritos, algunos microorganismos podrían haber realizado el viaje entre la Tierra y Marte (en cualquiera de los dos sentidos si el antiguo Marte estuvo habitado) o incluso desde Venus. Por razones energéticas, resulta más difícil un origen en Mercurio. Por supuesto, todo eso suponiendo siempre que en las remotas épocas del Sistema Solar primitivo existiera vida en dichos mundos, extremo sobre el que no se posee ninguna prueba.

## **Parece que la panspermia débil es plausible, aunque se necesitan muchos más experimentos detallados para arrojar luz sobre aspectos todavía oscuros.**

El viaje entre dos planetas de tipo terrestre empieza con el impacto de un gran bólido (un asteroide o un cometa) contra el planeta de origen. Los meteoroides, impulsados por gradientes de presión atmosférica, por la superposición de una onda de choque directa con una reflejada en el subsuelo<sup>9</sup> o por algún otro mecanismo, escaparían a través del corredor abierto en la atmósfera por el cuerpo impactante. Una vez en el espacio, una fracción de los meteoroides estaría en órbita heliocéntrica, y tras un cierto tiempo en el espacio arribarían al planeta destino. Por improbable que parezca este escenario, la mera existencia de los meteoritos marcianos indica que es un proceso factible. Pero, ¿podrían unos microorganismos resistir las agresiones de un periplo tan ajetreado?

Ensayos con esporas de *Bacillus subtilis* han demostrado su supervivencia (en una fracción de  $10^{-4}$ )

frente a impactos a 5,2 kilómetros por segundo<sup>6</sup>. Si se tiene en cuenta que *Bacillus subtilis* no es un organismo particularmente resistente y que dicha velocidad es casi igual a la de escape de Marte, resulta que, efectivamente, unos humildes microbios pueden resistir el proceso que los expulsaría de un planeta como Marte. Por otra parte, los meteoritos SNC muestran pocas evidencias de ondas de choque, por lo que parece que el proceso de eyección sería mucho menos agresivo que un impacto a más de 5 kilómetros por segundo.

A su llegada a un planeta con atmósfera, la fricción con los gases de ésta frenaría al meteorito hasta velocidades subsónicas. Es un hecho bien conocido que el interior de los meteoritos no experimenta un calentamiento importante, ya que el paso por la atmósfera es de muy corta duración debido a la gran velocidad inicial de los meteoroides. En consecuencia, los microorganismos que viajaran a bordo de este meteorito podrían sobrevivir sin grandes penalidades a la llegada a un planeta con atmósfera substancial.

Una vez considerados el inicio y el final del viaje, queda aún la parte intermedia, el trayecto a través del medio interplanetario. Según simulaciones numéricas<sup>8</sup> e investigaciones en el laboratorio, los meteoritos marcianos tardaron a lo sumo unos pocos millones de años en llegar a la Tierra. ¿Podrían sobrevivir a esta fase los microorganismos? Mileikowsky y colaboradores<sup>10</sup> dan una respuesta afirmativa, siempre y cuando se encontraran protegidos en el interior de una roca de un tamaño modesto, un par de metros tal vez.

En un futuro cercano, diversos grupos científicos planean utilizar las paletas de exposición al medio ambiente espacial de la Estación Espacial Internacional para ubicar simulaciones de meteoritos con microorganismos vivos y durmientes (esporas) en su interior. Después de una exposición prolongada a las condiciones prevalecientes en el espacio, el meteorito simulado será recuperado y sometido a un detallado estudio en el laboratorio. Así, será posible estimar la tasa de supervivencia de posibles organismos eyectados de planetas terrestres a bordo de meteoritos y dilucidar, de una vez por todas, si la panspermia débil es factible o no.

En resumen, parece que la panspermia débil es plausible, aunque se necesitan muchos más experimentos detallados para arrojar luz sobre aspectos todavía oscuros. Dichos ensayos se están llevando a cabo en la actualidad, y se perfeccionarán en el futuro.

¿Qué significa esto para la panspermia fuerte? Parece que poco. Para ser eyectados de un sistema este-

lar (y no de un planeta) la velocidad de escape de los meteoroides debería ser considerablemente mayor, aunque se puede dar el caso por medio de asistencias gravitatorias por planetas gigantes (y se cree que Júpiter expulsó muchas cometas del Sistema Solar primitivo exactamente de este modo).

El punto más delicado aquí es la travesía de las vastas regiones interestelares, donde un frío pavoroso y la acción de los rayos cósmicos durante los millones de años necesarios para completar el viaje inactivarían incluso las esporas terrestres más resistentes. Según estimaciones de Mileikowsky y colaboradores, citadas por Horneck, la probabilidad de un impacto de un meteoróide procedente de otro sistema planetario es de  $10^{-9}$  por cada 500 millones de años. No se puede considerar una posibilidad muy excitante, y casi sin ningún género de dudas el meteorito transportaría microorganismos inviables.

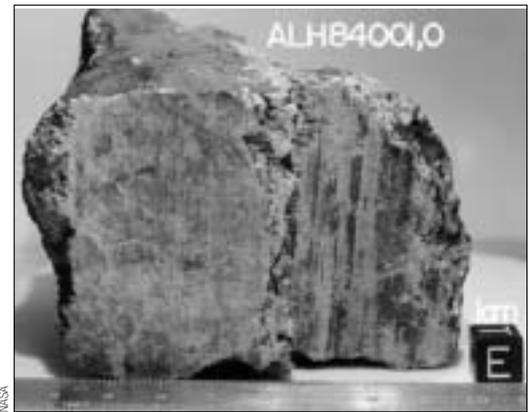
#### HOYLE Y WICKRAMASINGHE: LA PANSPERMIA FUERTE

Las ideas de Hoyle y Wickramasinghe pueden calificarse, cuando menos, de inciertas. Fred Hoyle (que falleció en el 2001), produjo algunos de los resultados teóricos más importantes de la astrofísica del siglo XX (en especial su famoso artículo con el matrimonio Burbidge y con Fowler); su contribución a la astrobiología es de un carácter mucho más controvertido.

Entre las hipótesis lanzadas por estos autores, destaca la que identifica las partículas de polvo interestelar con bacterias en estado durmiente (tal vez muertas). Para ello se basan en propiedades físicas del polvo, como su espectro y sus dimensiones. Pocos astrónomos, por no decir ninguno, toman en serio esta hipótesis por el simple hecho de que existen explicaciones mejores y más sencillas de las características del polvo interestelar basadas en la química no biológica.

Leer los libros de Hoyle y Wickramasinghe<sup>11,12</sup>, no obstante, es siempre interesante, porque pocas veces afirman sin argumentos. Y aunque rara vez resultan creíbles, estimulan la imaginación científica. La respuesta adecuada, siempre, consiste en rebatir sus argumentos por medio de otros argumentos científicos. Ciertas hipótesis vertidas en estos libros, como la que asocia ciertas enfermedades con la caída más o menos puntual de lluvias de virus y bacilos, sencillamente no se sostienen; existen múltiples razones que permiten descartarlas sin más. Otras hipótesis, sin embargo, son

*Imagen del meteorito, de muy posible origen marciano, ALH 84001, encontrado en la Antártida en el año 1984.*



más difíciles de rebatir, y por ello resultan mucho más interesantes.

A mí entender, y considerando esta posibilidad como algo sumamente improbable, creo que incluso la panspermia dirigida (en este caso, la siembra de planetas propicios para la vida por parte de organismos alienígenas inteligentes) tiene más verosimilitud que la panspermia fuerte. Por lo menos, no viola ningún principio científico de una forma evidente.

#### RICHFIELD Y LA PANSPERMIA

Visto todo lo anterior, parece claro que la panspermia débil merece la atención de los científicos serios. Y aquí es donde Richfield peca de la misma culpa que algunos de los defensores de la panspermia a los que critica sin piedad. Todo el artículo publicado por **El Escéptico** con-

---

**Leer los libros de Hoyle y Wickramasinghe es siempre interesante, porque pocas veces afirman sin argumentos. Y aunque rara vez resultan creíbles, estimulan la imaginación científica.**

siste en una caricatura sin argumentos (algo particularmente sorprendente en esta revista), y está repleto de afirmaciones proferidas con la audacia propia del desconocimiento. Dejando bien sentado que las delirantes hipótesis de Hoyle y Wickramasinghe no se pueden considerar con demasiada seriedad, sí es factible comprobarlas, y es algo que se hará de forma indirecta en un futuro próximo, y que de alguna manera ya se ha hecho en el pasado.

Existen ya planes para lanzar sondas automáticas destinadas a capturar partículas de polvo interestelar (además de interplanetario) por medio de placas de aerogel. Esta especie de tiras atrapamoscas de alta tecnología apresarán suavemente partículas que se encuentren en el medio interplanetario en un substrato ultrapuro. Una vez de vuelta en la Tierra, esas partículas microscópicas serán examinadas en sofisticados la-



Fotografías de Fred Hoyle (izquierda) y de Chandra Wickramasinghe (debajo).



laboratorios, donde una estructura de origen biológico difícilmente pasaría inadvertida (aquí, se debería ser cauto, ya que más de la mitad de los microorganismos terrestres son no cultivables en el laboratorio; sencillamente, no se les proporcionan las condiciones propicias para su desarrollo.)

No obstante, estudios similares ya se han realizado en el pasado pues algunas de las partículas halladas en el interior de ciertos meteoritos parecen ser precisamente granos de polvo interestelar. En ocasiones, se ha anunciado la existencia de microfósiles en el interior de meteoritos (el caso más famoso es el del meteorito SNC ALH84001, pero de

ningún modo el único). Comprobaciones más detalladas han llevado siempre a la misma conclusión: ninguna estructura aparecida en meteoritos precisa de una explicación biológica (y eso parece aplicarse ahora a ALH84001, si bien el tema sigue sin estar cerrado).

## La panspermia, describa un proceso realmente acaecido o no, constituye un tema de estudio meritorio, siempre y cuando se respeten las reglas del método científico

Que a Richfield no le diga nada el que la vida se originara en la Tierra o en otro planeta es, cuando menos, una afirmación pasmosa. En mi opinión —que no vale más que la del lector, pero que me sitúa en contexto— la vida apareció en la Tierra por medio de algún proceso físico-químico que todavía no comprendemos. Ahora bien, dicho proceso se realizó en un tiempo sorprendentemente corto<sup>13,14,15</sup>, y con una probable composición atmosférica<sup>16</sup> que no invita precisamente a la formación de moléculas complejas. Quedan otras alternativas, y hay que investigarlas todas; sí, incluyendo la panspermia. En todo caso, si se descubriera que la vida terrestre es un producto importado, los científicos ocupados en el origen de la vida deberían ampliar los

posibles escenarios para abarcar otras posibilidades.

Un argumento de una fuerza formidable sería encontrar restos de vida (y no digamos vida) en Marte. Si se pudiera estudiar su bioquímica se tendría la posibilidad de compararla con la terrestre; el resultado podría ser hallar que el esquema básico subyacente en ambas es idéntico, lo que apoyaría las hipótesis panspérmicas, o la existencia de un único andamiaje básico bajo el cual puede funcionar esto que llamamos vida; por el contrario, si la bioquímica marciana fuera completamente distinta, la panspermia habría recibido un golpe casi definitivo, incluyendo su versión débil, y la biología experimentaría un enriquecimiento extraordinario. Las misiones con retorno de muestras, indefectiblemente a 10 ó 15 años en el futuro desde hace ya tiempo, podrían aportar pruebas en este sentido, aunque parece que se deberá esperar a una exploración de Marte por misiones tripuladas para disponer de evidencias más concluyentes.

Argumentos como el de la búsqueda del planeta del cual procede toda la vida, a la manera de un Santo Grial científico, no hacen más que destapar la caricatura de Richfield. Para él, la navaja de Ockham es más bien un sable con el que atacar determinadas opiniones, pero

siempre sin argumentos científicos sólidos. Sus digresiones sobre monos, escritores, obras e idiomas ficticios no son más que un pobre argumento por analogía que no resuelve nada ni proporciona substancia sobre la que construir una

opinión informada. Una lectura escéptica y crítica de su artículo suscita una decepción mucho mayor que la de los libros de Hoyle y Wickramasinghe.

Posiblemente, la afirmación más deplorable de todo el escrito que se comenta aquí es la de que “en ciencia, un tema no tiene que ser falso para ser aburrido”. No puedo disentir con más fuerza; por una parte, los hechos falsos han hecho avanzar a la ciencia casi tanto como los ciertos, como mostró en sus deliciosos ensayos el recientemente desaparecido Stephen Jay Gould; y si un tema científico está basado en hechos ciertos, su calificación de aburrido no pasa de ser una opinión puramente personal, como el pavor a los escarabajos no afecta en nada a la entomología.

### CONCLUSIONES

La panspermia, describa un proceso realmente acaecido o no, constituye un tema de estudio meritorio, siempre y cuando se respeten las reglas del método científico.

fico. Actualmente, a pesar de las afirmaciones de Richfield, la panspermia débil posee argumentos consistentes a favor de su plausibilidad. En el futuro, diversas misiones espaciales añadirán argumentos a favor o en contra de la hipótesis. No se puede esperar que se demuestre dicha verosimilitud por medio de discusiones teóricas y símiles más o menos afortunados, sino por medio de una experimentación rigurosa como la que se está efectuando. Tal vez nunca se llegue a demostrar o rebatir la hipótesis de la panspermia, pero sin lugar a dudas el camino recorrido será fascinante. **é**

## REFERENCIAS

1. Richfield, J., "Plausibilidad, trascendencia y la epidemia panspérmica", *El Escéptico*, Otoño/Invierno 2000, pp. 16–22
2. Arrhenius, S., *Die Umschau* 7, 481 (1903)
3. Raulin-Cerceau, F., M. C. Maurel & J. Schneider, "From panspermia to bioastronomy, the evolution of the hypothesis of universal life", *Origins of Life and Evolution of the Biosphere* 28, 597–612 (1998)
4. Horneck, G. y C. Baumstark-Khan, (Eds.), *Astrobiology*, Springer-Verlag (2001)
5. Stetter, K. O., "Hyperthermophilic microorganisms", en *Astrobiology* (G. Horneck y C. Baumstark-Khan, Eds.), pp. 169–184, Springer-Verlag (2001)
6. Horneck, G. y colaboradores, "Bacterial spores survived simulated meteorite impact", *Icarus* 149, 285–290 (2001)
7. Gladman, B., "Destination Earth: Martian meteorite delivery", *Icarus* 130, 228–246 (1997)
8. Gladman, B. y colaboradores, "The exchange of impact ejecta between terrestrial planets", *Science* 271, 1387–1392 (1996)
9. Melosh, J., "Ejection of rock fragments from planetary bodies", *Geology* 13, 144–148 (1985)
10. Mileikowsky, C. y colaboradores, "Natural transfer of viable microbes in space. 1- From Mars to the Earth and Earth to Mars", *Icarus* 145, 391–427 (2000)
11. Hoyle, F. y C. Wickramasinghe, *Astronomical Origins of Life*, Kluwer Academic Publishers (2000)
12. Hoyle, F., *El universo inteligente*, Editorial Blume (1985)
13. Mojzsis, S. J. y colaboradores, "Evidence for life on Earth before 3800 million years ago", *Nature* 384, 55–59 (1996)
14. Moorbath, S., "Geological and geochronological constraints for the age of the oldest putative biomarkers in the early archean rocks of west Greenland", en *First steps in the origin of life in the Universe*, (J. Chela-Flores, T. Owen & F. Raulin, Eds.), pp. 217–222, Kluwer (2001)
15. Lazcano, A. y S. Miller, "How long did it take for life to begin and evolve to cyanobacteria?", *Journal of Molecular Evolution* 39, 549–554 (1994)
16. Kasting, J. F., "Earth's early atmosphere", *Science* 259, 920–926 (1993)

# MAGUFO, EL MAGO

Pedro Mirabet

